

VERDEN IFØLGE PEIRCE

To metafysiske essays,
om og af C. S. Peirce

Peder Voetmann Christiansen

TEKSTER fra

IMFUFA

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

IMFUFA, Roskilde Universitetscenter, Postbóx 260, 4000 Roskilde

VERDEN IFØLGE PEIRCE - To metafysiske essays, om og af C. S. Peirce.

Af

Peder Voetmann Christiansen

IMFUFA tekst nr. 72/83, RUC. 43 sider. ISSN 0106-6242

0. Abstract.

C. S. Peirce var en enegænger i amerikansk filosofi, og opdagelsen af hans ideers slagkraft er blevet forsinket med ca. 100 år. Hans ambition var at udvikle en natur- og sprogfilosofi byggende på den naturvidenskabelige tradition og han måtte gentagne gange revidere sine grundlæggende anskuelser indtil deres endelige afklaring ca. 1890, da han var ca. 50 år gammel. Fra det tidspunkt begyndte han at udvikle sin naturfilosofi på grundlag af de logiske og matematiske metoder, han tidligere havde opdaget. Den første af artiklerne i denne tekst giver en kortfattet oversigt over Peirce's logiske system og hans metafysik med specielt henblik på en påvisning af disse ideers relevans for den moderne fysik. Artiklen slutter med et forsøg på at indsætte Peirce som tredje mand i diskussionen mellem Bohr og Einstein om kvantemekanikkens grundlag. Den anden artikel er af Peirce selv, i min oversættelse. Den kan betragtes som indledning til hans sene periode og et programskrift for metafysikken, en usædvanlig kombination af idealisme og realisme.

Forord.

Den første artikel "C. S. Peirce, og opgøret med nødvendighedens doktrin" er skrevet til Fysisk Tidsskrift, men jeg har følt trang til at supplere den med en smagsprøve på Peirce's egne skrifter i denne IMFUFA-tekst. Jeg har udvalgt artiklen "The Architecture og Theories" (som også omtales i min egen artikel) fordi den af Peirce er tænkt som en indledning til og en oversigt over hans sene kosmologiske filosofi, hvor han sammentænker resultaterne af sine tidligere metodestudier, og som sådan har den en stor tværvideenskabelig paradigmatisk kraft.

For min egen fornøjelses skyld og i håb om at lette tilegnelsen for andre, som måske for første gang stifter bekendtskab med Peirce, har jeg oversat artiklen til dansk og tilføjet enkelte noter og ordforklaringer.

Jeg vil gerne takke Mogens Asmussen, Søren Brier, Erland Brun Hansen, Helmuth Hansen, Stig Andur Pedersen og David Webb for inspirerende samtaler og praktisk hjælp.

RUC, oktober 1983, PVC.

Indhold:

I. C. S. Peirce, og opgøret med nødvendighedens doktrin.

1. Peirce og det akademiske miljø	s. 1
2. Fra pragmatisme til pragmaticisme	- 5
3. Relationslogik og semiotik	- 8
4. Tilfældighedens og nødvendighedens metafysik	- 13
5. Ekstrapolation: Peirce's syn på kvantemekanikken	- 20
6. Noter og litteraturhenvisninger	- 24

II. Arkitekturen af teorier, af C. S. Peirce, oversættelse PVC.

1. Bemærkninger om oversættelsen	s. 26
2. Selve artiklen	- 27
3. Noter og ordforklaringer	- 43

I. C. S. Peirce, og opgøret med nødvendighedens doktrin.

Den amerikanske filosof C. S. Peirce*) (1839-1914) var en af de store brobyggere mellem natur- og sprogvidenskaberne. Desværre blev hans arbejde stort set negligeret af samtiden, og først sent i dette århundrede er det begyndt at vise sig, hvilken guldgrube, der ligger i hans efterladte papirer. I dag er han mest kendt som grundlæggeren af den amerikanske pragmatiske filosofi og som en foregangsmand i sprogvidenskab og logik, specielt hvad angår forholdet mellem naturlige og formelle sprog.

Jeg vil i denne artikel forsøge at gøre rede for både pragmatismens og sprogteoriens (egtl. tegnteoriens) grundbegreber, men mest som en indledning til hans naturfilosofi og metafysik, specielt om forholdet mellem tilfældigheden og nødvendigheden og naturlovene. Peirce var ikke bange for at udtale sig om naturvidenskabens udvikling i det tyvende århundrede, og hans ideer har vist sig at have en forbløffende aktualitet, som vi kan begynde at påskønne nu, ca 100 år efter deres formulering. Der må være noget i dem, som peger længere frem i tiden. Noget, som ikke er historie, men fremadskuende videnskab i dag og i morgen.

1. Peirce og det akademiske miljø.

Det nye amerikanske universitet "John Hopkins" havde store ambitioner om at blive forskningens højborg inden for de eksakte videnskaber og søgte derfor at ansætte lærere med evner for utraditionel nytænkning. I konsekvens af denne politik ansattes i 1879 som lærer i logik den 40 årige Charles Sanders Peirce, søn af den berømte Harvard matematikprofessor Benjamin O. Peirce (1).

Charles Peirce var uddannet kemiker og havde solide professionelle kundskaber i matematik, fysik og astronomi; bl.a. var han kendt for banebrydende arbejder inden for fotometri og gravimetri. Hans gravimetriske metoder kom til nytte i hans

*) Navnet Peirce kan udtales pirs eller pørs. Det er nok mest almindeligt at udtale det pørs for herved at skelne det fra navnet Pierce (pirs).

arbejde for De Forenede Staters kystopmåling, som påskønnede hans indsats og som han vedblev at yde tjenester indtil 1890. Efter sin kemiske doktordisputats ved Harvard i 1863 var Charles Peirce imidlertid mest optaget af studier i filosofien, især logikken, og når han havde fri fra laboratoriearbejdet studerede han de store tænkere. Han var dog rørende enig med faderen i, at filosoffer gennemgående tænkte for dårligt: deres logiske ræsonnementer var fyldt med huller "som var store nok til at lade en vogn eller fire slippe igennem". Disse filosoffer ville have haft godt af at lære noget matematisk bevisteknik.

Kun ganske få af de store systemtænkere fandt nåde for hans øje: Aristoteles og visse skolastikere, middelalderfilosoffen Duns Scotus, samt fra nyere tid de engelske empirister Locke og Hume og de tyske rationalister Leibniz og Kant. Især Kant stod hans hjerte nær, og gennem tre år brugte han to timer dagligt på at læse "Kritik der reinen Vernunft", indtil han kunne den ordret udenad. De græske atomister, stoikerne og oplysningstidens filosof par excellence, Descartes var gode eksponenter for den tænkning, Charles Peirce absolut ikke brød sig om, men tidens største modfilosof, den tyske idealist og dialektiker Hegel var snarere en dårlig eksponent for Peirce's store ambition (1): det arkitektonisk opbyggede sammenhængende system. Hegel blev skydeskive for Peirce's bidende kritik, som tåler sammenligning med Søren Kierkegaards i Danmark. Hegelianismen var ifølge Peirce "en kæde med fejl i hvert led - en håndfuld sand forment i en drøm - en papmodel af en filosofi, som i realiteten ikke eksisterer." (ref. 4.a.5)

Peirce's originalitet og kritiske sans var blevet skærpet gennem diskussioner i "Den metafysiske klub" i begyndelsen af 1870-erne, hvori også deltog hans gode ven, den senere så indflydelsesrige filosof William James. Et af resultaterne af disse diskussioner var, at han i 1877 og 78 publicerede to artikler om forholdet mellem tro og viden: "The Fixation of Belief" og "How to Make Our Ideas Clear" i tidsskriftet Popular Science Monthly. Disse artikler gjorde et varigt indtryk på William James, som senere henviste til dem som programskifter for den amerikanske pragmatisme. Peirce blev således ud-råbt til stamfader for en ny modfilosofi, som fra omkring år-

hundredeskiftet for alvor fik vind i sejlene på en måde, der fik ham til at krumme tær.

Da Charles Peirce fik sin ansættelse på John Hopkins University i 79, var det endnu ikke kommet så vidt med pragmatismen som modestrømning, men han havde allerede et vist ry for originalitet, og universitetsledelsen mente i denne tidlige fase at have brug for den slags folk. Ansættelsen var for Peirce kronen på hans karriere, og i begyndelsen så det da også ud til, at det ville gå godt. Peirce's utraditionelle undervisning i logik gav nok anledning til løftede øjenbryn, men han virkede som en magnet på nogle af de dygtigste studenter, som under hans vejledning offentliggjorde nye forskningsresultater og opnåede doktorgrad i filosofi, bl.a. Josiah Royce, som ydede væsentlige bidrag til matematikkens grundlagsdiskussion, og John Dewey, den senere så berømte pragmatisk moral- og handlingsfilosof.

Den amerikanske udgave af janteloven trivedes dog også på John Hopkins, og sladderens gik om Charles Peirce, hvis ægteskabelige forhold var under al kritik og i 1883 førte til skilsmisse fra Melusina Fay, en dame af en indflydelsesrig New England familje. I 1884 gennemførte universitetsledelsen en omstrukturering af filosofiafdelingen med det ene formål at fjerne Peirce, som så pludselig stod uden levebrød. Nøjagtigt hvilken sladderhistorie, der var årsag til afskedigelsen, er aldrig sivet ud, og sagen står stadig som et dunkelt og skamfuldt afsnit i amerikansk universitetshistorie. Nogle år senere, da Peirce havde vendt sig i en skarp polemik mod sin tidligere elev Josiah Royce, som i mellemtiden var blevet professor ved Harvard, fandt ledelsen anledning til at skride endnu skarper ind, og for eftertiden var det Peirce forbudt at sætte sine ben på universitetets område. Royce fortrød bittert sin rolle i dette spil og søgte Peirce's tilgivelse, men uretten var sket og kunne ikke gøres god igen. På denne skumle måde blev den, efter manges mening, største tænker i amerikansk filosofi for resten af sit liv udelukket fra det akademiske miljø, og udviklingen i logik, matematik, fysik og sprogvidenskab blev berøvet nogle afgørende nye tankemåder, som først nu, ca 100 år efter deres formulering, er ved at trænge igennem.

Peirce kom sig aldrig oven på denne katastrofe, og i de følgende år udviklede han sig mere og mere til en menneskesky særling. I 1887 arvede han lidt penge, som gjorde ham nogenlunde uafhængig, og sammen med sin nye kone, Juliette Froissy, som var et af lyspunkterne i hans liv, trak han sig tilbage til et hus i Milford, Pennsylvania. Hans umådelige skrivetragt ytrede sig over for omverdenen kun i fragmentariske populære artikler, boganmeldelser og leksikonartikler. Hovedparten af hans gennemtrængende analyser inden for matematisk logik, mængdelære, natur- og sprogfilosofi var totalt uforståelige for samtiden og hobede sig op i hans stadig voksende papirbunker. Efterhånden som pengene slap op, tog hans særhed til, og for at værne om sin arbejdsfred steg han hver morgen op i et lille rum på husets loft og trak stigen op efter sig; så kunne kreditorerne få lov til at stå og råbe nedenfor.

Da han døde efter lang tids sygdom i 1914 var der absolut ikke en skilling tilbage, og Juliette måtte sælge et eller andet for at skaffe penge til begravelsen. Nu var pragmatismen i mellemtiden slået igennem, og vennen William James havde ladet lidt af sin berømmelses lys skinne tilbage på Peirce, som derfor ikke var helt ukendt i fagkredse. Det traf sig derfor så heldigt, at Harvard University var villige til at købe livsværket, de store papirbunker, svarende til ca 80.000 bogsider, for en pris på 500 dollars, hvilket reddede enken ud af den værste forlegenhed.

At få orden i Charles Peirce's papirer er siden blevet en livsopgave for forskere på Harvard og andre universiteter. I årene 1931-35 udkom de første fire bind af "Collected Papers", i 58 var samlingen oppe på otte bind, og hele striben blev udgivet samlet i 1960. Der er dog stadig mere på lager: i 80 startedes udgivelsen af en ny stribe bind, som viser andre sider af Peirce's talent, som kunne have virket revolutionerende i matematikken, hvis de var udkommet i tide, ikke mindst inden for den elementære undervisning, hvor de nok kunne have forhindrede de værste fadæser i "The New Math.". Hvornår, om nogensinde, udgivelserne er afsluttet, svæver stadig i det uvisse (2).

2. Fra pragmatisme til pragmaticisme.

Pragmatismen beskrives i dag oftest som en filosofisk retning, der går ud fra, at sandheden af en teoretisk teori er identisk med den nyttevirkning, teorien har i praktisk brug. Det er William James, som må bære hovedansvaret for denne afsporing af pragmatismen, der kan betegnes som en vulgarisering og en grov misforståelse af Peirce's ideer.

Peirce mente ikke, at "sandhed" kunne defineres i en håndvendning; for ham var det snarere et konvergenspunkt i horisonten, som forskerne nødvendigvis måtte stræbe efter, men aldrig kunne gøre sig håb om at nå i absolut forstand. Kriteriet for en fysisk teoris videnskabelige status var for ham ikke dens "sandhed", men dens "fallibilitet", d.v.s. dens evne til at fremstille sine pointer så klart, at der åbnes mulighed for et eksperimentelt modbevis. Peirce foregriber således det "falsifikationskriterium", som langt senere blev formuleret af Karl Popper som et led i dennes kritik af dette århundredes positivisme. I slutningen af 1870-erne havde Peirce allerede taget turen gennem den logiske positivisme, vejledt af de engelske empirister og sine egne studier i logikken, og han var godt på vej til at gøre sig fri af den og formulere pragmatismen som en videnskabsopfattelse og en teori for meningen af et videnskabeligt begreb.

Peirce's pragmatisme foregriber andre af det tyvende århundredes strømninger, såsom behaviorisme i psykologien og operationalisme i fysikken, men er langt mindre "firkantet" end disse. Lige som behavioristerne vil han beskrive og forstå en psykologisk tilstand, som f.eks. "tro", ud fra de iagttagelige handlinger, som resulterer, men i modsætning til behavioristerne anerkender han den indre psykologiske tilstand som en realitet, og ikke blot som et navn for de iagttagelige handlingsmønstre. "Troens væsen er fastlæggelse af en vane, og forskellige overbevisninger adskiller sig ved de forskellige handlemåder de bliver ophav til", skriver han i "How to Make Our Ideas Clear" (1878), så man ikke er i tvivl om, at troen er noget virkeligt, fordi den virker, d.v.s. er årsag til nogle iagttagelige handlinger. Det må understreges, at Peirce her taler om videnskabelig tro, som grundlag for videnskabelige handlinger, ikke en hvilkensomhelst, f.eks. politisk eller re-

ligiøs tro, som det senere bliver udlagt af William James.

På tilsvarende måde må meningen af fysiske begreber forstås ud fra de vaner, som begrebernes brug fører med sig. Heri er også indlagt den operationalistiske opfattelse: at meningen konstitueres af de vedtagne måleprocedurer. Peirce's opfattelse er dog langt mere rummelig end operationalismens, bl.a. fordi fastlæggelse af "vaner" ifølge ham ikke blot er noget, der foregår mennesker imellem, men overalt ude i naturen. En fjeder har f.eks. for vane at blive strakt, når man hænger et lod på den, og fysikere får derfor den vane at bruge en fjeder-vægt, når de skal måle størrelsen af en kraft. Heraf udspringer altså den operationalistiske definition af begrebet "en kraft", men denne definition er i sig selv for snæver. En kraft har mange andre iagttagelige virkninger, som tilsammen definerer kraftens natur som noget reelt (ikke "materielt"). I et citat, som er vendt polemisk mod fysikeren Kirchhoff, siger han: "I et nylig udkommet, beundret arbejde om Analytisk Mekanik siges det at vi klart forstår kraftens virkninger, men hvad kraft i sig selv er forstår vi ikke! Dette er simpelthen en selvmodsigelse. Idéen som ordet kraft vækker i vor forstand har ingen anden funktion end at påvirke vore handlinger, og disse handlinger kan ikke have nogen reference til kraft på anden måde end gennem dens virkninger. Hvis vi ved hvad kraftens virkninger er, kender vi ethvert faktum som impliceres når det siges at en kraft eksisterer, og der er ikke noget mere at vide."

Selv om Peirce har gjort sig umage med sine formuleringer, er det let at misforstå ham, som det skete for James og andre. F.eks. kunne man let fortolke ovenstående citat som om han siger, at kun kraftens virkninger er reelt eksisterende, men ikke selve kraften; det han faktisk siger er imidlertid, at virkningerne er kriteriet på kraftens reelle eksistens. Efter sin indledende flirt med den engelske empirisme og fænomenalisme var Peirce meget omhyggelig med at styre sig fri af den engelske filosofis, efter hans mening, værste skavank, dens nominalisme, d.v.s. den opfattelse at videnskabelige begreber blot er navne, der sammenfatter en række observerbare facts, men ellers ikke står for noget reelt. Modsætningen til nominalismen

er realismen, som Peirce tilslutter sig fuldt og helt, d.v.s. den opfattelse, at vore begreber er reelle (som årsag til vore handlinger), og at de afspejler reelle forhold i den ydre verden, som eksisterer uafhængigt af, hvad vi tænker og tror. Selv om realismen ikke kan begrundes logisk, er den det eneste rimelige valg, som kan forenes med videnskabelig praksis, hvorimod nominalismen ifølge Peirce fører til inkonsistenser i forholdet mellem tro og handling og dermed til et vist mål af videnskabelig uredelighed og hykleri.

Når man fremhæver Peirce som foregangsmand for filosofiske strømninger i det tyvende århundrede, såsom (vulgær)pragmatisme og positivisme, overser man som regel, at disse strømninger står med begge ben i den nominalistiske grøft, som Peirce af al magt søgte at styre fri af. Forskellen kan også synes subtil, idet Peirce's pragmatisme så kraftigt fremhæver, at begreber forstås udelukkende gennem deres virkninger, men i det hele taget er Peirce ikke let at forstå. Hans stil svinger fra det ekstremt informationsmættede eller pedantiske, over det krydrede og saftige og til det uberegneligt springende og snakkesalige. Det er let at misforstå ham og gå glip af pointerne, hvis man ikke gør en særlig indsats for at være opmærksom under læsningen, og heri minder han en del om både Kierkegaard og Niels Bohr, som jo begge fremhævede, at vanskelige emner bør serveres i en vanskelig stil og ikke camoufleres med et alt for letflydende og tilsyneladende klart sprog (3).

Peirce's vanskelige stil førte til, at næsten ingen gad læse ham, og at han stort set kun kendes på anden hånd. Endnu værre er det, at andenhåndskendskabet ofte bygger på førstehåndskenderes misforståelser, som tilfældet er med James' udgave af pragmatismen. Peirce anglede ikke efter den glatte accept af hans ideer, men søgte at appellere til læserens selvstændige tankevirksomhed. Tilhængere af de nemme løsninger henvistes af ham til "de filosofiske suppestationer, som findes på hvert gadehjørne." I øvrigt havde han følgende beske kommentar til samtidens opfattelse af hans arbejde: "Jeg er en mand som kritikerne aldrig har fundet noget godt at sige om - I hele min levetid har jeg kun én gang oplevet lovprisning, som bragte behag, og rosen som bragte det var ment som dadel. Det var en kritiker som sagde om mig at jeg ikke syntes

at være absolut sikker på mine egne konklusioner."

På sine gamle dage måtte han så opleve den tvivlsomme ære at blive betragtet som pioner for en vulgærpragmatisme, der gik som fod i hose med den amerikanske økonomis egocentrerede grådighedsfilosofi, som han afskyede mere end noget andet. James var ikke direkte ansvarlig for denne udvikling, selv om han gav stødet til den ved at generalisere Peirce's menings-teori for videnskabelige begreber til, at "viljen til tro" på bl.a. religiøse ideer blev gjort meningsfuld af de fremkaldte handlingsmønstre. Peirce bevarede venskabet med James, men det skar ham i hjertet at se, hvordan vejen var banet for den vulgærpragmatiske udlægning, at sandhed blot er praktisk nytte. I en artikel til tidsskriftet *The Monist* i 1905, hvor han så tilbage på pragmatismens fødsel i "Den Metafysiske Klub" og dens senere uheldige udvikling, så han sig nødsaget til at erklære: "Når forfatteren nu finder sit spædbarn "pragmatisme" således forfremmet, føler han at det er på tide at kysse det farvel og overlade det til sin højere skæbne. For at tjene det formål at udtrykke den oprindelige definition præcist, beder han om at få bekendtgjort fødslen af ordet "pragmaticisme", som er stygt nok til at kunne være i fred for kidnappere."

3. Relationslogik og semiotik.

Logikken havde fra gammel tid været mest optaget af simple subjekt-prædikatsætninger, såsom "æblet er rødt", og den logiske sammensætning af sådanne sætninger i endimensionale slutningskæder, såkaldte syllogismer, som f.eks. "Barbara": "Alle A er B, alle B er C, ergo: alle A er C", jfr. Holbergs gengivelse af sådanne i Erasmus Montanus. Peirce indså hurtigt, at en så endimensional logik var for snæver til de ambitioner han havde. Inspireret af kollegaen de Morgan begyndte han at anskue sproglige ytringer og logiske udredninger som netværk holdt sammen af relationer. Medens den tidlige relationslogik var mest optaget af dyadiske eller divalente relationer som "større end" eller "lig med", indså Peirce, at netværks-synspunktets flerdimensionale karakter krævede en speciel interesse for de triadiske eller trivalente relationer. En matematisk operation som addition er en triadisk relation fordi den har tre indgående komponenter: to operander og en resultant. På

samme måde er verbet "giver" triadisk, fordi det kræver både grundled, genstandsled og hensynsled, og den dybsindige sætning "John giver John til John" er en sproglig analogi til konstitutionen af et ammoniakmolekyle (NH_3).

Peirce begyndte at analysere sætninger ved hjælp af "bond grafer", som var affødt af de kemiske konstitutionsformler, hvor relationerne optrådte som knudepunkter i et net. Et netværk i mere end én dimension må indeholde knuder med tre eller flere tilknyttede grene. Herved indsés nødvendigheden af de triadiske relationer, men Peirce kunne samtidigt vise, at relationer med fire eller flere tilknyttede størrelser var unødvendige; disse ville altid kunne reduceres til triadiske relationer, og svarende til sådanne omdannelser af et matematisk netværk kunne man angive bestemte grammatiske sætningsomdannelser, som var meningsbevarende. Netværkssynspunktet fører direkte over i teorien for logiske automater, datamaskinerne, som havde Peirce's store interesse selv om han aldrig stiftede konkret kendskab med dem. For Erasmus Montanus'erne på John Hopkins og andre steder må det have været irriterende og foruroligende med dette nye syn på logikken.

Det er nærliggende at spørge om, hvad en relation egentlig er for noget, og hvad det er for nogle størrelser, som indgår relationer med hinanden. Til det sidste svarer Peirce, at det som indgår i relationerne er tegn, og at logikken derfor udspringer af semiotikken, som er studiet af tegnene og alt deres væsen. Et tegn er imidlertid et meget diffust begreb, generelt nok til at omfatte både tanker, handlinger og personlighedens roller, både et fysisk begreb og de hermed forbundne ytringer af den objektive verden. Spørger man om, hvad et tegn egentlig er for noget, ledes man tilbage til relationen. Tegnet må nemlig forstås ud fra tegnrelationen, som er en ægte (uopløselig) triadisk relation, hvori det indgår sammen med et objekt og en interpretant: tegnet hentyder til objektet via interpretantens formidlende rolle. Tegnet og relationen indgår således i en definatorisk hårdknude med hinanden ligesom andre kendte begrebspar, f.eks. del og helhed.

Andre filosoffer, bl.a. John Locke havde været inde på semiotikken før, men Peirce's relationslogik satte gang i ud-

viklingen og fremviste et nyt stort land for forskningen. Selv sagde han med beskeden stolthed: "Jeg er, så vidt jeg ved, pioner, eller måske snarere nybygger på det område, der omfatter klargøringen og opdyrkningen af det, jeg kalder semiotik - og jeg finder området for vidtspændende og arbejdet for stort for en nybegynder". Semiotikkens ambitioner er da også frygtindgydende store: Den lægger op til en formaliseret teori for naturlige sprogs semantik (betydningslære) og søger samtidigt at indkredse problemet om forholdet mellem matematik og naturbeskrivelse. Mange har bebrejdet Peirce at han ikke fuldendte sit store system, men de kunne så med lige så fuld ret bebrejde Arkimedes, at han ikke fuldendte fysikken.

Den triadiske tegnrelation er den skabelon, hvorover Peirce bygger en ny kategorilære, som skal omstrukturere logikken og metafysikken. De tre komponenter i tegnrelationen, tegn, objekt og interpretant er eksempler på førstehedens, andethedens og tredjehedens kategorier, hvor det andet forudsætter det første og det tredje forudsætter både det første og det andet. En sådan begrebstriade findes i den dialektiske formel: tese, anti-tese, syntese. Logikken, anskuet som semiotik får tilsvarende tre faser: Førstehedens logik er grammatikken, som beskæftiger sig med om en ytring er en meningsfuld sætning, ikke om den er sand eller falsk. Det er en "paradisisk logik", hvor kundskabens æble, som er den idé, at et udsagn kan være falsk, endnu ikke er sat til livs. Syndefaldet fører til den sædvanlige sandheds-falskheds logik, som er andethedens repræsentant, og endelig repræsenteres tredjeheden ved retorikken, som interesserer sig for argumenternes forståelighed og appel.

En af vanskelighederne ved Peirce's kategorilære er, at den benyttes både relativt og absolut. I absolut forstand kan vi sige, at "alting" kan inddeles i flg. tre typer: 1. De umiddelbare kvaliteter, såsom "rødhed". 2. Tingene, som opleves via de primære sanseindtryk, f.eks. æblet, der giver sig til kende ved sin rødhed. 3. Lovmæssigheder og forståelse, f.eks. det, at æblets rødhed er en ønskværdig egenskab, der vækker forventninger om en bestemt duft og sødme. Udvalger vi en repræsentant for én af disse kategorier, f.eks. tingen et æble som repræsentant for andetheden, så kan denne genstand betragtes som et tegn, d.v.s. den indsættes på første plads i bestemte tegn-

relationer, og herved åbnes for en relativ kategorisering af tegn alt efter tilknytningen til objekt og interpretant i den bestemte tegnrelation. F.eks. kan vi tage den kendte situation, at Newton får et æble i hovedet. Æblet betragtes nu som tegnet på første plads i tegnrelationen, objektet på anden plads er tyngdekraften, og interpretanten på tredjeplads er den forståelse, som kommer til udtryk ved, at det er den samme kraft, som lader æblet falde og holder Månen i dens bane.

Den relative inddeling af tegnene efter deres forhold til objekt og interpretant fører til en opdeling i tre tegntyper:

1. Ikoner, som skal forstås ud fra deres egen indre kvalitet. Hvis de overhovedet henviser til et reelt objekt gør de det i kraft af en faktisk lighed med objektet, som et billede. F.eks. kan man sige, at Beethovens pastoralesymfoni er ikonisk, fordi musikken ligner bakkens rislen og et optrækkende tordenvejr, men selv hvis man ser bort fra disse hentydninger og oplever det som ren musik, der kun ligner sig selv, må det opfattes som et ikonisk tegn.

2. Indices, som skal forstås ud fra deres forbindelse med objektet, men hvor interpretanten spiller en tilbagetrukket rolle og evt. kun potentielt er til stede. Forbindelsen med objektet kan enten være fysisk (kontiguitet), f.eks. et spor i sandet, eller den kan være referencemæssig som når en pegefinger (index) peger på månen, eller når vi bruger små numre for at skelne de enkelte komponenter i en matrix fra hinanden. Index-kategorien eksisterer kun i kraft af, at objektet er noget reelt, og det at det eksisterer uafhængigt af bevidstheden viser sig netop ved, at det kan erkendes ved en udartet tegnrelation, hvor interpretanten næsten ingen rolle spiller. Der er tale om en "rå chokoplevelse", som måske ledsages af udbruddet "dette!" og en udstrakt pegefinger; Peirce betegner fænomenet med ordet hecceitet, d.v.s. "dette-hed". Lignende oplevelsesmåder er beskrevet i orientalsk filosofi, som stærkt betoner nødvendigheden af, at man kan gøre sig fri af intellektuelle begreber og overvejelser og opleve tingene direkte i deres "sådan-hed". Index-kategorien og hecceiteten holder deres indtog i Peirce's filosofi på et ret sent tidspunkt, i 1885, og markerer hans endelige brud med den engelske nominalisme og fænomenalisme og en ny tilnærmelse til Kants forestil-

ling om "das Ding an sich".

3. Symbolerne er den tredje tegnkategori, hvis tydning er afgørende betinget af interpretanten. Interpretanten opfattes som en kodenøgle, som knytter forbindelsen mellem symbolet og objektet ved hjælp af forståelses-konventioner. De fleste sproglige ytringer og skrifttegn har symbolkarakter, men visse skriftsprog, såsom hieroglyffer og kinesiske tegn har oprindeligt haft et stærkt ikonisk islæt. Et tegn, der ligner en fisk, kan være et ikon for en fisk, men også et symbol for kristendommen.

Ved at benytte både en absolut og en relativ kategorisering af tegnet sammen med en tilsvarende tredeling for interpretanten når Peirce i første omgang frem til ti forskellige klasser af tegn. Senere indfører han andre opdelinger, således at der bliver 66 forskellige slags tegn. Det ser utroligt indviklet ud og giver ikke megen mening, hvis man blot prøver at lære navnene på disse typer udenad. Man må imidlertid forstå, at det nøjagtige antal klasser og deres navne er uden større betydning. Det vigtige synspunkt er, at den relationslogiske tegndefinition og den tredelte kategorilære åbner en mulighed for at gå systematisk til værks. Det er også vigtigt at forstå, at tegnene ikke i almindelighed kan spærres inde i diskrete båse efter et enten-eller princip. Et vilkårligt tegn er en blanding, og de rene typer, f.eks. ikon, index og symbol står for udartede tegnrelationer, der blot skal tjene som ankerpunkter i et udstrakt kontinuum af tegn, lige som når matematikerne i den projektive geometri beskriver punkter i planen som "summen" af tre tilfældigt valgte, ikke-colineære punkter.

For sprogforskere er symbol-kategorien den vigtigste, men for fysikere er index-kategorien mindst lige så vigtig, fordi den beskriver de naturlige tegn, som findes uden fysikeren tilstedeværelse, men som han/hun kan koble sig ind på og "oversætte" til synboler. Hvis man ikke anerkender eksistensen af en sådan kategori havner man i nominalismens dilemma: på den ene side må man i sin praksis som fysiker bestræbe sig på at afsløre naturens hemmeligheder, og på den anden side er man i sin filosofi afskåret fra at betragte fysikkens resultater som noget der beskriver virkeligheden. Et sådant dilemma er ikke

til at leve med, medmindre man fortrænger det og slår sig til ro med den i dag så udbredte holdning: fysik har slet ikke noget at gøre med filosofi. De spændende filosofiske diskussioner om kvantemekanikkens fortolkning i tyverne og trediverne er for de fleste i dag en saga blott, selvom problemerne er uløste. Nu er det hard facts og nye dimser, der tæller, selvom man ikke ved, hvor det bærer hen. En Bohr, en Einstein, eller en Peirce ville ikke have slået sig til tåls med denne situation.

4. Tilfældighedens og nødvendighedens metafysik.

I 1890 startede et nyt filosofisk tidsskrift "The Monist" (som stadig eksisterer). Peirce bidrog kraftigt til at sætte det godt igang med en serie på fem dybtborende og kontroversielle artikler (4), som især omhandlede ontologien, den gren af metafysikken der beskæftiger sig med det værendes væsen. Den interesse for metafysik, som varetoges af The Monist var af ret ny dato. Da Peirce og James havde startet "Den Metafysiske Klub" 20 år tidligere havde de valgt navnet i trods mod den udbredte anskuelse, at metafysikken ikke var værd at beskæftige sig med. Tidsskriftets navn indebærer i sig selv en metafysisk stillingtagen, en afstandtagen fra dualismen. Monismen er den idé, at det ydre og det indre, legeme og sjæl er et og det samme. Herfra spalter opfattelserne sig ud i materiale og idealisme, de to modstridende monistiske ontologier.

I den første af Monist-artiklerne "The Architecture of Theories" begrundet Peirce sit valg af monismen fremfor dualismen, (eller en hermed beslægtet "neutralisme" som han, for at gøre det hele lettere, også kalder "monisme") ved henvisning til princippet kendt som "Occams ragekniv": en teori bør ikke indføre flere begreber end højst nødvendigt. Det kan synes underligt, at en så rendyrket praktisk tommelfingerregel bliver brugt til valg af en så dybtliggende filosofisk grundholdning. Det stemmer dog meget godt med Peirce's indstilling i øvrigt, en stræben efter integritet, sammenhæng, kontinuitet. Man kan ikke begrunde et valg af metafysik ad logisk vej, men man kan bestræbe sig på at undgå inkonsistenser i forhold til det, man ellers foretager sig.

På lignende måde begrundet han dernæst sit valg af idealismen fremfor materialismen. Godt nok er Peirce kemiker og yderst velbevandret i de nye atomiske teorier, men han finder alligevel, at teorier for materiens adfærd i sidste instans nødsages til at gribe til en form for psykologisk forklaringsmodel. Stoffet opfattes som en halvdød rigid form for psyke og naturlovene som indgroede vaner. I den fjerde Monist-artikel "Man's Glassy Essence" prøver han at forfølge den materialistiske doktrin til det punkt, hvor den nødvendigvis må kippe over til idealisme ved at opstille en biokemisk model for cellens protoplasm. På det tidspunkt vidste man jo ikke meget om enzymer og DNA, og modellen er derfor yderst løs, men ikke desto mindre korrekt i det væsentlige. Der må være nogle meget store molekyler, siger han, som hele tiden indfanger mindre molekyler fra det omgivende substrat og frigiver dem igen. Disse processer er i sig selv så usandsynlige, at de kun kan forstås som resultat af en læreproces: efterhånden som indfangningen har fundet sted nogle gange, bliver det lettere at gennemføre den. Protoplasmaet udnytter sin evne til at skifte mellem fast og flydende tilstand for at lette disse processer, det danner altså vaner, og processernes heldige gennemførelse fremmer dannelsen af nye vaner. Det synes at være et grundlæggende princip, som vi kender fra os selv i alle vore tanker og handlinger. I virkeligheden er der kun én naturlov, og det er "the law of the mind" (titlen på den tredje af Monist-artiklerne):

I et udstrakt kontinuum eksisterer afgrænsede "følelser" (feelings), som reagerer med hinanden. Heraf opstår ved vandedannelse "general concepts", ideer og tanker, som breder sig ud i kontinuet. Herved formindskes deres intensitet og deres evne til at påvirke andre, men de vinder i generalitet og bliver sammensmeltet med andre ideer.

Vi kan se loven i aktion såvel i den uorganiske natur som i vore egne mentale og sociale tegn-aktiviteter, men vi kan kun forstå naturprocesserne ved at referere til vore egne tegn.

Peirce's ontologi, idealismen, er således på en måde afledt af hans erkendelsesteori, og igen er der ikke tale om en sammenhæng, der er logisk bestemt, men snarere af hans krav om integritet. I dag betragtes idealisme og realisme ofte som

modsætninger, men for Peirce er der ingen modstrid, og han accepterer begge dele. Man må skelne mellem subjektiv og objektiv idealisme, og Peirce's idealisme er objektiv, d.v.s. han mener, at verden er psykisk i sit væsen, og at den ydre verden eksisterer uafhængigt af hans private ideer om den; der er altså ingen modstrid med realismen. Derimod kan en subjektiv idealisme aldrig være realistisk.

Hovedsynspunktet i "The Architecture of Theories" er integritetstankegangen. Et filosofisk verdensbillede må bygge på sammenhængen mellem forskellige videnskaber lige som et hus må bygges ved at forskellige dele forbindes fast med hinanden i en helhed. Det arkitektoniske synspunkt muliggør en forståelse af, hvorfor videnskaben går en bestemt vej, selv om så mange svinkeårinder synes mulige. Som eksempel ser han på inertiens lov: hvorfor skal et uforstyrret legeme lige akkurat bevæge sig ad en ret linje, der er jo dog så mange slags kurver, der kunne synes lige så gode; hvad er der specielt ved en ret linje? Jo, siger Peirce, hvis man tager en ret linje og betragter den fra enden, ses den som et punkt. Det er naturligvis fordi lyset bevæger sig retlinet. Valget af den rette linje skaber altså en sammenhæng mellem et dynamisk princip for mekanikken og et dynamisk princip for optikken, en sammenhæng, som ikke kunne opnås på nogen anden måde.

Diskussionen af retlinethed hænger naturligt sammen med problemet om rummets metrik, fordi man jo også kunne tænke på en ret linje som den korteste vej mellem to punkter. Peirce gør imidlertid helt klart, at det fysiske rums metrik kun kan afgøres som et fysisk spørgsmål og ikke hives ind fra matematikken. Man kan ikke blot postulere, at den Euklidiske geometri gælder for det fysiske rum, fordi der hos Euklid er indbygget en bestemt metrik fra starten. Derimod kan man benytte den projektive geometri, hvor metrikken mangler, men den rette linje (lysstrålen) findes, og hvor man har lov at tale om colinearitet og -planaritet af punkter. Den projektive geometri nødvendiggør bl.a., at uendelighedspunktet må betragtes som noget reelt. Desuden afstikker den tre adskilte muligheder for indførelsen af en metrik, svarende til den sfæriske, den Euklidiske og den hyperbolske geometri. Peirce konkluderer, at universets geometri må tilhøre én af disse tre typer, og kun måling kan

afgøre hvilken. Hvis det f.eks. viser sig at vinkelsummen af en naturlig lysstråle-trekant er større end 180° , er geometrien af den sfæriske type, og det må så hænge sammen med, at rummet er uden grænser, men har et endeligt volumen. Hvis vinkelsummen derimod er mindre end 180° har vi en hyperbolsk geometri: rummet er umåleligt, men begrænset af en "horisont".

Det Euklidiske grænsetilfælde opleves som særlig simpelt, fordi vort sind er formet under næsten Euklidiske forhold i vort nære miljø, men det giver os jo ingen grund til at antage, at denne specielle geometri skulle være eksakt.

I sine videre undersøgelser af retningslinjerne for kosmologien benytter han sig af den triadiske kategorilære. Førstedens kosmologiske tilstand er kaos, for tilfældigheden er noget irreducibelt, et totalt fravær af lov og forståelighed. Tilfældigheden er en uomgængelig bestanddel i nyere fysiske teorier, specielt den kinetiske molekylteori, så ifølge det arkitektoniske princip må den have en ontologisk status som ægte tilfældighed, der ikke blot er en funktion af vores manglende viden. Andetheden repræsenteres af nødvendigheden eller loven, og tredjeheden af tendensen til at danne vaner. Jeg har tidligere beskrevet tredjeheden som lovmæssighedens kategori, så det kan måske virke lidt forvirrende, at loven her repræsenterer andetheden. Andethedens lov er imidlertid fuldkommen stiv, den kan ikke rumme ideen om sin egen opståen og forsvinden, hvorimod tredjehedens lovmæssighed er noget, der kan etableres eller brydes som en vane. Tredjeheden er jo den medierende instans, hvorfra man skal søge at integrere opfattelsen af førsteheden og andetheden. Synspunktet er altså det, at en naturlov er noget, der etableres som en vane, selv om der vil være tale om en meget indgroet vane, når det gælder den uorganiske natur. Peirce mener derfor også, at orden og lovmæssighed, i modsætning til tilfældighed, er noget der kan forstås, og som kræver en forklaring.

Diskussionen af forholdet mellem tilfældighed og nødvendighed er et af de vigtigste og mest kontroversielle i Peirce's naturfilosofi. Tidsskriftets redaktør Dr. Carus følte sig kaldet til at skride ind og påtalte specielt ideen om at tilfældighed går forud for orden, som han betragtede som "det svageste punkt i Mr. Peirce's system". Peirce var klar over, at han

kæmpede mod en meget udbredt tankegang, opstået som følge af fysikkens succes, en "nødvendighedens doktrin", som går ud på, at alt i virkeligheden er præcist og entydigt bestemt af eksakte naturlove. I den anden artikel i Monist-serien "The Doctrine of Necessity Examined" påtog han sig den opgave at påvise svaghederne og inkonsistenserne i denne, efter hans mening, højst skadelige tro.

Tilhængerne af nødvendighedens doktrin mener åbenbart, at den er et uomgængeligt postulat for fysikken, men "at postulere noget er jo blot at håbe, at det er sandt". Doktrinen er da heller ikke almindeligt accepteret, selv om den har eksisteret længe, side om side med andre opfattelser. De græske atomister, og senere stoikerne gik ind for den, og mekanikkens succes gav den for alvor vind i sejlene. Den klassiske mekanik er imidlertid utilstrækkelig, mener Peirce, bl.a. fordi den ikke kan forklare visse forhold inden for termodynamikken, og en ny, atomar mekanik vil formentlig kræve ca. 50 år til sin udvikling (her var Peirce altså lidt for pessimistisk i sin profeti, som iøvrigt er fra den første artikel, 1891). Spydspidsen af den nye udvikling var den statistiske mekanik, som prøvede at forstå termodynamikken, og her var der intet belæg for troen på nødvendighedens doktrin, fordi tilfældigheden spillede en så afgørende rolle, at teorien ville blive meningsløs uden den.

Peirce vender sig også mod den tanke, at en bestemt fysisk størrelse, som beskrives med et reelt tal, skulle have en bestemt værdi, uafhængig af vor bestemmelse af den. En kontinuert størrelse er i princippet altid belagt med usikkerhed og kan overhovedet kun gives mening i forbindelse med en bestemt måleprocedure. Nok er den fysiske størrelse en realitet (semiotisk set: et index), men dens talværdi er en funktion af hele den eksperimentelle kontekst (og derved et symbol).

Naturlove er love for naturfænomener, ikke for tal, og derfor kan de aldrig være eksakte, men er underlagt den allestedsnærværende tilfældighed. Lovene for den uorganiske natur er mere eksakte og konstante end biologiske og psykologiske love, men ikke væsensforskellige herfra. Det abstrakte grænsetilfælde, den eksakte naturlov, kan ikke forklare universets opståen og indretning, specielt den voksende diversitet, men må selv søges forklaret som endemålet for et udviklingsforløb: etable-

ringen af en vane. Dette er i korte træk, Peirce's opfattelse af den fysiske nødvendighed.

En sådan tankegang virker måske ved første øjekast besynderlig eller fordrøjet, som om man opfordres til at give afkald på simple og velordnede fysiske begreber til fordel for en rodet, antropomorf tankegang. Peirce's vanebegreb er imidlertid for generelt og velargumenteret til at kunne affærdiges på den måde, men man kan nok forstå, at samtiden, som var ude af stand til at påskønne relationslogikkens og semiotikkens finesser hovedrystende måtte lægge kosmologien til side. Selv i dag er den umulig at forstå ud fra fysikken alene, hvis man tænker i traditionelle fysiske baner, d.v.s. anvender den fysik, som Peirce kendte til. Hvis man derimod prøver at se den i sammenhæng med de mest moderne kosmologiske udviklingsteorier, afledt af ideen om "the big bang" og foreningen af elementarpartikel- og astrofysikken opdager man pludselig at der måske alligevel kan vise sig at være mening i galskaben. Både stjerner, grundstoffer og elementarpartikler opfattes i dag som opstået ved spontane symmetribrud, nukleationer ud af en tidligere, mere kaotisk fase. Stabile mønstre i fysik og biologi opfattes som "dissipative strukturer", hvis stabilitet skyldes gnidningskræfter (Peirce nævner specielt viscositeten) og hvis opståen er betinget af de fluktuationer, som hører uløseligt sammen med de dissipative kræfters statistiske natur. Peirce's vanebegreb er mere aktuelt i fysikken nu end dengang og repræsenterer en opfattelse, som bliver mere relevant år for år.

Tilfældigheden og nødvendigheden repræsenterer henholdsvis førstehedens og andethedens kategorier og er begge væsentlige i beskrivelse af udviklingen. I Darwinismen optræder disse kategorier som mutationer (arbitrary sporting) og arvelighed. Tredjehedens kategori svarer til et Lamarckistisk udviklingsprincip: den proces hvorved erhvervede egenskaber bliver fixerede, og fortolkes i Darwinismen som "survival of the fittest". I den femte af Monist-artiklerne "Evolutionary Love" kritiserer Peirce Darwinismens udlægning af tredjeheden. Det overordnede princip er ikke kampen for tilværelsen, men kærligheden (græsk: agape), ikke til sig selv, men til andre. Det er ikke noget abstrakt, som i en politisk fløskel, men noget konkret, som vi bygger på i forholdet til vores nærmeste familie, til

dyr og planter og til vore egne ideer, som må fremelskes og hægges om, indtil de er voksne nok til at blive udsat for fornuftens bidende kritik.

Peirce vedkender sig at være et følelsesmenneske og skammer sig ikke over det. Han mener, at Darwinismen er kørt af sporet på grund af egoismen i den amerikanske økonomiske filosofi. I et heftigt udfald kritiserer han inkonsistensen i økonomernes idé: den tanke at private laster, grådighed og magtbegær, ophøjes til dyder på et samfundsniveau. Der er en bitter ironi i at den holdning som pragmatismens stamfader her angriber så voldsomt, af mange i dag vil blive anset for "ægte pragmatisk".

De fem Monist-artikler indleder den sidste periode i Peirce's filosofi. På det tidspunkt havde han gentagne gange måttet revidere sine grundlæggende anskuelser vejledt af sine metodiske opdagelser i relationslogikken og semiotikken, men med den triadiske kategorilære havde han fundet sit arkimediske punkt, hvorfra den videnskabeligt funderede filosofi skulle bygges op. De fem artikler var portalen som skulle lokke den tænksomme forsker ind i huset, og i den første artikel præsenteres de mange spændende rum med stikord i en feberagtig opremsning, som nok har virket mod sin hensigt, som når Ole Opfinder bekendtgør, at han har fundet verdensformelen. Først i dag, efter at offentliggørelsen af store dele af hans efterladte papirer har sat gang i nye tanker inden for sprogvidenskab, logik, kybernetik og "artificial intelligence", og hvor fysikken er ved at gøre sig fri af nødvendighedens doktrin, kan man begynde at se, at det ikke var tomme ord, han udslyngede. I 1891 vidste Peirce, at han uhjælpeligt var stempet som en særling og lukket ude af det gode selskab, og at hans tankers bestemmelsessted var papirbunkerne, hans potentielle forbindelse med fremtiden, hvilket kommer vemodigt til udtryk i slutningen af "The Architecture of Theories": "Den ide har jeg udarbejdet med megen møje: Den gør rede for hovedtrækene i universet som vi kender det, karaktererne af tid, rum, stof, kraft, tyngde, elektricitet o.s.v. Den forudsiger mange flere ting som kun nye observationer kan afprøve. Må en fremtidig student gå over denne jord igen og få lejlighed til at give sine resultater til verden".

5. Ekstrapolation: Peirce's syn på kvantemekanikken.

Jeg har i det foregående forsøgt at give et nogenlunde tro referat af Peirce's naturfilosofi, som den kommer til udtryk i Monist-serien. Nu må det være mig tilladt at føre diskussionen up to date og indblande nogle af mine egne ideer, som har motiveret skrivningen af denne artikel. Peirce har selvfølgelig ikke sagt noget om dette århundredes vigtigste nye gennembrud i naturvidenskaben: relativitetsteorien, kvantemekanikken og evolutionsteorierne inden for molekylærbiologi, elementarpartikel-kosmologi og ikke-ligevægtstermodynamik. Det er dog forhåbentlig fremgået, at det han har sagt snerper kraftigt derhen ad, og at det formentlig ikke ville vælte hans verdensbillede, hvis han blev konfronteret med det, som faktisk er sket.

Diskussionen mellem Peirce og tilhængerne af nødvendighedens doktrin bringer mindelser om en berømt diskussion mellem Niels Bohr og Albert Einstein, hvor Einstein sagde: "Gud spiller ikke med terninger!" og Bohr svarede: "Hold op med at fortælle Gud, hvad han må gøre!" Peirce's mening, som han kaldte tychismen var jo, at tilfældigheden er uomgængelig og reel, så der kan ikke være megen tvivl om, at han ville stille sig på Bohrs parti i denne diskussion.

På Solvay-møderne i 1927-30 fremførte Einstein det ene sindrige tankeeksperiment efter det andet, som skulle påvise inkonsistenser i kvantemekanikken og muligheder for at omgå usikkerhedsrelationerne. Bohrs svar var hver gang i det væsentlige det samme, selv om det varierede i detaljerne: Det er den eksperimentelle kontekst, der sætter mulighederne for, hvilke egenskaber vi kan måle, og det har ikke nogen mening at regne med, at disse egenskaber eksisterer som manifesterede realiteter uden denne kontekst. Igen ville Peirce give Bohr ret; han havde ført en tilsvarende tankegang frem i "The Doctrine of Necessity Examined", og Bohrs synspunkt er helt i tråd med semiotikkens betoning af, at man må skelne mellem de uforstyrrede fysiske systemers index-egenskaber og de eksperimentelt bestemte symbol-egenskaber.

Einstein gav imidlertid ikke op efter sit nederlag i Solvay. I 1935 offentliggjorde han sammen med Podolski og Rosen et ar-

gument (EPR-argumentet), som skulle vise, at selv om kvantemekanikken nok var konsistent inden for visse rammer, kunne man ikke forvente, at den gav en fuldstændig beskrivelse af atomare systemers opførsel. Bohr opfattede tydeligvis dette som en ny variant af Einsteins tidligere angreb og søgte at gendrive det for at påvise umuligheden af, at et ordentligt udført eksperiment skulle kunne give uoverensstemmelse med kvantemekanikkens postulater. Uden overhovedet at gå ind i argumenterne (3) kan man nok konstatere, at Peirce med hensyn til spørgsmålet om kvantemekanikkens ufuldstændighed måtte give Einstein ret. Den tankegang, at en teori skulle være så usårlig over for eksperimentelle modbeviser, som Bohr mente, at kvantemekanikken var, kunne Peirce ikke acceptere, og den er da også i klar modstrid med hans fallibilitetskriterium for videnskabelige teorier.

Går man ind i Bohrs svar til EPR opdager man endnu en modstrid med Peirce's ideer. EPR-argumentet handler om en tænkt måling på et par partikler, som på måletidspunktet er langt fra hinanden, men som tidligere har vekselvirket, således at deres tilstande er korrelerede via en bevarelsessætning, f.eks. for den totale impuls. Det viser sig da, at en måling på den ene partikel ifølge kvantemekanikken vil påvirke tilstanden af den anden partikel øjeblikkeligt. Det strider imidlertid mod relativitetsteoriens tese om, at kausale påvirkninger formidles af fysiske felter, der udbreder sig med en hastighed mindre end eller lig med lysets. EPR konkluderer, at kvantemekanikken derfor ikke kan være gyldig for en sådan situation. Bohr svarer hertil, at godt nok kan der i denne situation ikke være tale om en mekanisk påvirkning af den anden partikel, men der er en definitorisk påvirkning via "selve de betingelser, som definerer de mulige typer af forudsigelser vedrørende systemets fremtidige adfærd".

Peirce ville måske indvende, at betingelserne er givet af kvantemekanikken, så argumentet bider sig selv i halen. Endnu værre er det dog, at Bohr her bryder med sit tidligere sunde princip, at det er den eksperimentelle kontekst, der definerer de egenskaber, der kan måles. I Bohrs svar er det lige pludselig en helt anden kontekst, nemlig en rent begrebsmæssig, der

ganske vist har forbindelse med den eksperimentelle opstilling, men er ude af stand til at udtrykke relationerne over for partiklerne ad fysisk (mekanisk) vej.

Peirce's synspunkt, som han kaldte synechismen og bl.a. udviklede i detaljer i den tredje Monist-artikel "The Law of Mind" var, at kontinuiteten og sammenhængen i natur og ideverden var et uomgængeligt princip, og han ville derfor støtte Einsteins "lokale realisme". Bohrs tankegang, at en rent begrebsmæssig kontekst kan være bestemmende for fysiske egenskaber uden at være sat i scene af fysiske karakteristika ved måleopstillingen bryder med synechismen og kan derfor ikke accepteres af Peirce.

Nu forlyder det i og omkring fysikverdenen, at et EPR-lignende eksperiment er udført i Paris (Aspect et al, Phys. Rev. Letters 49, 1804 (1982)), og at udfaldet har vist, at Bohr havde ret. (Information 15. oktober 1982). Betyder det nu, at Peirce's filosofi falder til jorden sammen med Einsteins lokale realisme?

Det er i sig selv interessant, at synechismen, som er et metafysisk princip, nu viser sig som falsificerbar ved et fysisk eksperiment. Grænsen mellem fysik og metafysik er mere flydende, end man skulle tro, og storheden i Peirce's filosofi viser sig endnu en gang ved, at hans metavidenskab lever op til det fallibilitetskrav, han stillede til videnskaben. Aspect-eksperimentet kan imidlertid ikke accepteres som en falsificering af synechismen, fordi det stadig er langt fra at opfylde de ideelle krav til et sådant eksperiment, som Einstein, Podolski og Rosen opstillede.

Der er en besynderlig modstrid mellem den måde, EPR-eksperimentet beskrives på i lærebøger og teoretiske artikler og så den måde, det foregår på i laboratorievirkeligheden. I teorien er der tale om målinger på partikler, som er helt uafhængige af hinanden. D.v.s. de to partikler antages at blive undersøgt i to forskellige laboratorier, hvor det ene i princippet kan være på Jorden og det andet på den nyopdagede planet ved stjernen Vega. I virkeligheden foregår målingerne på begge partikler inden for samme laboratoriums vægge (største afstand 13 m), og der er ikke mange ting i verden, der hænger så godt sammen

som de to tællere, der registrerer de to adskilte partikler. Hele opstillingen er i elektronisk forstand en enhed, hvor centralt anbragte coincidenstallere foretager registreringerne på en måde, der udelukker at individuelle partiklers detektion kommer til at indgå i statistikken.

Det er altså nemt at angive, hvordan et EPR-eksperiment, som muliggør en falsificering af synechismen, burde udføres: man kan blot henvise til de forskellige lærebøger i kvantemekanik (f.eks. David Bohm's "Quantum Theory" fra 1951), hvor der tales om uafhængige registreringer af de to partikler. Aspect-eksperimentet lever ikke op til dette krav, og dets elektroniske forbundethed giver rige muligheder for en synechistisk-semiotisk forklaring på dets overensstemmelse med kvantemekanikken.

Peirce mente, at lovmæssigheder, incl. kvantemekanikkens, var noget som krævede en forklaring. I modsætning hertil står den københavnske fortolkning af kvantemekanikken som et postulat om en semantisk opfattelse af symbolerne, der på mystisk vis tvinger sig på, uafhængigt af den eksperimentelle kontekst. I dag mener hovedparten af fysikere, at EPR-eksperimenter ikke er værd at udføre, fordi de blot bekræfter, hvad vi ved i forvejen, nemlig at kvantemekanikken er gyldig. Er det kommet dertil, at "københavnerskolen" i dag står som eksponent for en dogmatisk holdning, en filosofisk sovepude, som fritager fysikere fra at prøve at forstå, hvad de laver?

"Blokér ikke undersøgelsens vej!" sagde Peirce. Hans synechisme, konsistent med Einsteins lokale realisme, har stor forklaringskraft i filosofi og fysik og har hidtil vist sig holdbar. Det er vigtigt, at den kan prøves, evt. falsificeres, men den er for værdifuld til at opgive med et skuldertræk og en henvisning til en matematisk formuleret, men begrebsmæssig uafklaret "naturlov". Den tilspidsede situation omkring Aspect-eksperimentet viser blot endnu en gang, og klarere end før, at vi savner en ordentlig teori for måleapparaternes indvirkning på kvantemekaniske systemer. Peirce's semiotik kan måske endnu bidrage til at løse nogle af de semantiske problemer, som den københavnske fortolkning af kvantemekanikken har rejst.

Meget vand er løbet i stranden siden Peirce's dage, og hans filosofi har været glemt, medens videnskaben i det tyvende år-

hundrede stred sig vej gennem områder, han forlængst havde kortlagt. Måske tør man håbe, at nogle af de store paradokser, som stadig plager os, vil finde deres opklaring i Peirce's papirbunker.

Noter og litteraturhenvisninger:

1.a. "Charles Sanders Peirce, Utvalg og innledning av Ingemund Gullvåg", Pax Forlag, Oslo (1972).

De fleste biografiske oplysninger i afsnit 1 er fundet i denne bog. En artikel om Peirce og pragmatismen findes også i:

b. "Vor tids filosofi. Videnskab og sprog". Politikens forlag (1982).

2.a. "Collected Papers, C. S. Peirce" vol. I-VIII. Ed. Charles Hartshorne and Paul Weiss, The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge Mass. (1969).

b. "Writings of Charles S. Peirce, a Chronological Edition", vol. I, Indiana University Press, Bloomington (1982).

Den nye kronologiske samling (b) er planlagt til at omfatte 20 bind a ca. 700 sider. Det skønnes, at de artikler, som Peirce publicerede i sin levetid beløber sig til 12.000 sider og de efterladte papirbunker til 80.000 sider. Der er således håb om, at ca. 1/3 af hans samlede produktion vil være tilgængelig for offentligheden inden for en rimelig nær fremtid. Nyere resultater inden for Peirce-forskningen omtales bl.a. i "The Charles S. Peirce Newsletter", som udgives af The Institute for Studies in Pragmaticism på Texas Tech. University.

3. P. Voetmann Christiansen, GAMMA nr. 52, marts 1983. En artikel om Bohr-Einstein diskussionen og dens filosofiske baggrund.

4.a. C. S. Peirce, 5 artikler i The Monist:

1. The Architecture of Theories, I, 161 (1891)

2. The Doctrine of Necessity Examined, II, 321 (1892)

3. The Law of Mind, II, 534 (1892)

4. Man's Glassy Essence, III, 1 (1893)

5. Evolutionary Love, III, 176 (1893)

Store dele af Monist-serien er også optrykt i

b. "Philosophical Writings of Peirce", ed. J. Buchler, Dover Publications, New York (1955).

ARKITEKTUREN AF TEORIER

af C. S. Peirce

oversat efter

"The Architecture of Theories", The Monist I, 161 (1891)

Bemærkninger om oversættelsen.

Jeg har forsøgt at gøre det så ordret som muligt, men det er ikke altid nemt at finde den rette nuance på dansk, specielt for psykologiske begreber, såsom "mind", "feeling", o.s.v., og nuancerne er vigtige, når man skal forstå Peirce. I tvivlstilfælde har jeg derfor anført det engelske ord i parentes, første gang det optræder, og brugt den samme oversættelse de følgende gange.

Fodnoterne i teksten er Peirce's egne, men de nummererede noter, som findes i en liste efter teksten, er mine.

Arkitekturen af teorier.

Af de halvtreds eller hundrede filosofiske systemer, som er blevet fremsat på forskellige tidspunkter i verdenshistorien har hovedparten nok været ikke så meget resultater af historisk udvikling som glade tanker, der tilfældigvis er dukket op hos forfatterne. En idé, som man finder interessant og frugtbar, tages op og udvikles og tvinges til at yde forklaringer på alle mulige fænomener. Særlig englænderne har været tilbøjelige til at filosofere på denne måde, som Hobbes, Hartley, Berkeley og James Mill vidner om. Det har heller ikke på nogen måde været spildt arbejde; det viser os den sande natur og værdi af de ideer, som udvikles, og giver på denne måde filosofien brugbart materiale. Lige som hvis en mand, grebet af overbevisning om, at papir er et godt byggemateriale, ville arbejde på at bygge et papmaché-hus, med tag af tagpap, fundament af emballagepap, vinduer af paraffineret papir, skorstene, badekar, låse o.s.v., alle af forskellige slags papir; hans forsøg ville sikkert være et nyttigt lærestykke for bygherrer, men huset ville blive afskyeligt, så disse én-idé-filosofier er yderst interessante og instruktive, og dog helt usunde.

De øvrige filosofiske systemer har været reformer i deres natur, af og til i en grad af radikale revolutioner, bragt på vej af visse vanskeligheder, som har vist sig at plage systemer, som før har været på mode, og dette burde sandelig være hovedmotivet for enhver ny teori. Det svarer til en delvis ombygning af et hus. De fejl som er blevet begået er, for det første at forfaldet ikke har været tilstrækkelig gennemgribende, og for det andet, at man ikke har gjort sig umage nok med at bringe tilføjelserne i dyb harmoni med de virkelig sunde dele af den gamle struktur.

Når en mand skal til at bygge et hus, hvilken tankekraft han da må udfolde, før han sikkert kan sætte spaden i jorden! Hvilken umage han må døje for at udtænke de præcise behov som skal opfyldes. Hvilket studium at sikre sig de bedst tilgængelige og egnede materialer, at bestemme den konstruktionsmåde, som passer bedst til materialerne, at besvare hundreder af den slags spørgsmål. Uden at ride for langt på denne metafor tror jeg, vi roligt kan regne med, at de studier som går forud for

konstruktionen af en stor teori bør være mindst lige så formålstjenlige og grundige som de, der går forud for bygningen af et beboelseshus.

At systemer bør konstrueres arkitektonisk er blevet præket siden Kant, men jeg tror ikke, at den fulde vigtighed af denne maxime overhovedet er blevet forstået. Hvad jeg ville anbefale er, at hver person, som ønsker at danne en mening angående fundamentale problemer, skulle først af alt tage et fuldstændigt overblik over menneskelig viden, skulle bemærke de værdifulde ideer i enhver gren af videnskaben, skulle observere præcis på hvilken måde hver især har haft succes, og hvor den har fejlet, for så, i lyset af det således opnåede grundige kendskab til materialet af en filosofisk teori, dens natur og styrke, at gå videre til studiet af, hvad filosofiens problem består i og den rette måde at løse det på. Dette skal ikke forstås således, at jeg vil gå i gang med en fuldstændig opremsning af, hvad alle disse forberedende studier skulle omfatte; tværtimod går jeg bevidst løst hen over mange punkter for at lægge eftertryk på én speciel anbefaling, nemlig at foretage et systematisk studium af de begreber af hvilke en filosofisk teori kan bygges for at klargøre, hvilken plads hvert begreb passer til i en sådan teori, og hvilken brug det er beregnet til.

En passende behandling af dette ene punkt ville fylde et helt bind, men jeg vil forsøge at illustrere min mening ved at se på adskillige videnskaber og udpege begreber i dem som filosofisk egnede. Hvad angår de resultater, som lange studier således påbegyndt har ført mig til, vil jeg blot antyde deres natur.

Vi kan begynde med dynamikken, - vel nok det nutidige område, hvor menneskelig videnskab har gjort den største erobring nogensinde - jeg tænker på loven om energiens bevarelse. Men lad os se tilbage på det første skridt taget af den moderne videnskabelige tanke - og det var et stort spring, - dynamikkens indvielse af Galileo. En moderne fysiker som undersøger Galileo's arbejder forbavses over, hvor lille en rolle eksperimenter spiller i etableringen af mekanikkens grundlag. Han appellerer hovedsageligt til common sense og il lume naturale. Han antager altid, at den sande teori vil vise sig at

være simpel og naturlig. Og vi kan se, hvorfor det sandelig må være således i dynamikken. For eksempel vil et legeme overladt til sin egen inertie bevæge sig i en ret linje, og en ret linje forekommer os at være den simpleste af alle kurver. I sig selv er ingen kurve simplere end en anden. Et system af rette linjer har skæringspunkter, som svarer præcist til dem i et system af ligedannede parabler, anbragt på tilsvarende måde, eller til dem i et hvilket som helst i en uendelighed af kurvesystemer. Men den rette linje forekommer os simpel, fordi, som Euklid siger, den ligger ligeligt mellem sine yderpunkter; d.v.s. fordi, når man ser den fra enden, ser den ud som et punkt. Dette er, igen, fordi lyset bevæger sig i rette linjer på grund af den rolle, som den rette linje spiller i dynamikkens love. 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. Uden sådanne naturlige stikord måtte vi søge i blinde efter en lov som ville passe til fænomenerne, og vores chance for at finde den ville være som én til uendelig. Jo mere fysiske studier afviger fra de fænomener, som direkte har influeret sindets vækst, jo mindre kan vi forvente at finde de love som styrer dem "simple", d.v.s. sammensat af de få begreber, som er naturlige for sindet.

Galileo's forskning, fulgt op af Huygens og andre, førte til de moderne begreber kraft og lov, som har revolutioneret den intellektuelle verden. Den store opmærksomhed, som blev mekanikken til del i det syttende århundrede, lagde så megen vægt på disse begreber, at der opstod en mekanistisk filosofi eller doktrin, at alle fænomener i det fysiske univers bør forklares ud fra mekaniske principper. Newton's store opdagelse gav denne tendens en ny bevægkraft. Den gamle tanke, at varme består i en urolig bevægelse af stoffets smådele blev nu anvendt til en forklaring af gassernes vigtigste egenskaber. Den første antydning i denne retning var, at gassernes tryk kunne forklares ved partiklernes stød mod beholderens vægge, hvilket forklarede Boyle's lov for luftens sammentrykkelighed. Senere blev gassernes udvidelse, Avogadro's kemiske lov, gassers diffusion og viscositet og virkningen af Crookes'

radiometer (1) vist at være følger af den samme kinetiske teori; men andre fænomener, såsom forholdet mellem den specifikke varme ved konstant rumfang og den ved konstant tryk kræver yderligere hypoteser, som vi kun har lille grund til at antage er simple, så vi er ude at svømme. På lignende måde med hensyn til lys, at det består af svingninger blev næsten bevist af diffraktionsfænomenerne, og polarisationseffekten viste, at partiklernes udsving går vinkelret på udbredelsesretningen; men dispersionsfænomener o.s.v. kræver yderligere hypoteser, som muligvis er meget komplicerede. Det ser således ud til, at fremskridtet for molekyllære spekulationer er usikkert. Hvis hypoteser skal afprøves på må og få, eller simpelthen fordi de passer på visse fænomener, vil det optage verdens matematiske fysikere måske et halvt århundrede i middel at få afprøvet hver teori, og da antallet af mulige teorier kan gå op i trillioner, af hvilke kun én kan være sand, har vi kun lille udsigt til at lave flere solide tilføjelser til emnet i vor tid. Når vi kommer til atomerne synes forhåndsmulighederne for en simpel lov at være meget magre. Der er grund til alvorlig tvivl om, at mekanikkens grundlæggende love gælder for enkelte atomer, og det virker ret sandsynligt, at de er i stand til at bevæge sig i mere end tre dimensioner.

For at finde ud af meget mere om molekyler og atomer må vi lede efter en naturlovenes naturhistorie, som kan udfylde den funktion, som antagelsen om simple love udfyldte i dynamikkens tidlige dage, ved at vise os hvilken slags love vi kan forvente og ved at besvare sådanne spørgsmål som dette: Kan vi, med rimelig udsigt til ikke at spille tiden, prøve den antagelse, at atomer tiltrækker hinanden som den inverse syvende potens af deres afstand, eller kan vi ikke? At antage, at naturlove kan opfattes af forstanden men er uden grund for deres specielle former, blot fremstående som uforklarlige og irrationelle, er næppe en position som kan retfærdiggøres. Ensartetheder er præcis den slags kendsgerninger, som trænger til at blive gjort rede for. At en mønt som kastes sommetider viser krone og sommetider plat, kræver ingen særlig forklaring; men hvis den viser krone hver gang, ønsker vi at vide, hvad der har afstedkommet dette resultat. En lov er par excellence den ting,

som behøver en grund.

Nu er den eneste mulige måde, hvorpå man kan redegøre for naturlove og for ensartethed i almindelighed, at antage dem for resultater af en udvikling. Dette antager, at de ikke er absolutte, ikke noget som skal adlydes præcist. Det medfører et element af usikkerhed, spontanitet eller absolut tilfældighed i naturen. Lige som vi, når vi forsøger at verificere en hvilkensomhelst fysisk lov finder, at vore observationer ikke kan tilfredsstille den præcist, og korrekt tilskriver uoverensstemmelsen til målefejl, således må vi antage, at langt mindre uoverensstemmelser eksisterer på grund af selve lovens utilstrækkelige styrke (cogency), en vis slingren af fakta væk fra enhver fast formel.

Mr. Herbert Spencer ønsker at forklare udviklingen ud fra mekaniske principper. Dette er ulogisk af fire grunde. For det første, fordi udviklingsprincippet ikke behøver nogen ydre grund, da tendensen til vækst kan antages selv at have vokset fra en infinitesimal spore, startet ved en tilfældighed. For det andet, fordi en lov mere end noget andet bør antages at være resultatet af en udvikling. For det tredje, fordi eksakte love selvfølgelig ikke kan frembringe heterogenitet ud af homogenitet, og vilkårlig heterogenitet er det mest manifesterede og karakteristiske træk ved universet. For det fjerde, fordi loven om energiens bevarelse er ækvivalent med den sætning, at alle operationer, styret af mekaniske love, er reversible; således at det umiddelbart følger af den, at vækst ikke kan forklares af disse love, selv om vækstprocessen ikke overtræder dem. Kort sagt, Spencer er ikke en filosofisk evolutionist, men kun en halv-evolutionist - en semi-Spencerianer, om man vil. Nu behøver filosofien en gennemgribende evolutionisme, eller ingen.

Darwins teori var, at udviklingen skyldtes virkningen af to faktorer: for det første, arvelighed, princippet som lader afkommet næsten ligne forældrene, medens det dog levner plads til "udskejelser", eller tilfældige variationer - ofte meget små variationer, sjældent større; og for det andet udryddelsen af de typer og racer, som ikke kan få fødselsraten til at holde trit med dødsraten. Dette Darwinistiske princip er helt klart egnet til stor generalisation. Hvor som helst der er et stort antal objekter, som har tendens til at beholde visse træk

uændrede, og hvor denne tendens ikke er absolut, men giver plads til chance-variationer; i så fald, hvis variationens størrelse er absolut begrænset i visse retninger gennem ødelæggelsen af alt som når disse grænser, vil der være en gradvis tendens til ændring i retning væk fra dem. Således hvis en million spillere sætter sig for at spille hasard med lige muligheder; da den ene efter den anden bliver ruineret, vil den gennemsnitlige velstand af de tilbageblevne hele tiden vokse. Her er der utvivlsomt en ægte formel for mulig udvikling, hvad enten dens virkning kan gøre rede for meget eller lidt i udviklingen af dyre- og plantearter.

Den Lamarcke'ske teori antager også, at arternes udvikling har fundet sted gennem en lang række umærkelige ændringer, men den antager at disse ændringer er sket i løbet af individernes liv, som resultat af anstrengelse og øvelse, og at reproduktionen ikke spiller nogen rolle i processen bortset fra at bevare disse modifikationer. På denne måde forklarer den Lamarcke'ske teori kun udviklingen af de karaktertræk, som individerne stræber efter, medens den Darwin'ske teori kun forklarer frembringelsen af karaktertræk, som er gode for racen, skønt disse kan være fatale for individerne *). Men mere bredt og filosofisk opfattet er Darwinsk udvikling en udvikling ved tilfældighedens indvirken og ødelæggelse af dårlige resultater, medens den Lamarcke'ske udvikling er udvikling på grund af vane og anstrengelse.

En tredje udviklingsteori er fremsat af Mr. Clarence King. Vidnesbyrd fra monumenter og sten er, at arter er uændrede eller kun lidt ændrede under normale omstændigheder, men ændres hurtigt efter katastrofer eller hurtige geologiske forandringer. Under nye omstændigheder ser vi ofte dyr og planter skeje voldsomt ud i reproduktion og sommetider endda undergå transformationer i løbet af et individs liv, fænomener som uden tvivl skyldes nedsat vitalitet efter et sammenbrud af tilvænede livsmåder, dels ændret føde, dels en direkte indflydelse af elementet som organismen er indlejret i. Hvis udviklingen er

*) Neo-Darwinisten Weissmann har påvist, at dødelighed er en næsten sikker følge af det Darwinske princips virkning.

foregået på denne måde, har ikke alene dens enkelte skridt været umærkelige, som både Darwinister og Lamarckister antager, men de er desuden hverken tilfældige, på den ene side eller determinerede af en indre stræben på den anden side, men tværtimod virkninger af de ændrede omgivelser og har en positiv generel tendens til at tilpasse organismen til omgivelserne, idet variationer især vil påvirke organer, som på én gang svækkes og stimuleres. Denne udviklingsmåde, ved ydre kræfter og opbrud af vaner, synes at være påkrævet af nogle af de bredeste og vigtigste kendsgerninger fra biologi og palæontologi, samtidig med at den visselig har været den vigtigste faktor i den historiske udvikling af institutioner og ideer og umuligt kan nægtes en meget fremtrædende plads i udviklingen af universet i almindelighed.

Når vi går videre til psykologien, finder vi, at sindets elementære fænomener falder i tre kategorier. For det første har vi følelser (feelings), som omfatter alt umiddelbart nærværende, såsom smerte, blåhed (blue), opstemthed, den følelse som opstår når vi overvejer en konsistent teori, o.s.v. En følelse er en sindstilstand som har sin egen levende kvalitet, uafhængig af enhver anden sindstilstand. Eller, en følelse er et bevidsthedselement, som kan tænkes at tilsidesætte enhver anden tilstand indtil den ville monopolisere sindet, skønt en så rudimentær tilstand ikke kan realiseres i virkeligheden og ikke ville være egentlig bevidsthed. Alligevel er det tænkeligt, eller antageligt, at kvaliteten blåhed kunne bemægtige sig hele sindet med udelukkelse af ideer om form, udstrækning, kontrast, begyndelse og ophør og alle mulige andre ideer. En følelse er nødvendigvis fuldstændigt simpel i sig selv, for hvis den havde bestanddele, ville disse også være i sindet når det hele var nærværende, og så kunne det hele ikke monopolisere sindet *).

Foruden følelser har vi reaktionsfornemmelser; (sensations of reaction) som når en person i blinde pludselig løber ind i en stander, når vi anstrenger musklerne, eller når en følelse

*) En følelse kan ganske vist være sammensat, men kun i kraft af en opfattelse, som ikke er denne følelse eller nogen følelse overhovedet.

viger pladsen for en ny følelse. Antag, at jeg ikke havde andet i mit sind end en følelse af blåhed, som så pludselig veg for en følelse af rødhed; så, i det øjeblik overgangen skete, ville der være et chok, en reaktionsfornemmelse, at mit blå liv blev forvandlet til rødt liv. Hvis jeg yderligere var forsynet med hukommelse, ville den fornemmelse vedvare et stykke tid, og der ville også være en speciel følelse eller stemning (sentiment) forbundet med den. Denne sidste følelse kunne vedvare (det kan tænkes, mener jeg) efter at hukommelsen om handlinger og følelsen af det blå og det røde var forsvundet. Men reaktions-fornemmelsen kan ikke eksistere undtagen i det aktuelle nærvær af de to følelser, blå og rød, som den relaterer til. Når som helst vi har to følelser og retter opmærksomheden mod en relation imellem dem af en vilkårlig art, er der den fornemmelse, som jeg taler om. Men fornemmelsen af aktion og reaktion har to typer: den kan enten være en opfattelse af en relation mellem to ideer, eller den kan være en fornemmelse af aktion og reaktion mellem en følelse og noget uden for følelsen. Og denne fornemmelse af ydre reaktion har igen to former; for den er enten en fornemmelse af, at der sker noget med os, uden at vi selv gør noget, at vi er passive i sagen, eller det er en fornemmelse af modstand, at vi spenderer følelse på et eller andet ydre. Reaktionsfornemmelsen er således en fornemmelse af forbindelse eller sammenligning mellem følelser, enten, A, mellem én følelse og en anden, eller, B, mellem følelse og dens fravær eller lavere grad; og under B har vi, først, fornemmelsen af tilgang (access) af følelse, og dernæst, fornemmelsen af tilbagegang (remission) af følelse.

Meget forskellige fra både følelser og reaktionsfornemmelser er generelle begreber (general conceptions). Når vi tænker, er vi bevidste om, at en forbindelse mellem følelser er bestemt af en generel regel, vi er klar over at vi styres af en vane. Intelligens er ikke andet end lethed ved at danne vaner og ved at følge dem i tilfælde, som i det væsentlige er analoge med, men i uvæsentligheder vidt forskellige fra, de normale tilfælde af følelses-forbindelser under hvilke disse vaner dannedes.

Den ene primære og fundamentale lov for sindets virkemåde består i en tendens til generalisering. Følelser har det med at spredes, forbindelser mellem følelser vækker følelser; nabo-

følelser bliver assimilerede; ideer er tilbøjelige til at reproducere sig selv. Dette er blot nogle af formuleringerne af den ene lov for sindets vækst. Når en forstyrrelse af følelser finder sted, har vi en bevidsthed om at blive rigere, en erfaring rigere; og en ny forstyrrelse er tilbøjelig til at assimilere sig til den der gik forud. Følelser som vækkes bliver lettere at vække, specielt på de måder de tidligere er blevet vækket på. Bevidstheden om en sådan vane udgør et generelt begreb.

Psykologiske fagords uklarhed kan korrigeres ved at forbinde dem med fysiologiske begreber. Følelse kan antages at eksistere, når en nervecelle er i en exciteret tilstand. Følelsesforstyrrelse, eller reaktionsfornemmelse føler transmissionen af forstyrrelse mellem nerveceller eller fra en nervecelle til en muskelcelle eller den ydre stimulation af en nervecelle. Generelle begreber opstår på dannelsen af vaner i nervestof, hvilket er molekylære ændringer følgende dets aktivering og sandsynligvis forbundet med dets ernæring.

Vanens lov udviser en slående kontrast til alle fysiske love i karakteren af dens herredømme. En fysisk lov er absolut. Den kræver en eksakt relation. Således indfører en fysisk kraft i en bevægelse en del-bevægelse, som skal kombineres med resten ved kræfternes parallelogram; men del-bevægelsen må faktisk finde sted nøjagtigt som kraftloven kræver. På den anden side kræves ingen eksakt konformitet af den mentale lov. Nej, eksakt konformitet ville være i direkte modstrid med loven, da det straks ville krystallisere tanken og forhindre al yderligere vanedannelse. Sindets lov kan gøre det mere sandsynligt, at en given følelse opstår. Den ligner således de "ikke-konservative" kræfter i fysikken, såsom viscositet og lignende, som skyldes statistiske ensartetheder i de tilfældige sammenstød af trillioner af molekyler.

Den gamle dualistiske opfattelse af sind og krop, som var så fremtrædende i Cartesianismen, som to radikalt forskellige slags substans, vil næppe finde forsvarere i dag. Når vi benægter dette, drives vi til en form for hylopathisme (2), som ellers kaldes monisme. Så rejser spørgsmålet sig, om de fysiske love på den ene side, og den psykiske lov på den anden, skal antages at være -

(A) uafhængige, en doktrin som ofte kaldes monisme, men som jeg ville kalde neutralisme; eller

(B) den psykiske lov afledet og speciel; den fysiske love uafhængige oprindeligt, hvilket er materialisme; eller

(C) den fysiske lov afledt og speciel, den psykiske love uafhængige oprindeligt, hvilket er idealisme.

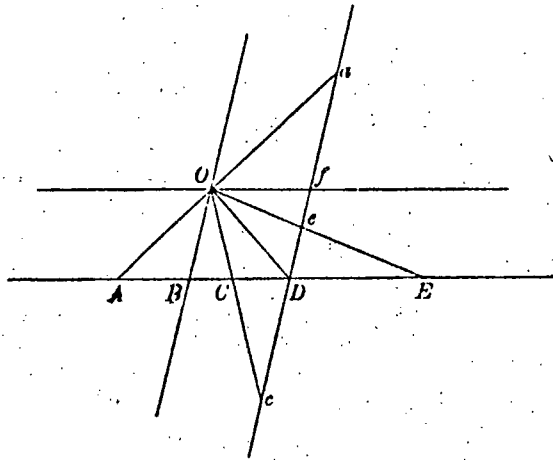
Den materialistiske doktrin forekommer mig lige så frastødende for den videnskabelige logik som for common sense, idet den vil have os til at antage at en vis slags mekanisme skulle kunne føle, hvilket ville være en hypotese som man ikke kan argumentere fornuftigt for, - en i sidste instans uforklarlig regelmæssighed; men den eneste mulige retfærdiggørelse af en teori er, at den skulle gøre tingene klare og rimelige.

Neutralisme kan man afvise med tilstrækkelig grund i den logiske maxime kendt som Ockham's razor, d.v.s. der skal ikke antages flere uafhængige elementer end nødvendigt. At placere de indre og de ydre aspekter af substansen på lige fod synes at gøre begge oprindelige.

Den eneste forståelige teori for universet er den objektive idealisme, at stof er udlevet sind (effete mind), at indgroede vaner bliver til fysiske love. Men før dette kan accepteres må det vise sig i stand til at forklare rummets tredimensionalitet, bevægelseslovene og universets generelle karakteristika med matematisk klarhed og præcision; for intet mindre skulle forlanges af nogen filosofi.

Moderne matematik er overfyldt med ideer som kan anvendes i filosofien. Jeg kan blot fremhæve én eller to. Den måde, som matematikere generaliserer på, er meget instruktiv. Malere er således vant til at tænke på et billede som geometrisk bestående af skæringspunkter mellem dets plan og lysstråler fra det naturlige objekt til øjet. Men geometrikere bruger et generaliseret perspektiv. For eksempel, lad på figuren O være øjet, lad A B C D E være en vilkårlig plan set fra siden, og lad a f e D c være en anden plan set fra siden. Således repræsenterer e punktet E på malerens måde. D repræsenterer sig selv. C repræsenteres af c, som er længere fra øjet; og A repræsenteres af a som er på den anden side af øjet. En sådan generalisation er ikke bundet til sanselige billeder. Yderligere, i-

D represents itself. C is represented by c , which is further from the eye; and A is represented by a which is on the other side of the eye. Such generalisation is not bound down to sensuous images. Further, according to this mode of representation every point on one plane represents a point on the other, and every point on the latter is represented by a point on the former. But how about the point f which is in a direction from



følge denne repræsentationsmåde vil hvert punkt i den ene plan repræsentere et punkt i den anden og hvert punkt i den sidste repræsenteres af et punkt i den første. Men hvad med punktet f som er i en retning fra O parallel med den repræsenterede plan? Nogle vil sige, at disse er undtagelser; men moderne matematikere tillader ikke undtagelser, når de kan annulleres ved generalisation. Når et punkt bevæger sig fra C til D og derfra til E og ud mod uendelig, bevæger det tilsvarende punkt i den anden plan sig fra c til D og derfra til e og hen imod f . Men dette andet punkt kan passere gennem f til a ; og når det er der er det første punkt ankommet til A . Vi siger derfor at det første punkt har passeret gennem uendelig, og at hver linje lukker sammen i sig selv i stil med en oval. Geometrikere taler om dele af linjer i uendelig afstand som punkter. Dette er en form for generalisation som er meget effektiv i matematikken.

Det moderne syn på målinger har et filosofisk aspekt. Der er et ubestemmeligt antal måder at måle på langs en linje; således kan en perspektivisk repræsentation af en skala på én linje bruges til at måle en anden med, skønt sådanne målinger naturligvis ikke vil stemme overens i det vi kalder afstande mellem punkter på den sidste linje. For at oprette et målesystem på en linje må vi tilordne et bestemt tal til hvert punkt på den, og til dette formål må vi simpelthen antage tallene skrevet ud på et uendeligt antal decimalpladser. Disse tal må ordnes langs linjen i en uafbrudt følge. Yderligere, hvis en

sådan talskala skal kunne bruges til noget, må den kunne forskydes til nye positioner, således at hvert tal fortsat er tilordnet et bestemt, enkelt punkt. Man finder nu at hvis dette skal gælde for "imaginære" såvel som for reelle punkter (jeg kan ikke stoppe for at belyse dette begreb) (3), så vil enhver sådan forskydning nødvendigvis lade to tal være tilordnet de samme punkter som før. Så hvis skalaen bevæges over linjen i en eller anden kontinuert række af flytninger af en slags, er der to punkter som ingen tal på skalaen nogensinde kan nå, undtagen de to tal, som er fixerede dér. Dette par punkter, som således er utilgængeligt for måling, kaldes det absolutte. Disse to punkter kan være forskellige og reelle, eller de kan være sammenfaldende eller de kan begge være imaginære. Som eksempel på en lineær størrelse med en dobbelt absolutthed kan vi tage sandsynlighed, som rangerer fra absolut sikkerhed imod et udsagn til en lige så absolut sikkerhed for det. En linje, ifølge normal opfattelse, har vi set er en lineær størrelse hvor de to punkter i det uendelige falder sammen. En hastighed er et andet eksempel. Et tog som går med uendelig hastighed fra Chicago til New York ville være i alle punkter på linjen i nøjagtigt samme tidspunkt, og hvis rejsetiden kunne reduceres til mindre end ingenting, ville det bevæge sig i den modsatte retning. En vinkel er et velkendt eksempel på en form for størrelse uden reelle umålelige værdier. Et af de spørgsmål som filosofien må overveje er, om universets udvikling ligner tilvæksten af en vinkel, således at det i al evighed går fremad uden at tendere mod noget, som det ikke vil nå, hvilket jeg vil betragte som det Epikuræiske synspunkt, eller, om universet udsprang af ingenting i fortiden for at fortsætte i uvished mod et punkt i den uendelig fjerne fremtid, som, hvis det kunne nås, ville være det rene ingenting, som det startede ud fra.

Doktrinen om det absolutte, anvendt på rummet, kommer til dette, at enten -

For det første, er rummet, som Euklid lærer os, både ubegrænset og umåleligt, således at de uendelig fjerne dele af enhver plan i perspektiv ser ud som en ret linje, i hvilket tilfælde summen af de tre vinkler i en trekant beløber sig til

180° ; eller,

For det andet, rummet er umåleligt, men begrænset, således at de uendelig fjerne dele af enhver plan set i perspektiv viser sig som en cirkel, bagom hvilken alt er mørke, og i dette tilfælde er summen af de tre vinkler i en trekant mindre end 180° med et beløb proportionalt med trekantens areal; eller,

For det tredje, rummet er ubegrænset, men endeligt, (som overfladen af en kugle,) således at det ikke har nogen uendelig fjerne dele; men en endelig rejse langs en hvilkensomhelst ret linje ville bringe en tilbage til sin oprindelige position, og hvis man kigger ud med uhindret syn ville man se sin egen nakke enormt forstørret, i hvilket tilfælde summen af de tre vinkler i en trekant overstiger 180° med et beløb proportionalt med arealet.

Hvilken af disse tre hypoteser, der er sand, ved vi ikke. De største trekanter, vi kan måle, har jordbanens diameter som grundlinje og afstanden til en fiksstjerne som højde. Den vinkelstørrelse som resulterer, når vi trækker summen af de to vinkler ved grundlinjen af en sådan trekant fra 180° , kaldes stjernens parallakse. Kun ca. fyrrer stjerner parallakse er indtil nu blevet målt. To af dem kommer ud som negative, den for Arided (α Cygni), en stjerne af størrelsesklassen $1\frac{1}{2}$, som er $-0''.082$, ifølge C. A. F. Peters, og den for en stjerne af størrelse $7\frac{3}{4}$, kendt som Piazzii III 422, som er $-0''.045$ ifølge R. S. Ball. Men disse negative parallakser må uden tvivl tilskrives observationsfejl, for den sandsynlige fejl på en sådan bestemmelse er ca. $\pm 0''.075$, og det ville være yderst mærkeligt hvis vi var i stand til at se, som det måtte være, mere end halvvejs rundt i rummet uden at se stjerner med større negative parallakser. Sandelig må selve det faktum, at af alle målte parallakser er der kun to som har vist sig negative, være et stærkt argument for, at de mindste parallakser virkelig beløber sig til $+0''.1$, hvis det ikke var for den overvejelse, at publikationen af andre negative parallakser kan være blevet tilbageholdt. Jeg tror vi kan føle tiltro til at parallaksen af den fjerneste stjerne ligger et sted mellem $-0''.05$ og $+0''.15$, når der er gået hundrede år til vil vore børnebørn sikkert vide om vinkelsummen i en trekant er større eller mindre end

180°, - at den er nøjagtigt dette beløb er noget som ingen nogensinde kan tillade sig at konkludere. Det er sandt at ifølge geometriens aksiomer er summen af de tre vinkler (sides (?)) af en trekant præcis 180°; men disse aksiomer er nu eksploderet, og geometrikere indrømmer at de, som geometrikere, ikke kender den mindste grund til at tro, at de skulle være præcist sande. De er udtryk for vores medfødte rumopfattelse, og som sådanne er de troværdige, al den stund deres sandhed kunne have influeret på sindets dannelse. Men det giver ikke den fjerneste grund til at antage, at de er eksakte.

Nu har metafysikken jo altid efterbet matematikken. Geometrien udkastede ideen om et bevisende system af absolut sikre filosofiske principper, og metafysikernes ideer har til alle tider for en stor del været trukket ind fra matematikken. De metafysiske aksiomer er efterligninger af de geometriske aksiomer, og nu, da de sidste er blevet smidt over bord, vil de første uden tvivl blive sendt efter dem. Det er for eksempel indlysende, at vi ikke kan have nogen grund til at tro, at ethvert fænomen i alle sine mindste detaljer er præcist bestemt af love. At der er et vilkårligt element i universet kan vi se, - nemlig dets mangfoldighed (variety). Denne mangfoldighed må henføres til en form for spontaneitet.

Hvis jeg havde mere plads burde jeg nu vise hvor vigtigt det matematiske kontinuitetsbegreb er for filosofien (4). Det meste af hvad der er sandt hos Hegel er et dunkelt glimt af et begreb, som matematikerne længe inden havde gjort ret klart, og som den nyeste forskning yderligere har belyst.

Blandt de mange logiske principper som finder anvendelse i filosofien kan jeg her kun nævne ét. Tre begrebsdannelser viser sig bestandigt på hvert punkt i enhver logisk teori, og i de mest afrundede systemer optræder de i forbindelse med hinanden. Det er begrebsdannelser af en sådan bredde, og som følge deraf vage, at de er svære at fatte og derfor let overses. Jeg kalder disse begreber for Førsteheden, Andetheden, Tredjeheden (First, Second, Third). Førsteheden er opfattelsen af væren eller eksistens uafhængigt af noget andet. Andetheden er opfattelsen af væren relativt til, opfattelsen af reaktion med noget andet. Tredjeheden er opfattelsen af formid-

ling (mediation), hvorved et første og et andet sættes i relation. For at illustrere disse ideer vil jeg vise, hvordan de indgår i dem vi har set på. Tingenes begyndelse, ikke betragtet som førende til noget, men i sig selv, indeholder Førstehedens idé, tingenes ende, Andetheden, og processen som formidler mellem dem, Tredjeheden. En filosofi som lægger vægt på ideen om Den Ene er i almindelighed en dualistisk filosofi i hvilken andethedens begreb får overdreven opmærksomhed; for denne Ene (skønt naturligvis indeholdende førstehedens idé) er altid den anden i en mangfoldighed som ikke er én. Ideen om de Mange har, da mangfoldighed er vilkårlighed og vilkårlighed er fornægtelse af enhver Andethed, som sin vigtigste komponent Førstehedens begreb. I psykologien er Følelse Først, Reaktionsfornemmelse Andet, Generelt begreb Tredje, eller formidling. I biologien er ideen om tilfældige udskejelser Første, arvelighed er Andet, processen hvorved tilfældigt erhvervede karkaterer bliver fixerede er Tredje. Sind er Først, Stof er Andet, Udvikling er Tredje.

Sådan er de materialer af hvilke en filosofisk teori hovedsageligt burde bygges for at repræsentere den tilstand af viden som det nittende århundrede har bragt os til. Uden at gå ind i andre vigtige spørgsmål for den filosofiske arkitektur kan vi let forudse hvilken slags metafysik der passende ville blive konstrueret fra disse begreber. Lige som nogle af de ældste og nogle af de nyeste spekulationer ville det være en Kosmogonisk (5) filosofi. Den ville antage at i begyndelsen, - uendelig fjernt, - var der et kaos af upersonaliseret følelse, som da den var uden forbindelse og regelmæssighed egentlig var uden eksistens. Denne følelse, som skejede ud her og der i ren vilkårlighed ville have startet sporen til en generaliserende tendens. Dens andre udskejelser ville være flygtige, men denne ville have den dyd at vokse. Således ville tendensen til vane blive startet; og fra denne med de andre udviklingsprincipper ville alle universets regelmæssigheder blive udviklet. Til hver en tid vil imidlertid et element af ren chance overleve og forblive indtil verden bliver et fuldstændig perfekt, rationelt og symmetrisk system, hvor sindet er krystalliseret i den uendelig fjerne fremtid.

Den ide har jeg udarbejdet med megen møje: Den gør rede for hovedtrækkene i universet som vi kender det, karaktererne af tid, rum, stof, kraft, tyngde, elektricitet o.s.v. Den forudsiger mange flere ting som kun nye observationer kan afprøve. Må en fremtidig student gå over denne jord igen og få lejlighed til at give sine resultater til verden.

Charles S. Peirce

Noter og ordforklaringer.

- (1) Crookes' radiometer: Et velkendt lille apparat, som Peirce var meget glad for. Det består af en glasbeholder med luft ved lavt tryk ca. 1/100 mm Hg. Inde i beholderen er anbragt en letløbende lille mølle, hvis vinger er blanke på den ene side og sorte på den anden side. Når møllen belyses, vil den løbe rundt med den sorte vingeside bagest i omløbsretningen. Effekten skyldes, at strålingen absorberes på den sorte side, som derfor modtager hårdere molekylstød end den blanke side.
- (2) Hylopathisme: Den lære, at materien, som sådan, har følelse og lidenskaber.
- (3) Absolutte, reelle og imaginære punkter: Peirce refererer her til begrebsdannelser i den projektive geometri, se f.eks.
T. E. Faulkner, Projective Geometry, Oliver and Boyd, London (1952).
- (4) Kontinuitetsbegrebet er grundlaget for den filosofiske opfattelse, som Peirce kaldte synechismen og udviklede mere detaljeret i "The Law of Mind", The Monist II, 534 (1892). Hans idé er bl.a. at ideer og ting vekselvirker ved berøring i et psyko-fysisk kontinuum, at det subjektive "nu" er et infinitesimalt tidsinterval, som er noget andet end et punkt, at personligheden er et sammensat tegn, et generelt begreb, og individet derfor en illusion.
- (5) Kosmogoni: Lære om verdensordenen, Verdens skabelse, oprindelse og udvikling.

- 1/78 "TANKER OM EN PRAKSIS" - et matematikprojekt.
Projektrapport af Anne Jensen, Lena Lindenskov, Marianne Kesselhahn og Nicolai Lomholt.
Vejleder: Anders Madsen.
- 2/78 "OPTIMERING" - Menneskets forøgede beherskelsemuligheder af natur og samfund.
Projektrapport af Tom J. Andersen, Tommy R. Andersen, Gert Kreinoe og Peter H. Lassen.
Vejleder: Bernhelm Booss.
- 3/78 "OPGAVESAMLING", breddekursus i fysik.
Lasse Rasmussen, Aage Bonde Kræmmer, Jens Højgaard Jensen.
- 4/78 "TRE ESSAYS" - om matematikundervisning, matematiklæreruddannelsen og videnskabsrindalismen. Nr. 4 er p.t. udgået.
Mogens Niss.
- 5/78 "BIBLIOGRAFISK VEJLEDNING til studiet af DEN MODERNE FYSIKS HISTORIE".
Helge Kragh.
- 6/78 "NOGLE ARTIKLER OG DEBATINDLÆG OM - læreruddannelse og undervisning i fysik, og - de naturvidenskabelige fags situation efter studenteroprøret".
Karin Beyer, Jens Højgaard Jensen og Bent C. Jørgensen.
- 7/78 "MATEMATIKKENS FORHOLD TIL SAMFUNDSØKONOMIEN". Nr. 7 er udgået.
B.V. Gnedenko.
- 8/78 "DYNAMIK OG DIAGRAMMER". Introduktion til energy-bound-graph formalismen.
Peder Voetmann Christiansen.
- 9/78 "OM PRAKSIS' INDFLYDELSE PÅ MATEMATIKKENS UDVIKLING". - Motiver til Kepler's: "Nova Stereometria Doliorum Vinariorum".
Projektrapport af Lasse Rasmussen.
Vejleder: Anders Madsen.
-
- 10/79 "TERMODYNAMIK I GYMNASIET".
Projektrapport af Jan Christensen og Jeanne Mortensen.
Vejledere: Karin Beyer og Peder Voetmann Christiansen.
- 11/79 "STATISTISKE MATERIALER"
red. Jørgen Larsen
- 12/79 "LINEÆRE DIFFERENTIALLIGNINGER OG DIFFERENTIALLIGNINGSSYSTEMER". Nr. 12 er udgået.
Mogens Brun Heefelt
- 13/79 "CAVENDISH'S FORSOEG I GYMNASIET".
Projektrapport af Gert Kreinoe.
Vejleder: Albert Chr. Paulsen

- 14/79 "BOOKS ABOUT MATHEMATICS: History, Philosophy, Education, Models, System Theory, and Works of Reference etc. A Bibliography". Nr. 14 er p.t. udgået.
Else Hoyrup.
- 15/79 "STRUKTUREL STABILITET OG KATASTROFER i systemer i og udenfor termodynamisk ligevægt".
Specialeopgave af Leif S. Striegler.
Vejleder: Peder Voetmann Christiansen.
- 16/79 "STATISTIK I KRÆFTFORSKNINGEN".
Projektrapport af Michael Olsen og Jørn Jensen.
Vejleder: Jørgen Larsen.
- 17/79 "AT SPORGE OG AT SVARE i fysikundervisningen".
Albert Christian Paulsen.
- 18/79 "MATHEMATICS AND THE REAL WORLD", Proceedings of an International Workshop, Roskilde University Centre, Denmark, 1978. Preprint.
Bernhelm Booss & Mogens Niss (eds.).
- 19/79 "GEOMETRI, SKOLE OG VIRKELIGHED".
Projektrapport af Tom J. Andersen, Tommy R. Andersen og Per H.H. Larsen.
Vejleder: Mogens Niss.
- 20/79 "STATISTISKE MODELLER TIL BESTEMMELSE AF SIKRE DOSER FOR CARCINOGENE STOFFER".
Projektrapport af Michael Olsen og Jørn Jensen.
Vejleder: Jørgen Larsen.
- 21/79 "KONTROL I GYMNASIET - FORMÅL OG KONSEKVENSER".
Projektrapport af Crilles Bacher, Per S. Jensen, Preben Jensen og Torben Nysteen.
- 22/79 "SEMIOTIK OG SYSTEMEGENSKABER (1)".
1-port lineært response og støj i fysikken.
Peder Voetmann Christiansen.
- 23/79 "ON THE HISTORY OF EARLY WAVE MECHANICS - with special emphasis on the role of reality".
-
- 24/80 "MATEMATIKOPFATTELSE hos 2.G'ERE". Nr. 24 a+b er p.t. udgået.
a+b 1. En analyse. 2. Interviewmateriale.
Projektrapport af Jan Christensen og Knud Lindhardt Rasmussen.
Vejleder: Mogens Niss.
- 25/80 "EKSAMENSOPGAVER", Dybdemodulet/fysik 1974-79.
- 26/80 "OM MATEMATISKE MODELLER". Nr. 26 er p.t. udgået.
En projektrapport og to artikler.
Jens Højgaard Jensen m.fl.
- 27/80 "METHODOLOGY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE IN PAUL DIRAC'S PHYSICS".
Helge Kragh.
- 28/80 "DIELEKTRISK RELAXATION - et forslag til en ny model bygget på væskernes viscoelastiske egenskaber".
Projektrapport, speciale i fysik, af Gert Kreinøe.
Vejleder: Niels Boye Olsen.

- 29/80 "ODIN - undervisningsmateriale til et kursus i differentiaalligningsmodeller".
 Projektrapport af Tommy R. Andersen, Per H.H. Larsen og Peter H. Lassen.
 Vejleder: Mogens Brun Heefelt
- 30/80 "FUSIONSENERGIEN - - - ATOMSAMFUNDETS ENDESTATION".
 Oluf Danielsen. Nr. 30 er udgæet.
 Udkommer medio 1982 på Fysik-, Matematik- og Kemilærer-
 nes forlag.
- 31/80 "VIDENSKABSTEORETISKE PROBLEMER VED UNDERVISNINGSSY-
 STEMER BASERET PÅ MENGDDELÆRE". Nr. 31 er p.t. udgæet
 Projektrapport af Troels Lange og Jørgen Karrebæk.
 Vejleder: Stig Andur Pedersen.
- 32/80 "POLYMERE STOFFERS VISCOELASTISKE EGENSKABER - BELYST
 VED HJÆLP AF MEKANISKE IMPEDANSMALINGER OG MOSSBAUER-
 EFFEKTMALINGER".
 Projektrapport, speciale i fysik, af Crilles Bacher og
 Preben Jensen.
 Vejledere: Niels Boye Olsen og Peder Voetmann Chri-
 stiansen.
- 33/80 "KONSTITUERING AF FAG INDEN FOR TEKNISK-NATURVIDENSKA-
 BELIGE UDDANNELSER. I-II".
 Arne Jakobsen.
- 34/80 "ENVIRONMENTAL IMPACT OF WIND ENERGY UTILIZATION".
 ENERGY SERIES NO.1. Nr. 34 er udgæet.
 Bent Sørensen. Publ. i "Renewable Sources of Energy and the Environment",
 Tycooli International Press, Dublin, 1981.
- 35/80 "HISTORISKE STUDIER I DEN NYERE ATOMFYSIKS UDVIKLING".
 Helge Kragh.
- 36/80 "HVAD ER MENINGEN MED MATEMATIKUNDERVISNINGEN ?".
 Fire artikler.
 Mogens Niss.
- 37/80 "RENEWABLE ENERGY AND ENERGY STORAGE".
 ENERGY SERIES NO.2.
 Bent Sørensen.
-
- 38/81 "TIL EN HISTORIEORI OM NATURERKENDELSE, TEKNOLOGI
 OG SAMFUND". Nr. 38 er p.t. udgæet
 Projektrapport af Erik Gade, Hans Hedal, Henrik Lau
 og Finn Physant.
 Vejledere: Stig Andur Pedersen, Helge Kragh og
 Ib Thiersen.
- 39/81 "TIL KRITIKKEN AF VÆKSTØKONOMIEN".
 Jens Højgaard Jensen.
- 40/81 "TELEKOMMUNIKATION I DANMARK - oplæg til en teknolo-
 givurdering". Nr. 40 er p.t. udgæet
 Projektrapport af Arne Jørgensen, Bruno Petersen og
 Jan Vedde.
 Vejleder: Per Nørgaard.
- 41/81 "PLANNING AND POLICY CONSIDERATIONS RELATED TO THE
 INTRODUCTION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES INTO ENERGY
 SUPPLY SYSTEMS".
 ENERGY SERIES NO.3.
 Bent Sørensen.

- 42/81 "VIDENSKAB TEORI SAMFUND - En introduktion til materialistiske videnskabsopfattelser".
Helge Kragh og Stig Andur Pedersen.
- 43/81 1. "COMPARATIVE RISK ASSESSMENT OF TOTAL ENERGY SYSTEMS".
2. "ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF DECENTRALIZATION".
ENERGY SERIES NO.4.
Bent Sørensen.
- 44/81 "HISTORISK UNDERSØGELSE AF DE EKSPERIMENTELLE FORUDSÆTNINGER FOR RUTHERFORDS ATOMMODEL".
Projektrapport af Niels Thor Nielsen.
Vejleder: Bent C. Jørgensen.
-

45/82

- 46/82 "EKSEMPLARISK UNDERVISNING OG FYSISK ERKENDELSE - I+II ILLUSTRERET VED TO EKSEMPLER".
Projektrapport af Torben O. Olsen, Lasse Rasmussen og Niels Dreyer Sørensen.
Vejleder: Bent C. Jørgensen.
- 47/82 "BARSEBACK OG DET VÆRST OFFICIELT-TÆNKELIGE UHELD".
ENERGY SERIES NO.5.
Bent Sørensen.
- 48/82 "EN UNDERSØGELSE AF MATEMATIKUNDERVISNINGEN PÅ ADGANGSKURSUS TIL KØBENHAVNS TEKNIKUM".
Projektrapport af Lis Eilertzen, Jørgen Karrebæk, Troels Lange, Preben Nørregaard, Lissi Pedersen, Lauust Rishøj, Lill Røn, Isac Showiki.
Vejleder: Mogens Niss.
- 49/82 "ANALYSE AF MULTISPEKTRALE SATELLITBILLEDER".
Projektrapport af Preben Nørregaard.
Vejledere: Jørgen Larsen & Rasmus Ole Rasmussen.
- 50/82 "HERSLEV - MULIGHEDER FOR VEDVARENDE ENERGI I EN LANDSBY". ENERGY SERIES NO.6.
Rapport af Bent Christensen, Bent Hove Jensen, Dennis B. Møller, Bjarne Laursen, Bjarne Lillethorup og Jacob Mørch Pedersen.
Vejleder: Bent Sørensen.
- 51/82 "HVAD KAN DER GØRES FOR AT AFHJÆLPE PIGERS BLOKERING OVERFOR MATEMATIK?".
Projektrapport af Lis Eilertzen, Lissi Pedersen, Lill Røn og Susanne Stender.
- 52/82 "DESUSPENSION OF SPLITTING ELLIPTIC SYMBOLS".
Bernhelm Booss & Krzysztof Wojciechowski.
- 53/82 "THE CONSTITUTION OF SUBJECTS IN ENGINEERING EDUCATION".
Arne Jakobsen & Stig Andur Pedersen.
- 54/82 "FUTURES RESEARCH" - A Philosophical Analysis of Its Subject-Matter and Methods.
Stig Andur Pedersen & Johannes Witt-Hansen.

55/82 "MATEMATISKE MODELLER" - Litteratur på Roskilde
Universitetsbibliotek.
En bibliografi.
Else Høyrup.

Vedr. tekst nr. 55/82:
Se også tekst 62/83.

56/82 "ÉN - TO - MANGE" -
En undersøgelse af matematisk økologi.
Projektrapport af Troels Lange.
Vejleder: Anders Madsen.

57/83 "ASPECT EKSPERIMENTET" -
Skjulte variable i kvantemekanikken?
Projektrapport af Tom Juul Andersen.
Vejleder: Peder Voetmann Christiansen.

Nr. 57 er udgået.

58/83 "MATEMATISKE VANDRINGER" - Modelbetragtninger
over spredning af dyr mellem småbiotoper i
agerlandet.
Projektrapport af Per Hammershøj Jensen &
Lene Vagn Rasmussen.
Vejleder: Jørgen Larsen.

59/83 "THE METHODOLOGY OF ENERGY PLANNING".
ENERGY SERIES NO. 7.
Bent Sørensen.

60/83 "MATEMATISK MODEKSPERTISE" - et eksempel.
Projektrapport af Erik O. Gade, Jørgen Karrebæk og
Preben Nørregaard.
Vejleder: Anders Madsen.

61/83 "FYSIKS IDEOLOGISKE FUNKTION", som et eksempel på
en naturvidenskab - historisk set.
Projektrapport af Annette Post Nielsen.
Vejledere: Jens Høyrup, Jens Højgaard Jensen og
Jørgen Vogelius.

62/83 "MATEMATISKE MODELLER" - Litteratur på Roskilde
Universitetsbibliotek.
En bibliografi. 2. rev. udgave
Else Høyrup

63/83 "CREATING ENERGY FUTURES: A SHORT GUIDE TO
ENERGY PLANNING".
ENERGY SERIES No. 8
David Crossley & Bent Sørensen

64/83 "VON MATHEMATIK UND KRIEG".
Bernhelm Booss og Jens Høyrup

65/83 "ANVENDT MATEMATIK - TEORI ELLER PRAKSIS".
Projektrapport af Per Hedegård Andersen, Kirsten
Habekost, Carsten Holst-Jensen, Annelise von Moos,
Else Marie Pedersen, Erling Møller Pedersen.
Vejledere: Bernhelm Booss & Klaus Grünbaum

66/83 "MATEMATISKE MODELLER FOR PERIODISK SELEKTION I
ESCHERICHIA COLI".
Projektrapport af Hanne Lisbet Andersen, Ole
Richard Jensen og Klavs Frisdahl.
Vejledere: Jørgen Larsen og Anders Hede Madsen

- 67/83 "ELIPSOIDE METODEN - EN NY METODE TIL LINEÆR PROGRAMMERING?"
Projektrapport af Lone Billmann og Lars Boye
Vejleder: Mogens Brun Heefelt
- 68/83 "STOKASTISKE MODELLER I POPULATIONSGENETIK"
- til kritikken af teoriladede modeller.
Projektrapport af Lise Odgård Gade, Susanne Hansen, Michael Hviid, Frank Molgård Olsen.
Vejleder: Jørgen Larsen.
- 69/83 "ELEVFORUDSÆTNINGER I FYSIK"
- en test i l.g med kommentarer
Albert Chr. Paulsen
- 70/83 "INDLÆRINGS- OG FORMIDLINGSPROBLEMER I MATEMATIK PÅ VOKSEUNDERVISNINGSNIVEAU"
Projektrapport af Hanne Lisbet Andersen, Torben J. Andreasen, Svend Age Houmann, Helle Glerup Jensen, Keld Fl. Nielsen, Lene Vagn Rasmussen.
Vejleder: Klaus Grünbaum & Anders H. Madsen
- 71/83 "PIGER OG FYSIK"
- et problem og en udfordring for skolen?
Karin Beyer, Sussanne Blegaa, Birthe Olsen, Jette Reich & Mette Vedelsby
- 72/83 "VERDEN IFØLGE PEIRCE" - to metafysiske essays, om og af C.S. Peirce.
Peder Voetmann Christiansen

ISSN 0106-6242