

Jørgen Røysland Aarnes

# Fysikk som symbolsk form

Cassirers vitenskapsfilosofi og dens relevans for moderne fysikk

Masteroppgave i filosofi

Veileder: Ståle Finke

Mai 2022



Jørgen Røysland Aarnes

## **Fysikk som symbolsk form**

Cassirers vitenskapsfilosofi og dens relevans for moderne fysikk

Masteroppgave i filosofi  
Veileder: Ståle Finke  
Mai 2022

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Det humanistiske fakultet  
Institutt for filosofi og religionsvitenskap



Kunnskap for en bedre verden



# Sammendrag

I denne masteroppgaven besvares spørsmålet om hvordan vi kan forstå den moderne fysikkens objektivitet og fysikkens plass i vår helhetlige erkjennelse, ved hjelp av Ernst Cassirers vitenskapsteori og kulturfilosofi. Cassirers filosofi har fått fornyet oppmerksomhet de siste tiår, men faglitteraturen lider av flere mangler når det kommer til fremstilling og bruk av hans vitenskapsteori. Ved å ta utgangspunkt i Cassirers nykantianske bakgrunn og hans vitenskaps- og erkjennelsesteoretiske verk, utforsker jeg hvordan vi kan forstå fysikkens objekter og objektivitet, og hvordan Cassirers vitenskapsteori kan betraktes som en form for vitenskapelig strukturalisme. Etter en drøfting av hvordan vi kan forstå Cassirer som en strukturell realist innenfor en relativisert form for kantiansk transcendent idealisme, flyttes fokus til hva fysikkens plass er blant menneskets mangfoldige former for erkjennelse og meningsdannelse. Innenfor Cassirers symbolske formers filosofi utgjør ikke fysikken en form for erkjennelse som har eksklusiv tilgang på sannhet og virkelighet. Fysikken er snarere én av flere symbolske former som inngår i helheten av menneskelig erfaringskonstruksjon. I lys av Cassirers omfattende kulturfilosofi drøftes spenninger mellom de symbolske formenes teleologi og autonomi, samt mellom de symbolske formenes inkommensurabilitet og oversettbarhet. Innsikter fra denne drøftingen bidrar til en økt forståelse for den matematiske fysikkens erfaring og til en oppklaring av misforståelser i den vitenskapsteoretiske faglitteraturen.



# Abstract

This master's thesis answers the question of how we can understand the objectivity of contemporary physics and the place of physics in our holistic cognition, with the help of Ernst Cassirer's philosophy of science and philosophy of culture. Cassirer's philosophy has received renewed attention in recent decades, but the scholarship suffers from several shortcomings when it comes to the presentation and use of his philosophy of science. Based on Cassirer's neo-Kantian background and his works on science and epistemology, I explore how we can understand the objects and objectivity of physics, and how Cassirer's philosophy of science can be regarded as a form of scientific structuralism. After a discussion of how we can understand Cassirer as a structural realist within a relativized form of Kantian transcendental idealism, the focus shifts to what place physics has in the diverse forms of cognition and meaning formation that make up the human experience. Within Cassirer's philosophy of symbolic forms, physics does not constitute a mode of cognition that has exclusive access to reality and truth. Physics is, rather, one of several symbolic forms that together construct the whole of the human experience. I discuss tensions within Cassirer's extensive philosophy of culture, tensions between the teleology and autonomy of the symbolic forms, as well as between the symbolic forms' incommensurability and translatability. Insights from this discussion contribute to an increased understanding of the experience of mathematical physics and to a clarification of misunderstandings in scholarship on philosophy of science.





# Innhold

Sammendrag .....	i
Abstract .....	iii
Forord.....	vii
Om originaltekster og oversettelser .....	ix
<b>Kapittel 1 Innledning</b>	<b>1</b>
1.1 Bakgrunn.....	2
1.2 Problemstilling .....	5
1.3 Tekstens oppbygning .....	6
<b>Kapittel 2 Kant, Cassirer og Marburgerskolen</b>	<b>8</b>
2.1 Marburgerskolens filosofiske metode.....	9
2.2 Marburgerskolens Kant-revisjonisme .....	13
<b>Kapittel 3 Fysikkens objektivitet</b>	<b>22</b>
3.1 Strukturell realisme .....	23
3.2 Substansbegreper og funksjonsbegreper .....	33
3.3 Objekter og eksperimenter i fysikk.....	43
3.4 Konsekvenser av en funksjonsorientert epistemologi.....	60
<b>Kapittel 4 Fysikk som symbolsk form</b>	<b>73</b>
4.1 Fra erkjennelseskritikk til kulturkritikk .....	76
4.2 Spenninger i de symbolske formers filosofi .....	83
4.3 Fra vitenskapsteori til vitenskapskritikk .....	93
4.4 Avsluttende bemerkninger .....	97
<b>Bibliografi</b>	<b>102</b>



# Forord

Denne avhandlingen inngår som en del av en utdanning som kvalifiserer til mastergrad i filosofi, avlagt ved Institutt for filosofi og religionsvitenskap ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Arbeidet som presenteres i denne avhandlingen er uavhengig, upublisert, originalt arbeid av meg, Jørgen Røysland Aarnes. Masterarbeidet har blitt veiledet av Ståle Finke, professor i filosofi ved Institutt for filosofi og religionsvitenskap.

Da jeg begynte på masterprogrammet i filosofi tenkte jeg i utgangspunktet å videreføre mitt tidligere arbeid om skjønnhet og estetiske aspekter i matematisk fysikk. Min veileder, Ståle, foreslo i den forbindelse at jeg skulle ta en titt på Ernst Cassirers filosofi, for å utvide det kantianske perspektivet jeg arbeidet ut fra. Cassirers arbeid slo meg imidlertid som omfattende og lite tilgjengelig, og begrensningen når det gjaldt både oversettelser og sekundærlitteratur var noe avskrekkende. Jeg må innrømme at dette inntrykket ble bekreftet da jeg først leste Cassirer. Cassirers måte å drive filosofi på, hvor historiske, analytiske og dialektiske metoder går sammen i én argumentasjon – og hvor Heraklit, Kant og Einstein kan diskuteres på én side, og Platon, Goethe og Dewey på neste – er ikke alltid lett å lese. Men når man først kommer inn i Cassirers språk og hans systematiske fremgangsmåte, fremtrer et filosofisk innhold av et omfang og dybde som har få like i vår tid. I lys av denne filosofien kom min første prosjektidé i bakgrunnen. Spørsmålene om matematisk skjønnhet i fysikken kan, slik jeg ser det nå, ikke besvares før mer grunnleggende spørsmål om fysikk og menneskelig erkjennelse er besvart. Det er slike spørsmål jeg tar for meg i denne masteroppgaven.

I dag ligger Cassirer lenger unna den filosofiske allfarvei enn flere andre filosofer fra hans samtid, som Husserl, Heidegger, Russell og Wittgenstein. Etter et dypdykk i Cassirers filosofi er jeg imidlertid av den mening at hans arbeid i like stor grad som deres fortjener å bli lest, diskutert og kritisert, og jeg er glad for å kunne bidra til å fremme og aktualisere Cassirers filosofi i denne avhandlingen.

Å kunne bruke de siste to årene på å lese Cassirer har vært en enorm berikelse, og jeg vil i den forbindelse rette en stor takk til Ståle, som ikke ga seg, men fortsatte å fremme Cassirers relevans for mine filosofiske interesser. Jeg vil også takke Ståle for hans mange gode innspill til min Cassirer-lesning, og for mangt et forslag til litteratur og temaer som har gitt denne teksten både langt større bredde og skarpere fokus enn det den ville hatt uten.

Jeg vil også rette en takk til mine medstudenter på masterprogrammet i filosofi. De mange gode diskusjonene (eller polemikkene) om filosofi og ulike filosofiske posisjoner – hvor perspektivene rager fra stoisisme til fenomenologi og psykoanalyse – har hjulpet meg med å

sortere egne tanker og sette eget arbeid inn i en bredere filosofisk sammenheng. Her vil jeg spesielt takke Thomas Kadim for mange gode samtaler og Oskar Knutsen Brennhagen for hans lesing av et utkast av denne teksten. Jeg vil også takk mine redaksjonskollegier i *Begrep Tidsskrift for filosofi*, for både spennende og travle år med filosofisk publisering. Her vil jeg spesielt trekke frem medansvarlig redaktør Filippo Venanzis store innsats, som har gjort det mulig for meg å skrive en masteroppgave samtidig som jeg har hatt redaktøransvar der. Jeg vil også takke mine venner og medarrangører i *Forum for feministisk filosofi*, hvor jeg har hatt mulighet til å diskutere mange relevante tema som ikke har fått plass i denne avhandlingen.

Å bruke de siste årene på studier, og å flytte fokuset fra min egen fysikkforskning til et filosofisk metaperspektiv på fysikk, er noe jeg hverken kunne ha gjort eller ville ønsket å gjøre uten støtte av min samboer og livspartner, Maria Bårdsen Hesjedal. Takk for din støtte, for dine kjærlige omfavnelser og din skarpe filosofiske kritikk. Intet bidrag har vært viktigere.

## Om originaltekster og oversettelser

I denne masteroppgaven har jeg etterstrebet å bruke Cassirers tekster på originalspråket i den grad de er tilgjengelige. Jeg anser dette som viktig både fordi disse tekstene utgjør det teoretiske rammeverket for denne avhandlingen og fordi flere av oversettelsene av hans vitenskaps-teoretiske verk er upresise.

Det er imidlertid ikke slik at alle kan lese tysk – fra min generasjon er det snarere et mindretall som behersker dette språket. For å la teksten være tilgjengelig for flest mulig har jeg derfor inkludert oversettelser av originaltekstene i fotnoter. Til dette har jeg brukt utgitte oversettelser der det foreligger. Da svært få av Cassirers tekster er oversatt til norsk er flere av oversettelsene i fotnotene på engelsk. I motsetning til tysk anser jeg det ikke som urimelig å forvente at leseren behersker engelsk. Der det ikke foreligger hverken engelske eller norske oversettelser er oversettelsene mine egne.



# Kapittel 1

## Innledning

Siden den vestlige filosofiens begynnelse i antikkens Hellas har det vært en sterk kobling mellom filosofi og det vi i dag betegner som naturvitenskap. Da nykantianeren Ernst Cassirer publiserte sitt første systematiske verk, *Substanzbegriff und Funktionsbegriff*, i 1910 argumenterte han for at det i filosofien foreligger en gjennomgående misforståelse av matematikken og naturvitenskapens objekter og sannheter. Denne misforståelsen beror på at filosofien tviholder på ideen om et substansielt grunnlag, som naturvitenskapene forsøker å avbilde. En slik underliggende substans finner vi, ifølge Cassirer, som premiss både i teoriene til empirister og idealister, og i teoriene til hans samtids nye logikere. Som et alternativt la Cassirer frem en teori om matematisk naturvitenskap grunnlagt på en funksjonsforståelse av matematikken og fysikkens begreper, hvor et vitenskapsobjekt må forstås på bakgrunn av relasjonene det progressivt veves inn i, fremfor ved dets substans, vesen eller essens. I tiårene etter publikasjonen av *Substanzbegriff und Funktionsbegriff* drøfter Cassirer blant annet hvordan de nye store gjennombruddene i fysikken kan forstås på bakgrunn av en slik funksjonsorientert epistemologi. Han utvider også sin erkjennelsesteori til å bli en langt mer omfattende kulturfilosofi. I *Philosophie der symbolischen Formen* (1921, 1923, 1929) finner vi fysikk og andre naturvitenskaper som én form for erkjennelse – én blant flere former for frembringelse og symbolsk forming av menneskets verden.

Til tross for at det som kalles en Cassirer-renaissance har funnet sted de siste tiårene, er Cassirers vitenskapsfilosofi lite kjent og lite utbredt i filosofifaget i dag, sammenlignet med dominerende varianter av vitenskapelig realisme og antirealisme. I denne avhandlingen vil jeg ta for meg Cassirers vitenskapsfilosofi, og argumentere for at den er en både original, radikal og relevant forståelse av fysikk. Ved hjelp av Cassirers vitenskapsteori, erkjennelsesteori og kulturfilosofi, vil jeg fremsette en posisjon som både kan være et fruktbart bidrag til å forstå fysikkens historiske utvikling og dens nye gjennombrudd, og som kan plassere fysikken i den helhet som utgjør menneskets erfaring.

## 1.1 Bakgrunn

Det forrige århundret startet med en krise i fysikken, hvor tillitten til naturlovene falt i takt med den økende avvisningen av fysikkens etablerte teorier. Som uttrykt av matematikeren Henry Poincaré, hersket en følelse av at vitenskapen var gått bankerott:

The ephemeral nature of scientific theories takes by surprise the man of the world. Their brief period of prosperity ended, he sees them abandoned one after another (...); he predicts that the theories in fashion today will in a short time succumb in their turn, and he concludes that they are absolutely in vain. This is what he calls the *bankruptcy of science*. (1902/1905, s. 160)

Denne krisen i fysikken nådde nye høyder gjennom utviklingen av relativitetsteori ved Einstein og kvantemekanikken ved Planck, Bohr, Schrödinger og andre, i de første tiårene av det 20. århundre. Da utviklingene i fysikken forkastet tradisjonens begreper om absolutt tid og rom, skillet mellom materie og energi, og deterministiske naturlovers enevælde, ble nettopp disse forkastede begrepene og prinsippene påfallende som historiske aspekter ved den tilsynelatende ahistoriske naturvitenskapen.

De filosofiske konsekvensene av fysikkens utvikling lot ikke vente på seg, og de dominerende tendensene i europeisk filosofi kan på dette punktet deles i to oppopperende leire. På de ene siden finner vi utviklingen av den antimetafysiske logiske positivismen. Arvtagerne av Ernst Machs positivistiske program om naturvitenskaper som erkjennelsesøkonomiserende modeller for beskrivelser av det gitte, lot seg inspirere av den vitenskapelige fremgangen og den nye logikken, og ville utvide vitenskapens rekkevidde til å bli høyeste dommer for all empirisk sannhet i henhold til «*the spirit of a scientific conception of the world*» (Hahn et al., 1929/1973, s. 301). Ifølge Wiener-kretsens logiske positivister skulle kun det verifiserbare være mål for undersøkelse. Alt annet skulle forkastes fra vitenskap, forskning og filosofi, i positivistenes kamp mot metafysisk dogmatikk. På den andre siden finner vi Heideggers eksistensielle fenomenologi. Her ble vitenskapen redusert til noe ikke-tenkende<sup>1</sup>, som enkelte (noe ensidig) oppfattet som at den utelukkende står i teknikkens tjeneste og er verdiløs med tanke på det Heidegger kaller *Daseins* selvforståelse. I henhold til et slikt perspektiv kunne bare kunsten, ikke vitenskapen, redde mennesket ut av sin fremmedgjøring og verdensløshet.

Mellom disse posisjonene – om vi skal tro narrativet i Michael Friedmans *A Parting of Ways* (2000) – finner vi Cassirer. Mellom Rudolf Carnap og Martin Heidegger, mellom

---

<sup>1</sup> Det skal sies at verbet «å tenke» anvendes i ikke-konvensjonell forstand av Heidegger her, slik at hans utsagn «Die Wissenschaft denkt nicht» (Heidegger, 1951/2002, s. 9) ikke nødvendigvis må å leses som en verdidom. Videre drøfting av dette overlater jeg til Heidegger-litteraturen.



positivisme og antipositivisme, presenteres Cassirer som den eneste betydningsfulle filosof fra det 20. århundre som både tar utviklingene i naturvitenskapene og grunnlagskrisene i historiske og kulturelle vitenskaper på alvor.<sup>2</sup>

Cassirers filosofi inntar imidlertid ikke bare en forsonende mellomposisjon mellom positivisme og antipositivisme. I Cassirers vitenskapsteori og kulturfilosofi finner vi en avvisning av det som kan sees på som et felles premiss i forståelsen av naturvitenskap i begge disse opponerende filosofiske tendensene – en felles oppfatning av hva vitenskapen er, tross ulik vurdering av hvilken betydning den har (se Skidelsky, 2008, s. 20). Fremfor å blindt avvise eller blindt omfavne naturvitenskapene, argumenterer Cassirer mot et substansgrunnlag som vitenskapen skal avbilde og for naturvitenskapens relevans for den menneskelige erfaringen. Alt i 1910 utvikler han en forståelse av vitenskapsobjektet og fysikkens funksjonsbegreper som konstituert gjennom fysikkens objektivitet under en regulativ idé om enhet i fysikken. I videre vitenskapsteoretiske undersøkelser om relativitetsteorien (1921/1980) og kvantemekanikken (1936/1980) argumenterer Cassirer på overbevisende vis for en videreutvikling og bekreftelse av oppløsningen av substansbegrepet til fordel for funksjonsbegrepet i fysikken. Til tross for Cassirers filosofi beskjeftiger seg med og imøtekommer de radikale endringene i fysikken på 1910- og 20-tallet, forsvinner Cassirer ut av vitenskapsteorien (av historiske grunner, ifølge Friedman), som stadig mer befester seg i posisjonene *analytisk* og *kontinental* i vestlig filosofi etter andre verdenskrig.

Spørsmål om vitenskapens sannhet blir sentralt i den analytiske filosofien, og ulike typer *vitenskapelig realisme*, ved Quine, Putnam og Boyd gjør seg dominerende<sup>3</sup> blant angloamerikanske filosofer (for et historisk overblikk, se Liston, u.å.). Gjennom sine historiske analyser av naturvitenskapen aktualiserer imidlertid Thomas Kuhn (1962/2012) vitenskapens grunnlagskrise på nytt. Kuhns paradigmatisk bilde på vitenskapen rokker ikke bare ved fysikkens teoretiske fundament, men også ved dens fremgang og metode.<sup>4</sup>

---

<sup>2</sup> Til tross for at Friedmans fremstilling skriver frem mange interessante skjæringspunkter mellom Heidegger og Cassirer, og mellom Cassirer og Carnap, er denne fremstillingen noe ensidig. I Cassirers samtid finner vi også andre tenkere – som dem i Frankfurterskolen – som med forankring i både samfunnsvitenskap og sosiologi kritiserer den moderne vitenskapen og vitenskapsteorien.

<sup>3</sup> Denne dominansen av ulike former for realisme holder stand den dag i dag. Ifølge undersøkelsen til Bourget og Chalmers (2021) anser 72% av de spurte filosofene seg som tilhenger av en form for vitenskapelig realisme. Merk at av de 7685 spurte er 6112 fra vestlige, engelskspråklige land, og de resterende 1573 er engelskpubliserende filosofer fra andre land (Bourget & Chalmers, 2021, Target Population). I den grad utvalget er representativt er det representativt for angloamerikansk filosofi.

<sup>4</sup> Denne utviklingen sprer seg som ild i tørt gress, og i kjølvannet av Kuhn følger en mer radikal «vitenskapsteori», ved tenkere som Feyerabend, Lakatos, Barns og Bloor, og Latour. Her begrenser jeg meg til utviklingen innenfor den epistemologisk orienterte vitenskapsteorien.

Selv etter å ha imøtekommet enkelte av Kuhns mest radikale argumenter vedblir et forstyrrende moment av vitenskapens historisitet i den analytiske filosofiens vitenskapelige realisme, i form Larry Laudans såkalte pessimistisk metainduksjon (se Laudan, 1981): Hvordan kan vi være realister om dagens beste teorier, når historiens beste teorier igjen og igjen har blitt forkastet og erstattet av nye? Et mulig svar på dette finner vi i formuleringene av det såkalte «No Miracles»-argumentet, som i korte trekk går ut på at vitenskapens enorme suksess ville vært et mirakel, om ikke vitenskapens teorier er sanne (eller i det minste tilnærmet sanne). Som fremhevet av blant annet Paul Dicken (2016) lider imidlertid realisme/anti-realisme-debatten av vesentlige problemer, som at både «No-Miracles»-argumentet og den pessimistiske metainduksjonen utgjør såkalte «base rate»-feilslutninger. Fremfor å fortsette og lappe sammen løsningene for å redde disse argumentene bør vi forlate debatten til fordel for nye og mer lovende utviklinger, som dem vi finner i den *vitenskapelig strukturelle realismen*, ifølge Dicken.

I forbindelse med fremveksten av den strukturelle realismen i vitenskapsteorien de siste tiårene har Cassirers vitenskapsteori blitt hentet frem på ny, som en relevant forståelse av moderne fysikk. Røttene til den strukturelle realismen i vitenskap bygger nemlig på tidlig 1900-talls filosofi fra Cassirer, Poincaré, Russell, og andre (se Gower, 2000), og i ulike moderne formuleringer tas Cassirers vitenskapsteori til inntekt for den strukturelle realismen som presenteres (French & Ladyman, 2003; Ladyman et al., 2007).

Utover bruk i strukturell realisme har Cassirers vitenskapsteori også fått økt oppmerksomhet de siste tiår gjennom forståelsen av *a priori* i vitenskapen. Friedman (2001) argumenterer for en relativisering av *a priori*, altså for at vitenskapenes mulighetsbetingelser skal forstås som dynamiske og relative til en historisk kontekst. Friedman setter Cassirers historisisme opp mot Kuhns, men går selv i en mer positivistisk retning. Denne fremstilling av Cassirer møter imidlertid motstand i litteraturen, hvor det argumenteres for at Friedman både overser sammenhengen mellom regulative og konstitutive prinsipper i Cassirers vitenskapsteori, og Cassirers egen relativisering av det kantianske *a priori* (Ferrari, 2012; Mormann, 2012; se også Friedman, 2012, for svar på kritikken). I nyere forskning på Cassirer vitenskapsteori finner vi flere bidrag som gjennom eksegetisk og idéhistorisk tilnærming gir et mer nyansert bilde av Cassirers vitenskap- og erkjennelsesteori (Ferrari, 2015; Heis, 2014a, 2014b; Mormann, 2008; Ryckman, 2005).

Det er imidlertid flere gjennomgående mangler i faglitteraturen om Cassirer, både i den nyere forskningen på Cassirer vitenskapsteori og i hvordan Cassirer tas til inntekt for strukturelle realisme. Jeg har identifisert tre av disse manglene i litteraturen som: (1) Innenfor

litteraturen om strukturelle realisme er det et stort fokus på utviklinger i moderne fysikk, og bidragsytene til den strukturelle realismen har et skarpt øye til fysikkens teoriutvikling og den moderne fysikkens beste teorier. Bruken av Cassirer her preges imidlertid av forenklende og tidvis misvisende Cassirer-lesninger. (2) I kommentarlitteraturen som har Cassirer som sitt hovedfokus finner vi svært gode fremstillinger av Cassirers vitenskapsteori. Her mangler imidlertid et engasjement med moderne fysikk og med den moderne vitenskapsteorien.<sup>5</sup> Der utviklinger som strukturell realisme kommenteres i denne litteraturene er det på overfladisk vis. (3) Faglitteraturen om Cassirers vitenskapsteori overser i stor grad at Cassirers vitenskapsteori er en del av en helhetlig filosofi om symbolske former.<sup>6</sup> En fremstilling av fysikken som del av den helhetlige menneskelige erkjennelsen og meningsdannelsen, ved en lesning av Cassirers vitenskap- og erkjennelsesteori gjennom hans kulturfilosofi, mangler i litteraturen.

## 1.2 Problemstilling

Problemstillingen for denne masteroppgaven er: Hvordan kan vi forstå den moderne fysikkens grunnlag og objektivitet, og fysikkens plass i vår helhetlige erkjennelse ved hjelp av Cassirers vitenskapsteori og kulturfilosofi?

For å besvare problemstillingen vil jeg drøfte Cassirers vitenskaps- og erkjennelsesteori i lys av (i) Cassirers bakgrunn i Marburgerskolen, (ii) den strukturelle realismen og (iii) Cassirers kulturfilosofi. Jeg vil med andre ord sette en grundig og moderne lesning av Cassirers vitenskapsteori inn andre vitenskapsteoretiske utviklinger og inn i Cassirers helhetlige filosofiske prosjekt, og med dette forsøke å imøtekomme manglene jeg har identifisert i faglitteraturen. Som indikert ovenfor vil jeg argumentere for at Cassirers vitenskapsteori er en relevant forståelse av moderne fysikk og fysikkens plass i den åpne helheten som utgjør menneskelig meningsdanning og erkjennelse.

Resultatet vil være en fremstilling av Cassirers vitenskapsteori som en form for vitenskapelig strukturalisme, som er innved i en helhetlig forståelse av menneskelig symbolsk

---

<sup>5</sup> Dette skiller kommentarlitteraturen sterkt fra hvordan Cassirer selv bedrev filosofi, som var ved kontinuerlig utveksling med både meningsfeller og meningsmotstandere. Mest berømt av Cassirers konfrontasjoner med meningsmotstandere er nok den såkalte Davos-disputten mellom ham og Heidegger (se f.eks. Finke, 2016; Gordon, 2010; Torjussen & Berdinesen, 2013a). Cassirer inngikk imidlertid i en rekke andre meningsutvekslinger med sin samtids filosofer og fysikere. Blant hans samtalepartnere (utenfor Marburgerskolen) finner vi fysikere som Max Planck og Albert Einstein og vitenskapsteoretikere som Moritz Schlick, Heinrich Rickert og Hans Reichenbach.

<sup>6</sup> Denne mangelen er også påpekt i Edward Skidelskys Cassirers-biografi (2008), som også tar et steg i retning av å imøtekomme denne mangelen. Skidelskys fokus er imidlertid mindre på fysikk og matematikk enn på idéhistorisk bakgrunn og innflytelser på Cassirers tenkning fra Goethe, Aby Warburg og andre, samt hvordan Cassirer skiller seg fra filosofer som Heidegger og Schlick.

erkjennelse og meningsdannelse. I denne helheten inngår fysikken som symbolsk form – en av flere måter å frembringe erkjennelser og objekter i vår erfaring, i henhold til sitt særegne formasjonsprinsipp. Med forankring i Cassirers filosofi – en filosofi som åpner for en erkjennelsespluralitet konstituert av historiske-kulturelt betingede symbolske funksjoner – vil analysen gi nye perspektiver på fysikkens muligheter og fysikkens begrensninger.

### **1.3 Tekstens oppbygning**

Denne masteroppgaven er delt i fire kapitler. I dette første kapitlet er målet å gjøre det klart hvorfor jeg har valgt å fokusere på Cassirers vitenskapsfilosofi, samt å beskrive noen utviklinger i faglitteraturen som kan hjelpe oss i den videre utforskningen.

I andre kapittel tar jeg for meg Cassirers filosofiske bakgrunn. Cassirer er en av de fremste filosofene tilknyttet Marburgerskolen. Denne nykantianske skolen kjennetegnes ikke av bestemte filosofiske teser eller dogmer, men utgjør en heterogen sammensetning av filosofer som kom sammen under en revisjonistisk Kant-lesning og en bestemt filosofisk metodologi. I kapitlet tar jeg for meg de aspektene ved Marburgerskolens som er viktigst for å forstå Cassirers filosofiske utvikling og hans filosofiske prosjekt.

I tredje kapittel rettes fokuset mot fysikken forstått i lys av Cassirers vitenskap- og erkjennelsesteori, med mål om å avdekke hva som utgjør fysikkens grunnlag, og hva som kjennetegner fysikkens objektivitet og fysikkens objekter. I dette omfattende kapitlet søker jeg å imøtekomme de to første manglene i litteraturen som jeg har identifisert ovenfor. Jeg begynner med å se på noen sentrale utviklinger i den moderne strukturelle realismen, og identifiserer noen problematiske aspekter knyttet til både den epistemiske og den ontiske strukturelle realismens manglende fundament og substansorienterte epistemologi. Etter dette følger en grundig redegjørelse og drøfting av Cassirers vitenskapsteori, slik den fremstår fra Cassirers vitenskapsteoretiske verk, aktualisert gjennom noen eksempler fra klassisk og moderne fysikk. Denne lesningen av Cassirer settes så opp mot den i litteraturen om strukturell realisme og opp mot Friedmans diskusjon av det relativiserte a priori. Gjennom dette søker jeg å klargjøre den strukturelle realismens grunnlag og Cassirers strukturalistiske posisjon, samt å supplere kommentarlitteraturens kritikk av Friedman med noen nye argumenter.

I det fjerde kapittel løftes blikket fra fysikk og teoretisk erkjennelse, til hvordan fysikk inngår i dannelsen av en mangfoldig og meningsfull erfaringsvirkelighet. I lys av Cassirers kulturfilosofi drøfter jeg hvordan fysikkens verdenskonstruksjon har sitt opphav i og hvordan den skiller seg fra andre symbolske former og formasjonsprinsipper, som dem vi finner i mytisk tenkning og i naturlig språk. Her tar jeg også for meg noen spenninger i de symbolske formers

filosofi: spenninger mellom teleologi og autonomi, og inkommensurabilitet og oversettbarhet mellom de ulike symbolske formene. Gjennom drøftingen i dette kapitlet imøtekommes den tredje av manglene i faglitteraturen, noe som også setter slutningene fra de foregående kapitlene i et nytt lys. En løsning på antinomien som avtegner seg mellom de ulike forståelsene av de symbolske formene lar oss nemlig returnere til fysikkens objekter og formasjonsprinsipper. Med en forståelse av fysikken som symbolsk form kan vi nå identifisere noen utbredte misforståelser i den vitenskapsorienterte litteraturen. Disse misforståelsene innebærer ulike varianter av ensidighet i forståelse av fysikken, som kan problematiseres gjennom begrepene domestisering og remytifisering av fysikken. Avslutningsvis drøftes også sammenhengen mellom fysikk og andre naturvitenskaper og betydningen fysikk har i menneskets mangfoldige symbolske univers.

## Kapittel 2

# Kant, Cassirer og Marburgerskolen

Marburgerskolen, ledet av Hermann Cohen og Paul Natorp, var ved inngangen til det 20. århundre et av de viktigste sentre for filosofi i Tyskland. Sammen med andre nykantianske skoler utgjorde nykantianismen ved Marburgerskolen en av de dominerende akademiske trendene i europeisk filosofi.<sup>7</sup> Marburg-nykantianismen er først og fremst kjent for sitt fokus på naturvitenskap og erkjennelseskritikk, og for en idiosynkratisk Kant-lesning. Skolen stod i opposisjon til psykologisme og positivisme, og ble etter hvert konkurrerende mot, og senere utkonkurrert av, to andre hurtigvoksende filosofiske retninger: fenomenologien ved Brentano, Husserls, og unge Heidegger, på den ene siden, og den symbolske logikken til Frege og Russell på den andre.

Cassirer kom til Marburgerskolen som ung og lovende akademiker, og utviklet sitt eget filosofiske prosjekt under sterk innflytelse av Cohen. I sin filosofiske modning var Cassirer langt mer positiv til utviklingene i både fenomenologien og den nye logikken enn det Cohen var, og som jeg kommer tilbake til i kapittel fire skiller Cassirers filosofi seg fra enkelte kjernepunkter i Marburgerskolens nykantianske program. Kant og Marburg-kantianismen utgjør likevel den viktigste innflytelsen på både Cassirers tidlige og sene filosofi. Enten Cassirer tar for seg naturvitenskapenes begreper (Cassirer, 1910), tidlige og moderne språk (Cassirer, 1923/2010) eller autoritære styresetts politiske myters (Cassirer, 1946) går han frem ved å ta utgangspunkt i noe foreliggende og søke dets grunnleggende betingelser og muligheter for utvikling. Denne filosofiske fremgangsmåten er en variant av det Marburg-kantianerne kalte *den transcendentale metoden*. Metoden er dypt forankret i deres nykantianske filosofi som tar det værende som noe har blitt til og som avviser at det kan foreligge noe gitt objekt utenfor erfaring.

For å forstå Cassirer er det derfor nødvendig å forstå deler av Marburgerskolens særegenheter. I dette kapittelet skal vi se på noen av aspektene fra Marburg-kantianismen som

---

<sup>7</sup> For å få inntrykk av Marburgerskolens innflytelse, se f.eks. Veal (2005, spesielt 24n49 og 25n62).

i stor grad preger Cassirers filosofiske prosjekt: Marburg-kantianernes transcendentale metode og tre sentrale momenter i deres revisjonistiske Kant-lesning.

## 2.1 Marburgerskolens filosofiske metode

Cohens verk *Kants Theorie der Erfahrung* (først utgitt i 1871, oppdatert og vesentlig utvidet utgave i 1885) kan ses på som det verket og den Kant-lesningen som etablerte det filosofiske grunnlaget i Marburgerskolen. I boka går Cohen systematisk til verks i sin kritiske lesning av Kants filosofi, hvor han har som mål – som «slagordet» til Marburgerskolen etterhvert ble – å forstå Kants filosofi bedre enn Kant forsto den selv.

For Cohen var Kant en filosof som ikke først og fremst stod for én bestemt filosofisk doktrine, men som ville lære bort hvordan å filosofere (Natorp, 1912, s. 193-194). Å filosofere tas her i en bestemt betydning, nemlig å følge det Cohen kaller den transcendentale metoden<sup>8</sup>:

Es ist in der That die Methode, welche die Untersuchungen Kants in allen Fragen leitet, welche seine Philosophie von denen der Vorgänger bei aller Verwandtschaft der Tendenzen, wie bei aller Gemeinschaft der Probleme und Begriffe dennoch gänzlich unterscheidet. In dieser Methode vorzugsweise besteht die Originalität und die Mission Kants. Diese Methode ist die transscendentale. (Cohen, 1885, s. 63)<sup>9</sup>

I en forelesning om Marburgerskolen beskriver Natorp den transcendentale metoden som en metode som består av to deler (1912, s. 196-197):

- (1) Filosofi som går frem ved den transcendentale metoden tar utgangspunkt i «fakta» fra et gitt «kulturområde». Kulturområdet Marburg-filosofene primært tar utgangspunkt i er naturvitenskapen, som for dem utgjør den høyeste formen for universalitet og erkjennelse – men også fakta fra etikken og estetikkens område undersøkes i deres transcendentale analyser.
- (2) Når kulturområdets fakta er identifisert, søkes det å avdekke mulighetsbetingelsene for disse faktaene. Den kritiske filosofen søker å avdekke grunnlaget og lovmessigheten

---

<sup>8</sup> Selv om betegnelsen «transcendental metode» også i dag brukes om Kants fremgangsmåte (se f.eks. Guyer og Woods innledning til Cambridge-utgaven av *Kritikk av den rene fornuft* (1998, s. 5)), er ikke dette et begrep Kant selv bruker, hverken i *Kritikk av den rene fornuft* eller i *Prolegomena*. Når begrepet «transcendental metode» brukes av Marburg-kantianerne, må dette forstås i en bestemt teknisk betydning, og ikke forveksles med hvordan betegnelsen brukes i vår samtids Kant-lesninger.

<sup>9</sup> [Det er da faktisk metoden – den som leder Kants undersøkelser i alle spørsmål – som skiller hans filosofi fullstendig fra den til hans forgjengere, tross alle fellestrekk i tendenser, og likheter i problemer og begreper. Kants originalitet og hensikt består først og fremst i denne metoden. Denne metoden er den transcendentale. (min oversettelse)]

som utgjør mulighetsbetingelsene for disse faktaene, og dermed besvare spørsmålet om hvordan «objektformasjonen» av kulturområdets «objekter» er mulig.<sup>10</sup>

Når utgangspunktet for den transcendentale metoden er vitenskapens «fakta», melder det seg spørsmål om hva som utgjør disse faktaene og hvordan de skal tolkes. Er det naturvitenskapens matematiske beskrivelser som utgjør vitenskapens «fakta»? Skal disse beskrivelsene i så fall forstås som fast bestemte, som sannheter om naturen, eller som del av en dynamisk utvikling? Og skal grunnlaget og lovmessigheten som søkes avdekket ved den transcendentale metoden gjelde uavhengig av videre utviklinger i naturvitenskapene? I neste kapittel skal vi dykke langt inn i Cassirers svar på disse spørsmålene. La oss nå i første omgang se kort på noen fellestrekk ved hvordan Marburg-filosofene stiller seg til fakta i vitenskapen og til vitenskapenes utvikling og lovmessighet.

### **Vitenskapens fakta og vitenskapens utvikling**

Mens Kants syntetiske fremgangsmåte i *Kritikk av den rene fornuft* gikk frem *in abstracto* fra begreper, er den analytiske, transcendentale metoden fokusert på konkrete fakta og objekter. Som påpekt av Sebastian Luft finner vi i Marburgerskolen en utarbeidelse av fornuftens abstrakte faktum gjennom vitenskapens konkrete faktum (2009, s. 224-225).

For Marburg-kantianernes undersøkelser foreligger vitenskapens konkrete faktum som noe eksisterende som den filosofiske undersøkelsen tar utgangspunkt. Faktumet skal likevel forstås som et faktum som har *blitt til* i og gjennom vitenskapens egne undersøkelser. Faktumet er med andre ord ikke bare noe *værende* som filosofen kan undersøke, men noe *tilblivende* – noe som er dannet i vitenskapens egne undersøkelser. For å bruke Natorps formulering: faktumet er et *Fieri* – noe som blir til (Natorp, 1912, s. 200, 209; 1921/2015, s. 203). Som Cassirer skriver i et tidlig arbeid: «das 'Faktum' der Wissenschaft ist und bleibt freilich seiner Natur nach ein geschichtlich sich entwickelndes Faktum.» (1906/1995, s. 18)<sup>11</sup>. Det er på bakgrunn av en slik prosessforståelse av faktumet at andre del av den transcendentale metoden

---

<sup>10</sup> Fra dette kan vi se den transcendentale metodens parallell i Kants analytiske, regressive metode for begrunnelse av syntetiske a priori begreper og utsagn i *Prolegomena*. Her skriver Kant at «(...) since the method we are now following is to be analytic, we will consequently start from the position: that such synthetic but pure rational cognition is actual; but we must nonetheless next *investigate* the ground of this possibility (...)» (1783/2004, s. 27, 4:276). Denne analytiske metoden står i motsetning til det Kant kaller den syntetiske, progressive metoden (1783/2004, 4:276n), som han anvendte i *Kritikk av den rene fornuft*. I motsetning til Marburg-kantianernes bruk av den transcendentale metoden, tas den analytiske metoden kun i bruk av Kant for å begrunne ren matematikk og ren naturvitenskap. Dette er de eneste områdene som presenterer sine objekter i anskuelsen på en slik måte at de kan begrunnes ad analytisk vei, ifølge Kant (1783/2004, s. 30, 4:279ff).

<sup>11</sup> [Vitenskapen faktum er og blir, i henhold til sin natur, virkelig et historisk utviklet faktum (min oversettelse)]



skal forstås. Ved hjelp av den transcendentale metoden skal filosofen beskrive det historisk utviklede faktumets tilblivelsesmuligheter og systematiske utviklingsprosess.

Marburg-filosofiene forstår vitenskapen som noe som stadig utfolder seg i konstruksjonen av nye objekter og forbindelser dem imellom, fremfor noe som leter etter et endelig svar. Når den transcendentale metoden tar utgangspunkt i faktumet som noe som har blitt til, og søker dets mulighetsbetingelser, er det derfor underforstått at filosofien ikke leter etter et fundament som sikrer, statisk og evig kunnskap. Grunnlaget som søkes skal snarere sikre muligheten for *generativ* utfoldelse av vitenskapen, som vitenskapsobjektene og vitenskapsfaktaene slik de foreligger i dag kan forstås på bakgrunn av.

Heller ikke vitenskapens grunnlag, som Marburg-kantianerne forsøker å avdekke, skal forstås som et absolutt fundament som utgjør vitenskapsfaktumets første og siste begynnelse.<sup>12</sup> Det som søkes er snarere bestemte funksjoner og formasjonsprinsipper som gjør at vi kan forstå hvordan vitenskapens mangfoldige utviklinger gjennom historien har vært mulig, og som kan peke ut retningen til disse utviklingene i samtidens vitenskap.

Vitenskapens mulighetsbetingelser ligger ikke klart for dagen, som noe som kan plukkes opp direkte fra vitenskapsfaktaene eller vitenskapsobjektene selv for så å drøftes i Marburg-filosofenes vitenskapsteori og erkjennelseskritikk. For å søke formasjonsprinsippene som kan forklare vitenskapsobjektets historiske utvikling, vender Marburg-filosofienes seg til vitenskapshistorien. Kun i vitenskapens prosess, og ved tilbakeføring av samtidens vitenskapelige faktum i denne prosessen, kan den transcendentale undersøkelsens sikres.<sup>13</sup> Med andre ord må vitenskapens historiske og systematiske utvikling forstås for å forstå og begrunne samtidens vitenskapelige teorier. Det er i denne utviklingen at vitenskapsfaktumet *fremtrer* som et *Fieri*.

Vitenskapens utvikling innehar ikke bare en bestemt lovmessighet, ifølge Marburg-filosofene, men også bestemt retning: Vitenskapens system av lover og prinsipper følger en asymptotisk utvikling mot et fullstendig bestemt, enhetlig system. Den asymptotiske grensen

---

<sup>12</sup> Som Natorp skriver, er det «no absolute beginning and end points in science» (1921/2015, s. 203).

<sup>13</sup> Som uttrykt av Cassirer: «Kein *einzelnes* astronomisches System, das Kopernikanische so wenig wie das Ptolemäische, sondern erst das Ganze dieser Systeme, wie sie sich gemäß einem bestimmten Zusammenhang stetig entfalten, darf uns demnach als Ausdruck der „wahren“ kosmischen Ordnung gelten.» (1910, s. 427) [No single astronomical system, the Copernican as little as the Ptolemaic, can be taken as the expression of the “true” cosmic order, but only the whole of these systems as they unfold continuously according to a definite connection. (1910/1923, s. 322)]. I en mer radikal formulering, fra et av Natorps senere arbeider «(...) the ‘fact’ of science can only be understood as a *Fieri*. (...) Only the *Fieri* is the fact: all being that science seeks to ‘establish’ must dissolve into the stream of becoming. Of this becoming, in the end ‘only’ this becoming, can be said that it *is*» (Natorp, 1921/2015, s. 203).

– et fullkommet system av naturlover – utgjør et grensebegrep og et mål som aldri kan nås i vitenskapens kontinuerlige tilblivelse.

Både vitenskapens mulighetsbetingelser og dens asymptotiske grense må forstås i lys av Marburg-filosofenes Kant-lesning, som går vesentlig lenger enn å foretrekke Kants metode fra *Prolegomena* over den i *Kritikk av den rene fornuft*. Før vi ser nærmere på denne er det ett annet poeng ved Marburgerskolens forståelse av vitenskapsfaktumet og den transcendentale metoden som er verdt å fremheve: Ved at den transcendentale metoden tar utgangspunkt i et foreliggende, historisk utviklet faktum, avviser Marburg-kantianerne rasjonalistenes ahistoriske metafysikk, empiristenes direkte erfaring og enhver psykologisk forståelse av erkjennelse.

Marburg-kantianernes undersøkelser av matematiske naturvitenskaper begynner ikke fra «første prinsipper», men fra vitenskapenes (historisk utviklede) fakta – og undersøkelsen søker prinsippene som gjør tilblivelsen av disse faktaene mulig. Dermed kan ikke hverken rasjonalistens «jeg tenker, altså er jeg» eller empiristens «elementære sanseinntrykk» utgjøre et filosofisk utgangspunkt eller sikkert grunnlag for Marburg-filosofene. En psykologisk forståelse av erkjennelse og erfaringens mulighet avvises også som et alternativ (se Heis, 2018, 2.1): Fakta innenfor vitenskapen er ikke noe som forekommer subjektivt i sinnet til vitenskapskvinner og -menn. De «erfarte faktaene» er objektive, og «erfaring» her må forstås nærmest synonymt med matematisk naturvitenskap.<sup>14</sup> Ifølge Cohen skiller Kants idealisme og erkjennelseskritikk seg fra all annen idealisme, ved at den ikke handler om *forestillinger* og *ideer*, men om *forutsetninger* og *grunnbetingelser*. Her er det ikke ting eller hendelser, men *vitenskapelige fakta* som utgjør undersøkelsens objekt, og undersøkelsens mål er å besvare hva som gjør vitenskap til vitenskap, og hva som er dens forutsetninger (Cohen, 1883/2015, s. 103-104).<sup>15</sup>

Denne antipsykologiske lesningen av Kant er et steg bort fra fokus på «bevissthets-tilstander» og «sjelsevner» til et fokus på erkjennelsen og erkjennelsens faktum. For Cohen medfører dette at spørsmålet om vitenskapens grunnlag blir et spørsmål for all filosofi: «*Critique of reason is critique of cognition* or of science. The critique discovers what is *pure* in reason insofar as it discovers the *conditions of certainty* on which *cognition as science* rests» (1883/2015, s. 104). Som vi skal se i kapittel fire, skiller Cassirers sene filosofi seg radikalt fra

---

<sup>14</sup> Som vi skal se, er dette erfaringsbegrepet – der erfaring er «fysikkens erfaring» – svært viktig for å forstå Cassirers vitenskapsteoretiske arbeider. Dette har også betydning for hvordan vi skal forstå begreper som *anskuelse* og *persepsjon* i Cassirers vitenskapsteoretiske verk. For videre diskusjon av dette, se s. 46ff.

<sup>15</sup> Cohens antipsykologiske Kant-lesning henger også sammen med hans kritikk av den såkalte Trendelenburg/Fischer-debatten som raste i tysk filosofi på midten av det 19. århundret (se Patton, 2005).

Cohen på dette punktet. Cassirer forblir imidlertid lojal til Marburgerskolens transcendentale metode (se Ferrari, 2010; se også Krois, 2004, for en drøfting av Cassirers manglende oppgjør med Cohens filosofi).

## **2.2 Marburgerskolens Kant-revisjonisme**

Selv om Cassirers filosofi etter hvert skiller seg fra den til både Cohen og Natorp, er det noen momenter, utover de rent metodiske, som Cassirer tar med fra Marburgerskolen. De viktigste momentene her er knyttet til avvisning og revidering av flere sentrale aspekter av Kants kritiske filosofi.

I Marburgerskolens Kant-lesning er det spesielt tre sammenhengende momenter som spiller en avgjørende rolle for deres videreutvikling av kantianismen og deres anvendelse av den transcendentale metoden. Disse tre er (i) avvisningen av skillet mellom sanselighet og forstand, (ii) avvisningen eller omformuleringen av Kants «ting-i-seg»-begrep, og (iii) revideringen av det kantianske a priori. Resten av dette kapittelet fokuserer på hva denne Kant-revisjonismen innebærer. For å illustrere visse tendenser i Marburg-kantianernes Kant-lesning tas det også med et lenger eksempel på tekstlig støtte til deres lesning av forholdet mellom sanselighet og forstand.

### **Sanselighet og forstand – og den produktive innbildningskraften**

Natorp åpner forelesningen «Kant und die Marburger Schule» med å konstatere at det unektelig er flere ulike tendenser i Kants arbeid og at det aldri har vært grunnlag for å snakke om en ortodoks kantianisme ved Marburgerskolen (1912, s. 193). Et aspekt av Kants filosofi hvor vi finner flere ulike og til dels motstridende formuleringer i *Kritikk av den rene fornuft*, er Kants skille mellom sanselighet og forstand. Dette er også et aspekt som Marburg-filosofene velger å tolke i en bestemt, uortodoks retning.

I Marburg-kantianernes lesning av Kant avvises muligheten for en streng separasjon mellom sanselighet og forstand. Fremfor å forstå sanselighet og forstand som to strengt adskilte «sjelsevner» underlegges sanselighetens anskuelse fornuftens begreper, ved hjelp av den produktive innbildningskraften spontanitet. Dette medfører at all form for ren passivitet avvises til fordel for aktivitet: Anskuelse og sanseintrykk forstås ikke som passiv mottagelse av noe gitt, ei heller forstås forestillinger som dannet ved affisering fra noe transcendent objekt. Marburg-kantianerne fremhever snarere at alt innhold alltid allerede er aktivt strukturert *til* et innhold.

I en mer ortodoks Kant-lesning holdes sanselighet og forstand adskilt, som to ulike evner hos det erkjennende subjektet. En slik lesning finner tekstlig støtte alt i §1 av «Den transcendentale estetikk» (første del av *Kritikk av den rene fornuft*):

Evnen (reseptiviteten) til å danne forestillinger i kraft av den måten vi blir affisert av gjenstander på, kalles *sanselighet*. Det er altså i kraft av sanselighet at gjenstander blir gitt oss, og det er bare sanseligheten som skaffer oss *anskuelser*. Men det er ved hjelp av forstanden at gjenstanden *tenkes*, og det er denne som danner begreper. (Kant, 1781/2009, A19/B33)

Her beskrives sanselighet som en reseptivitet, en evne til å motta et mangfold som er «gitt» oss. Ved isolering av mulighetsbetingelsene for at noe er gitt oss kommer Kant videre frem til at de to rene formene for sanselig anskuelse er rom og tid. Disse danner formen som alt innhold er gitt i: alt erfaringsinnhold er rom-temporalt.

I innledningen til «Den transcendentale logikk» utdypes forskjellen på sanselighet og forstand:

Vår erkjennelse springer ut av to fundamentale kilder i sinnet, den første av disse består i at vi mottar forestillinger (mottagelighet for inntrykk), den andre består i evnen til å erkjenne en gjenstand på grunnlag av disse forestillingene (begrepenes spontanitet). (...) Hvis vi kaller vårt sinns *reseptivitet*, altså evnen til å motta forestillinger ved at sinnet på en eller annen måte blir affisert, for *sanselighet*, så er på den annen side evnen til å frembringe forestillinger eller erkjennelsens *spontanitet*, *forstanden*. (Kant, 1781/2009, A50/B74-A51/B75)

Så langt stemmer Kants formuleringer godt overens med dem i §1 av *Kritikk av den rene fornuft*. Forholdet mellom sanselighet og forstand – mellom det transcendentale subjektets reseptivitet og spontanitet – kompliseres imidlertid betydelig i Kants transcendentale deduksjon. Her introduseres innbildningskraften som en medierende evne mellom sanselighet og forstand.

Alt i førsteutgaven (A-utgaven) av den transcendentale deduksjonen utgjør «prinsippet om den nødvendige enhet av den rene (produktive) innbildningskraften forut for appersepsjonen», «[g]runnen til mulighet for all erkjennelse» (Kant, 1781/2009, s. A118). I andreutgaven (B-utgaven) av den transcendentale deduksjonen kompliseres forholdet mellom sanselighet og forstand ytterligere. Ikke bare utgjør den produktive innbildningskraften nå en spontanitet (1781/2009, B152), og en betegnelse på forstanden (1781/2009, B154), Kant beskriver også en tilgrunnliggende nødvendig, syntetisk enhet i anskuelsen. Selv om denne syntetiske enheten er tilstede i anskuelsen, tilhører den forstanden, ifølge Kant. Dette utdypes i to fotnoter: Først ved at Kant bemerker at han i den transcendentale estetikk kun regnet enhet i anskuelsens mangfold til sanselighet. Denne enheten, som går forut for ethvert begrep,

må imidlertid forutsette «en syntese som ikke hører til sansene», og Kant utdyper videre at det er «gjennom denne syntese (i og med at *forstanden bestemmer sanseligheten*) at rom og tid blir gitt som anskuelser (...)» (1781/2009, B161n, min utheving). Videre gjør Kant klart at det er «én og den samme spontanitet som der [i oppfattelsens empiriske syntese] under navnet innbildningskraft og her [i appersepsjonens a priori syntese] under navnet forstand bringer forbindelsene inn i anskuelsens mangfold» (1781/2009, s. 162n).

B-utgaven, hvor vi finner den klareste sammenveving av sanselighet, forstand og innbildningskraft, er varianten av den transcendentale deduksjonen som foretrekkes både av Marburg-filosofene<sup>16</sup> og av andre epistemologisk-orienterte kantianere<sup>17</sup>. Som påpekt av både Natorp (1912, s. 201) og Cassirer (1929/2010, s. 9-11) finner vi i de tidlige formuleringene av skillet mellom sanselighet og forstand i den transcendental estetikken, et skille som – dersom det forstås absolutt, fremfor metodisk – er uforenelig Kants «kopernikanske vending». Det vil si at et strengt skille mellom sanselighet og forstand er uforenelig med Kants formulering om at gjenstandene skal rette seg etter vår erkjennelse, fremfor erkjennelsen etter gjenstandene.

Å ta Kants tidlige formuleringer om hvordan sanseligheten affiseres av gjenstander på alvor, som å mene at det bakenfor fornemmelsene ligger en ting-i-seg som alene danner det empiriske innholdet i sanseligheten, vil også være et tilbakefall til metafysikk som er inkompatibel med den transcendentale metoden, ifølge Natorp (1912, s. 201-202). Dette betyr ikke vi må avvise Kants rom-temporale anskuelse, men at vi må ta inn over oss innsiktene fra B-utgaven av den transcendentale deduksjonen hvor Kant gjør klart at enheten av rom og tid er tenkningens oppnåelse, og at det altså er forstanden som bestemmer sanseligheten. Å trekke Kants doktrine til sin logiske konklusjon medfører dermed en annen forståelse av «det gitte»

---

<sup>16</sup> Ifølge Cohen må vi foretrekke beskrivelsen av anskuelser i Kants B-utgave, ettersom det som skal bevises er at anskuelse kun er mulig gjennom forstandens syntese. Cohen illustrerer dette for geometrisk rom, som han hevder at Kants har som mål å begrunne. Ifølge Cohen har det geometriske rommet ikke bare et grunnlag i en ren form for rom, men også i den suksessive syntesen til den produktive innbildningskraft – i genereringen av former eller gestalter (Cohen, 1885, s. 416-417). Grunnen til at Cohen fokuserer på geometrisk rom er hans forståelse av Kants erfaringsbegrep. Som jeg var inne på ovenfor forstår Cohen Kants erfaringsbegrep som de matematiske vitenskapenes «erfaring»: Fremfor å forstå anskuelse som noe som angår menneskets psykologiske eller fysiologiske betingelser, forstår Cohen *Kritikk av den rene fornuft* som at Kant forsøker på å avdekke de syntetisk a priori mulighetsbetingelsene for newtonsk naturvitenskapelig kunnskap. Dermed må anskuelser forstås som en kilde til vitenskapelig kunnskap, som et element av en vitenskapelig fremgangsmåte for erkjennelse (Veal, 2005, s. 11). Cohen vedgår imidlertid at Kant ikke klarer å uttrykke dette entydig i sine egne verk (Patton, 2005, s. 113).

<sup>17</sup> Se for eksempel Longuenesse (1998, s. 212-227), som argumenterer for at vi i B-utgaven av den transcendentale deduksjonen finner en subsumering av anskuelsesformene under den *figurative syntesen av innbildningskraften* (som går under navnet *produktiv innbildningskraft* i A-utgaven), som en effekt av forstanden på sanseligheten. Dette motiverer, ifølge Longuenesse, en gjenlesing av «den transcendentale estetikken», der rom og tid forstås i lys B-utgaven. Selv om Longuenesse stiller seg sterkt avvisende til Cohens forslag om å lese *Kritikk av den rene fornuft* regressivt (Longuenesse, 1998, s. 3-5) finner vi her et likhetstrekk mellom henne og Marburg-kantianerne. Merk at Longuenesse senere forsvarer sitt syn mot sammenligning med det hun kaller Cassirers intellektualisering av sanseligheten (2005, kapittel 3).

enn en passiv mottagelse fra affiserende objekter: «Gegebenheit *heißt* Bestimmtheit in einziger Weise, also, als zeitlich-räumliche, auch hinsichtlich der einzigen Zeit, des einzigen Raumes. Aber diese „Gegebenheit“ selbst ist nicht – gegeben, sondern gefordert; gefordert – vom Denken.» (Natorp, 1912, s. 203)<sup>18</sup>

Hva Cassirer legger grunn til som «tenkingens krav» og på hvilke ulike vis han hevder at noe kan bestemmes, skiller hans senere arbeid fra hans Marburg-kantianske bakgrunn. Avvisningen av skillet mellom sanselighet og forstand, og betydningen til den produktive innbildningskraften frembringende aktivitet er likevel noe som følger Cassirer gjennom hele hans forfatterskap. I hans sene verk – hvor han ikke bare forholder seg til erkjennelse *qua* matematisk naturvitenskap, men til en større helhet av menneskelig meningsdannelse – finner vi gjentatte forekomster av formuleringer som denne:

Kants „Kritik der reinen Vernunft“ hat in einem ihrer tiefsten und fruchtbarsten Abschnitte gezeigt, daß die Funktion des reinen Verstandes, wenn sie nicht leer bleiben sollte, einer anderen Funktion als ihrer Ergänzung und ihres notwendigen Korrelats bedürfe – einer Funktion, die Kant mit dem Namen der „produktiven Einbildungskraft“ bezeichnet. Und er hat weiter ausgeführt, daß auch alles, was wir als einfache sinnliche „Wahrnehmung“ zu bezeichnen pflegen, aufs engste mit dieser Funktion verknüpft ist – daß die produktive Einbildungskraft auch ein „Ingrediens jeder möglichen Wahrnehmung“ bildet. Ist dem so, so kommt auch das, was wir die Anschauung des „Wirklichen“ nennen, nicht zustande ohne den Vorblick und Ausblick ins „Mögliche“ – so ist auch der Aufbau der „objektiven“ Erfahrungswelt angewiesen auf die ursprünglichen bildenden Kräfte des Geistes und auf die Grundgesetze, nach denen diese Kräfte tätig sind. (Cassirer, 2004, s. 198)<sup>19</sup>

Uavhengig av hvilket område Cassirer undersøker – om det er vitenskap, språk eller myters «fakta» og utviklingshistorie som er i fokus – er det aldri snakk om et innhold som gis direkte i persepsjonen, men en aktiv strukturering eller konstruksjon til et innhold. All erkjennelse og meningsdannelse innebærer derfor en frembringelse, en strukturering *til* en verden, fremfor en forestilling som avbildning eller speiling *av* en verden.

---

<sup>18</sup> [Å være gitt, vil si å være bestemt på en umiskjennelig måte, og det vil si med henblikk på en enkelt, singularer orden av tid og rom. Men denne «gittheten» er ikke selv noe gitt, den er et krav – og da et krav som tenkningen stiller. (Natorp, 1912/1997, s. 45)]

<sup>19</sup> [Kants [*Kritikk av den rene fornuft*] har i et av sine mest dypsindige og fruktbare avsnitt vist at den rene forstandens funksjon, dersom den ikke skal forbli tom, trenger en korrelat – en funksjon Kant har gitt navnet den «produktive innbildningskraft». Og han har videre redegjort for at også alt det som vi pleier å betegne som enkel sanselig «persepsjon», er tett knyttet til denne funksjonen – at den produktive innbildningskraften også utgjør en «ingrediens i enhver mulig persepsjon». Dersom det forholder seg slik, kan det som vi kaller anskuelsen av det «virkelige» heller ikke forkomme uten et foregripende blikk og et utblikk mot det «mulige» – på denne måten er også oppbygningen av den «objektive erfaringsverden» henvist til åndens opprinnelige formende krefter og til de grunnleggende lovene som disse kreftene virker i henhold til. (1930/2006, s. 159-160)]

## Tingen-i-seg og vitenskapens grense

Tett beslektet med Marburg-kantianismens avvisning av forestillinger som noe dannet ved at en isolert, ren sanseligheten affiseres av noe bakenforliggende, finner vi deres avvisning av Kants «ting-i-seg»-begrep.

I den moderne Kant-litteraturen finner vi to dominerende tolkninger av Kants ting-i-seg, eller rettere sagt, av forskjellen mellom fremtredelser og tingen-i-seg. Disse to, kjent som to-verden og to-aspekt lesningene av Kants *Kritikk av den rene fornuft*, skiller seg fra hverandre i hvorvidt Kant skal leses metafysisk – hvor fremtredelser og tingen-i-seg utgjør ulike objekter eller objekter i ulike verdener – eller epistemologisk (for sammenligning av disse, se Rohlf, 2020, §3). En epistemologisk lesning er mest kjent fra Henry Allison (1983, 2004), hvor fremtredelser og tingen-i-seg representerer samme erfaringsobjekt fra to ulike ståsted: det menneskelige, som er underlagt anskuelsesformene og kategoriene, og det rene intellektet, som ikke er begrenset av slike epistemiske betingelser. Selv om Marburg-filosofenes syn på tingen-i-seg har fellestrekk med Allisons lesning, kan det ikke kategoriseres som hverken en to-verden eller en to-aspekt-lesning av Kant. Vi finner snarere en videreføring av proto-nykantianeren Otto Liebmanns<sup>20</sup> syn på «ting-i-seg»-begrepet. I *Kant und die Epigonen* retter Liebmann sterk kritikk mot «ting-i-seg»-begrepet og dets grunnlag i Kants system, og hevder at dette begrepet gjør kritisk filosofi til dogmatisme. Tingen-i-seg er, som Liebmann uttrykker ironisk, opphavet til «the antinomy of Kantian reason» (1865/2015, s. 43).

Liebmann legger frem historiske og psykologiske argumenter som viser hvorfor Kant innførte det dogmatiske «ting-i-seg»-begrepet. Begrepet er (1) historisk betinget: det innføres som betingelse for å svare på premisset om at alt er betinget av noe utenfor seg selv, et premiss Kant arvet fra Leibniz og Wolff. Videre er begrepet (2) psykologisk betinget: det postuleres som et absolutt grunnlag som følge av en manglende evne til å håndtere usikkerheten som forekommer når en utspørring trekkes så langt at den leder til noe vi ikke kan gi svar på. Som positivt bidrag legger Liebmann til at kritisk filosofi ikke har behov for å betinge verden i noe utenfor seg selv. Verden er snare betinget av «its *immanent* conditions and necessary forms: space, time and the categories.» (1865/2015, s. 47)

Hos Marburg-filosofene finner vi en lignende avvisning av «ting-i-seg»-begrepet. For Cohen innebærer imidlertid ikke en avvisning av det dogmatiske begrepet en fullstendig avvisning av tingen-i-seg, men snarere en omformulering: «Ting-i-seg»-begrepet

---

<sup>20</sup> Ut over hans innflytelse på den tidlige nykantianismen, forbindes Liebmann først og fremst med slagordet «tilbake til Kant!» (*zurück zu Kant!*), som i ulike formuleringer gjentas avslutningsvis i hvert kapittel av boka *Kant und die Epigonen*.

transformeres fra noe absolutt, som ligger bak forestillingene, til et *grensebegrep* – til en idé – som erkjennelsen sikter på. Som Cohen skriver, kan ikke tingen-i-seg hverken være et rent begrep eller et erfaringsobjekt. Tingen-i-seg utgjør den naturvitenskapelige erfaringen selv tenkt som objekt – det vil si den objektiverte naturens lovmessighet tenk som helhet (Cohen, 1885, s. 503-504). «Ting-i-seg»-begrepet har dermed en transcendental gyldighet som er ekvivalent med gyldigheten til Kants fornuftsider – ideen om det ubegrensede, om systematisk enhet, og så videre – utdyper Cohen. Dette er begreper som kun er gyldige i den grad de bidrar til vitenskapelig erkjennelse (Cohen, 1885, s. 512).

I den grad vi kan snakke om et «ting-i-seg»-begrep i Marburgerskolens Kant-revisjonisme, kan det derfor forstås som en grense som den naturvitenskapelige undersøkelsen tenderer mot, men aldri vil nå: Tingen-i-seg er da forstått som et begrep som uttrykker naturerkjennelsens helhet fullbyrdet som et objekt, det vil si naturen slik den er erkjent i den asymptotiske grensen – i et hypotetisk enhetspunkt – hvor tenkningsprosessen avsluttes. Som vi alt har sett fremmer Marburg-kantianerne et syn hvor vitenskapens faktum alltid utfolder seg videre, og i henhold til dette vil en tenkningsprosessen aldri avsluttes. «Ting-i-seg»-begrepet kan derfor forstås som omformulert fra noe transcendent, som ligger bak forestillingene ved at det affiserer sansningen, til et regulativt prinsipp om naturen som leder vitenskapens undersøkelser.<sup>21</sup>

Som jeg kommer tilbake til i neste kapittel, spiller et slikt prinsipp en avgjørende rolle i Cassirers vitenskap- og erkjennelsesteori. I Cassirers variant av dette heuristiske prinsippet finner vi utvisking av nok et strengt skille i Kants kritiske filosofi: skillet mellom regulative og konstitutive prinsipper. Før vi kommer til Cassirers vitenskapsteori er det enda et moment i Marburg-kantianernes Kant-lesning som er verdt å dvele ved. Marburg-kantianerne forstår nemlig ikke bare erkjennelsens utvikling i vitenskapen som dynamisk og aldri avsluttet. I deres omformulering av det kantianske *a priori* finner vi også en forståelse av erfaringens grunnlag som avviser Kants *statistiske a priori* til fordel for et *dynamisk a priori*.

---

<sup>21</sup> Marburg-filosofene finner grunnlag for avvisning av et dogmatisk «ting-i-seg»-begrep i Kants filosofi, gjennom spenninger mellom formuleringer i ulike deler av *Kritikk av den rene fornuft* – lignende dem vi så på i forbindelse med skillet mellom sanselighet og forstand. Natorp formulerer dette som at Kant selv, i sin drøfting av fornuftens antinomier, frigjør tingen-i-seg fra «den starren Schranke, die es anfangs noch zu bedeuten scheinen konnte» (1912, s. 199) [å være en statisk bom for vår erfaring (noe Kant muligens til å begynne med mente) (Natorp, 1912/1997, s. 42)] til et grensebegrep som ikke begrenser erfaringen på annen måte enn i erfaringens egen kreative lovmessighet. Med «den starren Schranke» som tingen-i-seg innledningsvis ser ut til å bety, sikter Natorp trolig til §1 fra den transcendentale estetikk (se Kant-sitat på side 13).



## Det (ny)kantianske a priori

I forordet til førsteutgaven av *Kants Theorie der Erfahrung* åpner Cohen med følgende: «In dem vorliegenden Buche habe ich unternommen, die Kantianische Aprioritätslehre von Neuem zu begründen»<sup>22</sup> (Cohen, 1885, s. V). En slik «ny begrunnelse» av det kantianske a priori kan både forstås som motivert fra et ønske om å tilbakevise enhver psykologiske lesning av Kant og som et forsøk på å fremheve erkjennelsesbetingelsenes dynamiske karakter. Selv om vi kan finne spor sistnevnte i både Cohen og Natorps arbeider, er det i Cassirer den tydeligste endringen og *relativiseringen* av det kantianske a priori finner sted.<sup>23</sup>

Alt i Cassirers tidlige arbeid finner vi denne tendensen. Innledningsvis i første bind av *Das Erkenntnisproblem* avviser Cassirer at Kants utgangspunkt i den newtonske vitenskapens faktum bringer den historiske prosessen, som erfaringens mulighet er innved i, til stillstand. I fortsettelsen av Kants arbeid – det vil si i filosofiske utforskinger som går frem ved den transcendentale metoden – finner vi ikke et fast, men et foranderlige grunnlag for de vitenskapelige faktaene, ifølge Cassirer:

Daß wir in [der Wissenschaft] immer nur einen *relativen* Stützpunkt finden, daß wir somit die *Kategorien*, unter denen wir den geschichtlichen Prozeß betrachten, selbst veränderlich und wandlungsfähig erhalten müssen, ist freilich richtig; aber diese Art der Relativität bezeichnet nicht die Schranke, sondern das eigentliche Leben der Erkenntnis. (1906/1995, s. 16)<sup>24</sup>

Om innsikten at vitenskapens faktum er et historisk utviklet faktum ikke er eksplisitt klart i Kant – hvor kategoriene fremstår som ferdige grunnbegreper for erkjennelse – så er denne innsikten, ifølge Cassirer, gjort tydelig i Cohens utviklinger av kritisk og idealistisk logikk. «Die *Urteilsformen* bedeuten [for utviklingene i kritisk og idealistisk logikk] nur einheitliche und lebendige *Motive* des Denkens, die durch alle Mannigfaltigkeit seiner besonderes Gestaltungen hindurchgehen und sich in der Erschaffung und Formulierung immer neuer

---

<sup>22</sup> [I den foreliggende boken har jeg tatt for meg å begrunne Kants a priori-lære på ny. (min oversettelse)]

<sup>23</sup> For likheter og ulikheter mellom Cohen og Cassirer, se Ferrari (2010, 2015). Massimo Ferrari fremhever blant annet at Cassirer, i motsetning til Cohen, viser at dynamisme i vitenskapens kategoriske apparat kan erstatte eller avvise et system av kategoriske funksjoner i vitenskap. Dette dynamiske synet på *kategoriene* er noe Cassirer trolig utviklet tidlig i sin karriere, jamfør sitatet fra *Das Erkenntnisproblem* (Cassirer, 1906/1995) som er gjengitt på neste side. Ifølge Ferrari var det Cassirer som først forstod det historiske ved faktumet som en «developing fact», og som transformerte Cohens metode om å begynne med faktumet og søket dets grunnlag til å bli dynamisk (Ferrari, 2010, s. 264). Slik forstått kan bemerkninger om vitenskapens prosesskarakter som jeg har trukket frem Natorps arbeider, være et uttrykk for den unge Cassirers innflytelse på Natorp.

<sup>24</sup> [At vi alltid bare finner et *relativt* støttepunkt i [vitenskapen], at vi følgelig må holde kategoriene – som vi betrakter den historiske prosessen med – som foranderlige og endringsmulige, er selvsagt riktig. Men denne typen relativitet betegner ikke erkjennelsens grense, men erkjennelsens virkelige liv. (min oversettelse)]

Kategorien betåtigen.» (Cassirer, 1906/1995, s. 18).<sup>25</sup> Da de nye kategoriene danner a priori mulighetsbetingelser for det vitenskapelige faktumet kan de legitimeres ved hjelp av den transcendentale metoden. Dette medfører en fullstendig frigjøring av erkjennelsens muligheter fra den newtonske fysikken, fra euklidisk geometri og så videre – sider ved Kants kritiske filosofi som skaper hodebry for ortodokse kantianere i møte med den moderne vitenskap.

Med Marburg-kantianerne, og spesielt Cassirer, er det derfor uproblematisk at moderne matematikk og fysikk tilbakeviser tidligere teoriers «sikre grunnlag». I Cassirers erkjennelses- og vitenskapsteori åpner dette for at en revisjonistisk kantianisme kan holde tritt med naturvitenskapens utvikling – både i dens historisk begrepsutvikling fra den antikke til den klassiske fysikk og naturfilosofi, og videre gjennom de store omveltningene i fysikken i første halvdel av det 20. århundre.<sup>26</sup>

En relativisering av det kantianske a priori har ikke bare betydning for Cassirers vitenskapsteori. Denne relativiseringen angår, som Cassirer uttrykker det, «das eigentliche Leben der Erkenntnis». Da Cassirer skrev dette i 1906 tok han, i likhet med Cohen og Natorp, erkjennelse og erfaring for å være forbeholdt matematikk og matematisk naturvitenskap (eller andre erfaringsformer som i siste instans kan begrunnes i et begrep om fornuftens enhet). I senere arbeider utvider Cassirer sine begreper om kunnskap, meningsdannelse og erfaring til også å omfatte opplevelser og erfaring som ligger utenfor naturvitenskapens sfære. Også i disse nye erkjennelsessfærene spiller den dynamiske rollen til mulighetsbetingelsene for menneskelig erfaring en svært viktig rolle. Den muliggjør å betrakte mennesket som innvevd i en «symbolsk frigjøringsprosess» hvor betingelsene for menneskelige erkjennelse og meningsdannelse er i stadig utfoldelse, fremfor å forstå mennesket som passivt overgitt til sin «natur» eller «essens». Denne frigjøringsprosessen kommer jeg tilbake til i kapittel fire.

Før vi kommer til Cassirers kulturfilosofi og fysikkens plass i denne, skal vi ta for oss Cassirers omfattende vitenskap- og erkjennelsesteori, både for seg og sammenlignet med noen andre vitenskapsteoretiske retninger. I Cassirers vitenskapsteoretiske verk tar Cassirer – i tråd

---

<sup>25</sup> [For de nye utviklingene betyr dømmekraftformene bare enhetlige og levende motiver for tenkning, som går gjennom alle tenkningens mangfoldige konfigurasjoner og er aktive i dannelsen og artikuleringen av stadig nye kategorier. (min oversettelse)]

<sup>26</sup> Iblant kommer en over utsagn som hevder at Cassirers vitenskapsteori raskt ble avleggs, da utviklinger som ikke-euklidisk geometri, kvantefysikk og lignende, ikke er forenelig med Kants «anskuelse»- og «syntetisk a priori»-begreper (se f.eks., Torjussen & Berdinesen, 2013b, s. 15). Som det forhåpentligvis kommer klart frem i dette kapitlet, vil imidlertid utviklinger i vitenskapen som ikke kan innordnes under en ortodoks forståelse av Kant begrepsapparat ikke utgjøre et problem for legitimiteten til Cassirers vitenskapsteori. Oppfatningen om at Cassirers vitenskapsteori må avvises basert på uoverensstemmelse mellom Kant og moderne vitenskap, kan være basert på positivisten Moritz Schlicks vellykkede retoriske angrep på Cassirer (se Ryckman, 2005, kapittel 2; se også Ferrari, 2015, s. 275-276, for drøfting av brevvekslingen mellom Cassirer og Schlick).

med den transcendentale metoden – utgangspunkt i den moderne naturvitenskapens faktum. Enten faktumet er den klassiske fysikkens bevegelsesbegrep, relativitetsteoriens rom-tid, kvantefysikkens elektroner eller kjemiens periodiske system, søkes det tilbakeført til sine grunnbetingelser og forklart gjennom sin utviklingshistorie.

Som vi skal se åpner imidlertid Cassirer sitt første systematiske verk, *Substanzbegriff und Funktionsbegriff* (1910), med en polemikk mot den såkalte abstraksjonsteorien. Først etter dette tar han for seg konkrete, historisk utviklede fakta i matematikk og fysikk. Åpningskapittelet kan forstås på bakgrunn et premiss som tas for gitt i Cassirers vitenskapsteoretiske utforsking, nemlig Cassirer og Marburg-kantianernes avvisning av at erkjennelse begynner fra et gitt innhold. Der abstraksjonsteorien forutsetter et gitt mangfold som felles likheter kan abstraheres ut fra, forutsetter Cassirers vitenskapsteori en frembringelse av et innhold ved den produktive innbildningskraften syntese. Innholdet som frembringes er alltid allerede strukturert av a priori mulighetsbetingelser som selv kan endres i takt med vitenskapens fremgang.

Vi finner denne røde tråden av nykantianisme gjennom hele *Substanzbegriff und Funktionsbegriff*. Selv om Kant, Cohen og Natorp kun trekkes frem eksplisitt noen få ganger i Cassirers vitenskapsteoretiske verk, er disse verkene i høyeste grad uttrykk for Cassirers variant av Marburgerskolens erkjennelsesteori.

## Kapittel 3

# Fysikkens objektivitet

I dag finner vi Cassirers vitenskapsteoretiske verk regelmessig referert til i to ulike strømninger i filosofien. I den ene aktualiseres Cassirer i diskusjoner om rollen til det *relativiserte a priori* i vitenskap. Denne utforskningen spinner ut av Michael Friedmans *Dynamics of Reason* (2001), og hans påfølgende oppklaringer av forskjellen mellom Cassirer og Hans Reichenbachs forhold til det kantianske a priori og kantianske prinsipper som *relative* og *konstitutive*, og den rollen disse prinsippene spiller for å imøtekomme et kuhniansk bilde på naturvitenskap (Friedman, 2005a, 2005b, 2008). I den andre strømmingen utgjør Cassirers vitenskapsteori noe av grunnlaget for det som kalles *vitenskapelig strukturell realisme*. Sammen med blant annet Henri Poincaré og Bertrand Russell trekkes Cassirer inn her for å støtte strukturell realisme, som kan være et forsonende alternativ i debatten mellom vitenskapelig realisme og anti-realisme.

I dette kapitlet vil jeg ta for meg Cassirers vitenskapsteori, aktualisert ved disse to ulike strømningene i samtidens vitenskapsteori. Sentrale spørsmål jeg vil ta for meg er:

1. Hvordan kan vi forstå fysikkens objekter og fysikkens objektivitet med Cassirer?
2. Hvilken rolle spiller regulative prinsipper i Cassirers vitenskapsteori? Kan disse prinsippene også ha en konstitutiv funksjon?
3. I hvilken grad kan Cassirer forstås i som vitenskapelig strukturalist? Dersom en slik lesning av Cassirer skal betegnes som en form for strukturell realisme, hva medfører dette for realisme-begrepet?

Den strukturelle realismen, som beskrevet av John Worrall, James Ladyman og Steven French, er en ledetråd i kapitlet. Jeg begynner derfor med å ta for meg noen aspekter og utfordringer fra to ulike formuleringer av denne vitenskapsteoretiske posisjonen, før blikket rettes mot Cassirers egne vitenskapsteoretiske verk.

### 3.1 Strukturell realisme

I den svært innflytelsesrike artikkelen «Structural realism: The Best of Both Worlds?» (1989) skriver Worrall frem et alternativ til realisme og antirealisme, de to dominerende retningene i den postpositivistiske vitenskapsteorien. Worrall fremhever to av de viktigste argumentene i realisme/antirealisme-debatten, henholdsvis «No Miracles»-argumentet og «den pessimistiske metainduksjonen», og skriver frem en alternativ forståelse av naturvitenskap som kan yte rettferdighet til begge de tilsynelatende motstridende argumentene.

I «No Miracles»-argumentet finner vi synet om at vitenskapens enorme suksess taler til fordel for dens sannhet. En så stor suksess som vitenskapen har ville vært et mirakel, om vitenskapens teorier ikke var sanne eller tilnærmet sanne. En bedre forklaring enn at dette er et mirakel, ja, *den beste forklaringen* på vitenskapens suksess, er derfor at vitenskapen er sann.<sup>27</sup> Som motvekt finner vi den pessimistiske metainduksjonen – et historisk argument mot vitenskapens sannhet. Tidligere teorier som har vært svært suksessfulle med tanke på prediksjon og kontroll av naturen har vist seg å være usanne i lys av nyere teorier. Vi har altså ingen grunn til å tro at teoriene er sanne, bare fordi de har empirisk suksess. Vi bør snarere forvente at nye teorier som utvikles i vitenskapene vil vise at teoriene som vi nå holder for sanne, er usanne.<sup>28</sup>

Som et forsonende alternativ i denne debatten foreslår Worrall en restriktiv form for realisme som han kaller *strukturell realisme*. Den strukturelle realismen tar, ifølge Worrall, både høyde for at det ville vært et mirakel om vitenskapens teorier er så vellykkede som de er uten at hvert fall deler av teoriene er sanne, og at vi historisk sett har å gjøre med radikale endringer i vitenskapens teorier som avviser store deler av innholdet i de tidligere teoriene.

Worrall bruker en historisk teoriendring i fysikken som case for å demonstrere dette: teoriendringen fra Fresnels teori om lys propagert i et elastisk medium til Maxwells teori om

---

<sup>27</sup> Dette er et eksempel på bruk av en såkalt «inference to the best explanation», en type slutning som er hyppig brukt i argumenter for vitenskapelig realisme, men hvis gyldighet er omdiskutert i litteraturen (se, f.eks. Liston, u.å., 5.e).

<sup>28</sup> Som bemerket i innledningskapittel har både «No miracles»-argumentet og den pessimistiske metainduksjonen, selv i sine mangfoldige formuleringer, blitt anklaget for å lide av såkalte «base rate fallacies». I begge argumentene trekkes slutninger om hvor plausibelt det er at predikativ suksess medfører at en teori er sann, uten at den underliggende sannsynligheten for at en arbitrær teori er sann tas med i beregningen. Vi vet ikke – og kan trolig heller ikke vite – hvor mange teorier eller teoretiske entiteter vi velger mellom når vi fremhever henholdsvis sannhet og usannhet av vitenskapens beskrivelser av disse. Som Paul Dicken argumenter i *A critical introduction to scientific realism* (2016) styrker problemene som oppstår i lys av slike «base rate fallacies» inntrykket av at hele realisme/antirealisme-debatten er en pseudodebatt (en hovedslutning i Dickens bok), som bør forlates til fordel for nyere utviklinger i vitenskapsteorien, som er mer tro til vitenskapsteoriens metodologiske utgangspunkt. Dicken peker ut *strukturell realisme* og *konstruktiv empirisme* som to attraktive alternativer til realisme og antirealisme. Jeg fokuserer på den strukturelle realismen, men kommer også innom noen aspekter ved konstruktiv empirisme senere i dette kapittelet.

elektromagnetiske felt. Fresnels teori var svært suksessrik med tanke på prediksjon av lysfenomener, men gjennom overgangen til Maxwells teori ble det likevel klart at Fresnel misforstod lysets *natur* eller *vesen*. Da Maxwells teori erstattet Fresnels teori, tok den likevel med seg en viktig del fra den tidligere teorien: Differensialligningene som utgjør *den matematiske beskrivelsen* av propageringen av lys i Fresnels teori fikk en sentral rolle også i Maxwells beskrivelser av lys. Hos Maxwell forstås ikke disse lenger som bevegelsesligninger for et elastisk medium, men som ligninger for elektromagnetiske felt. Dette eksempelet viser, ifølge Worrall, at vi i teoriendringen har å gjøre med en kontinuitet som er «one of *form* or *structure*, not of *content*» (1989, s. 117). Med andre ord kan vi si at Fresnel forstod lysets *struktur*, til tross for at han misforstod dets *vesen*. Og det er den strukturelle forståelsen som blir med videre til fysikkens nye teori om lys.

Worrall støtter seg på matematikeren og vitenskapsteoretikeren Poincaré når han argumenterer for strukturell realisme. Poincarés *Science and Hypothesis* siteres regelmessig i den moderne vitenskapsteorien, spesielt for å fremheve vitenskapens teories forgjengelighet, og det Poincaré kaller «the bankruptcy of science», som jeg var inne på innledningsvis i første kapittel. Worrall argumenterer imidlertid mot det utbredte narrativet som tar Poincaré til støtte for en antirealistisk instrumentalisme<sup>29</sup>. Poincaré skriver nemlig at det, til tross for de vitenskapelige teoriens tilsynelatende forgjengelighet, finnes elementer i teoriene som ikke er forgjengelige. Dette er relasjonelle elementer som utgjør mer enn instrumentell kunnskap. Med utgangspunkt i samme case som Worrall – utviklingen fra Fresnel til Maxwell i fysikkens studie av lys – skriver Poincaré at elementet som vedvarer gjennom teoriendringen er de matematiske ligningene:

these equations express relations, and if the equations remain true, it is because the relations preserve their reality. They teach us now, as they did then, that there is such and such a relation between this thing and that, only something which we then [i henhold til Fresnel] called *motion*, we now [i henhold til Maxwell] call *electric current*. But these are merely names of the images we substituted for the real objects which Nature will hide for ever from our eyes. The true relations between these real objects are the only reality we can attain, and the sole condition is that the same relations shall exist between these objects as between the images we are forced to put in their place (Poincaré, 1902/1905, s. 161).

Worrall tolker dette i favør av strukturell realisme, hvor vi gjennom teoriendringer finner kumulativ vekst i naturvitenskapen på et strukturelt nivå, samtidig som det forekommer radikale endringer hvordan vi forstår *naturen*, *vesenet* eller *essensen* til de «virkelige

---

<sup>29</sup> For en drøfting av Poincaré som instrumentalist og strukturalist, se Ivanova (2015)

objektene» som ligger bak fenomenene. Der forkastelsen av de ontologiske ideene og forståelsen av tingenes vesen er et argument *mot* realisme, er bevaring av strukturell del et argument *for*. Som et perspektiv som tar hensyn til begge disse argumentene kan strukturell realisme være et «beste av to verdener»-alternativ i realisme/antirealisme-debatten, ifølge Worrall.

Det er imidlertid noe som skurrer i Worralls beskrivelse av den strukturelle realismen. For det første knytter han den tett opp til «No Miracles»-argumentet og den pessimistiske metainduksjonen, argumenter henholdsvis for og mot vitenskapelig realisme. Disse argumentene er langt fra uproblematiske. I lys av ulike varianter av «base rate fallacy»-innvendinger mot dem (se fotnote 28) kan begge se ut til å kunne reduseres til argumenter som hovedsakelig søker å appellere til sunn fornuft. Hvert argument virker trolig først og fremst til å styrke troen på egen posisjon hos dem som alt aksepterer enten realisme (og derfor aksepterer «No Miracles»-argumentet, men avviser den pessimistisk metainduksjonen) eller antirealisme (som avviser «No Miracles»-argumentet og aksepterer den pessimistisk metainduksjonen) (se Dicken, 2016, kapittel 4-6). Vi kan derfor spørre om det er en god idé å bruke disse som motivasjon og grunnlag for den strukturelle realismen.

For det andre later Worrall til å underspille Poincarés kantianisme, når han bruker Poincarés fremstilling av teoriovergangen fra Fresnel til Maxwell som et av hovedargumentene for den strukturelle realismen. Poincarés vektlegging av de «virkelige objektene som Naturen gjemmer for oss» (se sitat på forrige side) har klare kantianske undertoner, hvor disse virkelige objektene er ting-i-seg som for alltid vil forbli skjult for den menneskelige erkjennelse. Men dersom vi aksepterer dette kantianske grunnlaget, hvilken rett har vi da til å si at relasjonen som vi uttrykker matematisk i fysikken, er samme relasjon som eksisterer mellom disse skjulte objektene?<sup>30</sup> Og hvilken rett har vi til å si at strukturen som avdekkes i fysikken er strukturen til verden som sådan, slik Worrall hevder når han skriver at «the structure of the universe is (probably) something like quantum mechanical» (1989, s. 123)? Worrall hevder at kvantemekanikkens enorme empiriske suksess gir den strukturelle realismen belegg for en slik påstand. Men går han ikke med dette i samme felle som de konvensjonelle vitenskapelige realisten, som forut for Maxwell ville hevdet at suksessen av Fresnels beskrivelse av lyspropagering i et elastisk medium taler til fordel for dette elastiske mediets eksistens?

---

<sup>30</sup> Det er nok ikke tilfeldig at Worrall, som bruker samme Poincaré-sitat som jeg har tatt med ovenfor, kutter sitatet før den siste leddsetningen.

For det tredje kan vi stille spørsmål til Worralls eksempel på strukturell vedvarenhet gjennom radikale teoriendringer. Worrall kvalifiserer riktignok sin påstand om matematisk kontinuitet, ved å fremheve at kontinuitet i såkalte grensetilfeller (*limiting cases*) er tilstrekkelig i matematisk vitenskap, og at teoriendringen fra Fresnel til Maxwell i så måte ikke er et representativt eksempel på fremgang i fysikken.<sup>31</sup> Men er det riktig at alt som bærer over fra en teori til den neste i vitenskapens utvikling er matematiske grensetilfeller? Og i hvilken grad representerer disse grensetilfellene bare *struktur* og ikke *innhold*?<sup>32</sup>

### Fra epistemisk til ontisk strukturell realisme

I Worralls strukturelle realisme har vi altså å gjøre med et syn på fysikken som fremhever matematisk kontinuitet som strukturell kontinuitet gjennom radikale teoriendringer. Det er en kontinuitet i forståelsen av naturens *form*, hvor det ikke er kontinuitet i forståelsen av naturens *innhold*. Som vi har sett står vi igjen med en hel del spørsmål til dette perspektivet, og flere av disse skyldes dets mangelfulle fundament. Worralls strukturelle realisme er fundert i realisme/antirealisme-debatten, når den med fordel kunne vært sett på som et mer radikalt brudd med denne debatten, og trekker på en kantiansk epistemologi, uten at dette gjøres eksplisitt. En nyere posisjon i vitenskapelig strukturell realisme forsøker å imøtekomme noen av disse manglene.

I «What is Structural Realism?» (1998) skiller James Ladyman mellom to typer strukturell realisme: *epistemisk* og *ontisk*<sup>33</sup>. I førstnevnte form finner vi en strukturell realisme som i ulik grad fremhever at alt vi kan vite om verden er strukturelle forbindelser mellom underliggende objekter. En variant av denne er Poincarés syn som jeg har vært inne på ovenfor, hvor «Nature will hide [the real objects] for ever from our eyes. The true relations between

---

<sup>31</sup> En rekke teoriendringer har langt mindre grad av kontinuitet enn den vi finner i overgangen fra Fresnels til Maxwells teori om lys. Eksempelvis finner vi i utviklingen i mekanikk fra Newton til Einstein erstatning av ett sett matematiske ligninger med et annet. Worrall anerkjenner dette, og peker på at kontinuitet i grensetilfeller er tilstrekkelig støtte for strukturell realisme (se 1989, s. 120-121). For Newton/Einstein-overgangen finner vi grensetilfellet der hastigheten til fenomenet som studeres er langt mindre enn lyshastigheten eller der lyshastigheten går mot uendelig. Matematisk kan dette illustreres ved at Lorentz-transformasjonene i spesiell relativitetsteori reduserer til klassiske ligninger ved når hastigheten i bevegelsesretning ( $v_1$ ) er langt mindre enn lyshastigheten ( $c$ ):

$$x'_1 = \gamma(x_1 - v_1 t) \approx x_1 - v_1 t \text{ med Lorentz-faktor } \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-v_1^2/c^2}} \approx 1, \text{ når } \frac{v_1^2}{c^2} \ll 1.$$

<sup>32</sup> Et beslektet problem i Worralls strukturelle realisme er hvordan vi kan skille klart mellom struktur og innhold. Er det slik at dette skille kun kan trekkes i etterpåkløskapens lys, der det som vedvarer gjennom teoriendringen tildeles statusen struktur, mens det som er forkastet kalles innhold? Se Van Fraassen (2006) for mer inngående kritikk av Worrall langs disse linjene.

<sup>33</sup> Merk at begrepet *metafysisk*, ikke *ontisk* strukturell realisme er brukt i Ladyman (1998). I nyere litteratur, også den av Ladyman, har imidlertid *ontisk* blitt standard betegnelse, og jeg holder meg derfor til denne betegnelsen her.



these real objects are the only reality we can attain» (Poincaré, 1902/1905, s. 161). I det mer radikale alternativet, *ontisk* strukturell realisme, finner vi en ontologisk forpliktelse til å ta «structure to be primitive and ontologically subsistent» (Ladyman, 1998, s. 420). Med andre ord representerer ikke fysikkens ligninger relasjoner mellom underliggende objekter, de representerer snarere en grunnleggende strukturell verden. Som oppsummert av Ladyman i et senere arbeid:

A crude statement of [epistemic structural realism] is the claim that all we know is the structure of the relations between things and not the things themselves, and a corresponding crude statement of [ontic structural realism] is the claim that there are no ‘things’ and that structure is all there is (2020, §4).

Selv om vi finner noen utsagn som kan tolkes som ontologiske påstander i Worralls versjon av strukturell realisme (som utsagnet om at verden sannsynligvis er kvantemekanisk), kan Worralls strukturelle realisme i hovedsak karakteriseres som en epistemisk strukturell realisme, da den ligger tett opp mot hans fremstilling av Poincaré – noe Worrall også gir tilslutning til i senere arbeid (se Worrall, 2007, s. 135). Spørsmålet blir så om vi i den ontiske strukturelle realismen kan finne en holdbar posisjon som kan imøtekomme manglene ved Worralls perspektiv som jeg har identifisert ovenfor.

Dette er noe av målet til French og Ladyman (2003). Ifølge deres fremstilling er Worralls strukturelle realisme misvisende på flere måter: den knytter strukturelle elementer utelukkende til matematiske aspekter ved teorier, den beskriver ikke vitenskapelig praksis korrekt, den leder til pseudoproblemer knyttet til første-ordens logikk (som «Newman-problemet»<sup>34</sup>), og den adresserer ikke den ontologiske diskontinuiteten ved teoriendring. French og Ladyman hevder at de, i motsetning til Worrall, ikke bare vil ende opp med å svare på innvendinger mot vitenskapelig realisme. De vil snarere finne en ontologi som kan «dissolve some of the metaphysical conundrums of modern physics» og en forståelse av «how theories represent the world that is compatible with the role of models and idealisations in physics» (2003, s. 33).

French og Ladymans alternativ er en ontisk strukturell realisme som bygger videre på Ladymans tidligere arbeid, hvor Ladyman hevdet at vi for å adressere matematikken representative rolle direkte må foreta et metafysisk skifte, «from a metaphysics of objects, properties, and relations, to one that takes structure as primitive.» (1998, s. 418) French og

---

<sup>34</sup> «Newmann-problemet» er knyttet til såkalt *ramsification* av den strukturelle realismen, det vil si å omformulere den til en Ramsey-setning (en logisk form som eliminerer eksistens av bestemte teoretiske entiteter). Se Ladyman (2020, §3.2) og referanser deri for detaljer.

Ladyman begrunner dette skiftet med det de kaller moderne fysikkens beste teorier, som de forbinder med kvantemekanikken.

I kvantemekanikken finner vi objekter som er svært ulike dem vi kjenner både fra umiddelbar erfaring og fra klassisk fysikk. De kvantemekaniske objektene er objekter uten bestemte egenskaper eller veldefinerte bevegelsesbaner, og som er metafysisk ubestemte (*underdetermined*). Ifølge French og Ladyman motiverer dette at «a form of realism adequate to the physics needs to be constructed on the basis of an alternative ontology which replaces the notion of object-as-individual/non-individual with that of structure in some form.» (2003, s. 37)

Vi kan si at den epistemiske strukturelle realismen ikke går langt nok i så måte. Forstått som et perspektiv som kun er opptatt av strukturelle relasjoner mellom ting – ting som i seg selv er ukjente for oss – har vi i den epistemiske strukturelle realismen å gjøre med et syn som sitter fast i en objekt/egenskap-metafysikk. En slik lesningen er rimelig i lys av Poincaré-sitatet ovenfor, som tilsynelatende reflekterer Poincarés kantianisme. Her er de virkelige objektene skjult for vår erkjennelse, og vitenskapens struktur er bundet til relasjoner mellom disse objektene på lignende vis som forestillinger er bundet til tingen-i-seg. Forstått under Allisons to-aspekt lesning eller den nykantianske tolkningen av tingen-i-seg som vi så på i forrige kapittel, trenger imidlertid ikke dette bety at tingene, hvis relasjoner er representert i vitenskapen, utgjør den *egentlige* virkelighet, eller at de har en bestemt «ting/egenskap»-form. Uavhengig av hvordan vi skal forstå Poincarés kantianisme har vi i ontisk strukturell realisme med et ganske annet syn å gjøre, et syn som hevder at det finnes en «ekstern verden» som er *grunnleggende strukturell*, og at vi gjennom vitenskapen kan ha kunnskap om denne.

Det som er spesielt interessant for vår undersøkelse, ved det French og Ladyman kaller den ontiske strukturelle realismens «reconceptualization of ontology» og «reconceptualization of electrons, elementary particles and so forth in structural instead of individualistic terms» (2003, s. 37), er at denne rekonseptualiseringen gjøres ved hjelp noen sentrale poenger fra Cassirers monografi om kvantemekanikk, *Determinismus und Indeterminismus in der modernen Physik* (1936/1980). Poengene French og Ladyman trekker frem herfra, er Cassirers vektlegging av gyldigheten til *relasjoner* fremfor eksistensen til *ting*, hans rekonseptualisering av vitenskapsobjektet til et objekt som er grunnlagt på *objektivitet* (fremfor motsatt), og hans forståelse av *objekter* som *møtepunkt* for bestemte relasjoner – hvor objektene utgjør *sluttpunktet* fremfor *startpunktet* til undersøkelsen.

French og Ladyman gjør imidlertid et eksplisitt poeng ut av at de ikke deler Cassirers nykantianske grunnlag. De vil trekke på Cassirer under «the possibility of detaching his account

of objectivity from this [neo-Kantian] programme» (2003, s. 38). De tar avstand fra det de fremstiller som Cassirers forståelse av kausalitet, av lovers konstitutive rolle i erfaring og av kvantemekanikk og relativitetsteori som «the sole basis for our integration of experience» (2003, s. 40).<sup>35,36</sup>

I French og Ladymans ontiske strukturelle realisme har vi å gjøre med en versjon av strukturell realisme som krever noe mer enn det Worralls versjon gjør. Dette *mer* er en ontologisk forpliktelse til en «ekstern verden» som er grunnleggende strukturell. Ved denne forpliktelsen unngår French og Ladyman ett av problemene som vi identifiserte i Worralls strukturelle realisme, nemlig påstanden om at strukturene uttrykt i matematiske vitenskaper gjelder mellom underliggende, ukjente objekter. Påstanden om at verden *er* struktur, og at denne strukturen til den eksterne verden representeres matematisk i fysikken, kan imidlertid anses som en påstand som krever en langt sterkere begrunnelse enn påstanden om at noen underliggende objekter eller aspekter ved verden forblir skjult for vitenskapens undersøkelse. French og Ladymans argumenter koker ned til at innsikter fra kvantemekanikken er en tilstrekkelig begrunnelse for en slik ontologi.<sup>37</sup>

Til tross for en vektlegging av kvantemekanikk, er hovedargumentene som French og Ladyman henter fra Cassirer slutninger som Cassirer trakk uten hjelp av kvantemekanikken. De er utarbeidet i detalj i *Substanzbegriff und Funktionsbegriff* (Cassirer, 1910), som Cassirer referer til flere ganger i sitt verk om kvantemekanikk (blant annet med et flere sider langt sitat hvor formuleringen at objektivitet er grunnlaget for objekter er hentet fra). Fra Cassirers perspektiv er det altså ikke kvantemekanikk som i utgangspunktet motiverer en re-konseptualisering av objektet i strukturelle termer. For Cassirer er snarere kvantemekanikk en videre bekreftelse på innsiktene han kommer frem til i *Substanzbegriff und Funktionsbegriff*,

---

<sup>35</sup> Ut fra drøftingen av det nykantianske erfaringsbegrepet i forrige kapittel, hvor erfaring forstås som fysikkens erfaring, kan vi se at French og Ladyman misforstår Cassirers erfaringsbegrep. Jeg kommer tilbake til Cassirers erfaringsbegrep, både i hans vitenskapsteoretiske og kulturfilosofiske tekster.

<sup>36</sup> Det er påfallende at Ladyman, til tross for sin eksplisitte distansering fra Cassirers nykantianisme, også i *What is Structural Realism* (1998) benytter en posisjon som har kantianske trekk i et forsøk på å vise konkrete aspekter av en strukturell ontologi. Der er det matematikeren Hermann Weyl som trekkes frem. For vår undersøkelse er det verdt å bemerke at vi i Weyls arbeid i andre halvdel av 20-tallet finner en vektlegging av matematikk som symbolsk konstruksjon, som blant annet skyldes påvirkning fra Cassirers (se f.eks. Eckes, 2018, §4.3). Innflytelsen av Cassirer på Weyl er riktignok en som trolig også gikk andre vei – Cassirer anerkjenner flere steder i sine vitenskapsteoretiske og kulturfilosofiske verk betydningen av Weyls teorier om matematikk.

<sup>37</sup> Merk at det er ikke enighet i litteraturen om tolkningen av kvantemekanikkens objekter. French og Ladymans argumenter for en strukturell tolkning kan altså ikke sees på som en ukontroversiell posisjon i tolkning av moderne fysikk, selv om Ladyman sammen med andre gir gode argumenter i favør av denne tolkningen i arbeid (se Ladyman et al., 2007). Det er verdt å merke at French og Ladyman på akkurat dette punktet er mer enige med Worrall enn de gir inntrykk av, da Worrall også hevder at «the structure of the universe is (probably) something like quantum mechanical» (1989, s. 123). Worrall er imidlertid mindre klar på om dette er en ontologisk påstand, enn det French og Ladyman er.

hvor han tok utgangspunkt i vitenskapsfaktumet som et *Fieri* og avdekket dets mulighetsbetingelser og tilblivelseshistorie. Hva blir så igjen av Cassirers vitenskapsteoretiske innsikter når French og Ladyman eksplisitt tar avstand fra Cassirers nykantianisme?

### **Strukturell realisme og konvensjonell realisme**

Til tross for at French og Ladyman i mindre grad enn Worrall vektlegger de velkjente argumentene om «No Miracles» og pessimistisk metainduksjon, ender de på sett og vis likevel opp i en mer konvensjonell realistisk posisjon.

Michael Liston beskriver konvensjonell vitenskapelig realisme (*scientific realism, SR*) som karakterisert ved følgende fem punkter (Liston, u.å., §5):

SR<sub>1</sub> Science aims to give a literally true account of the world.

SR<sub>2</sub> To accept a theory is to believe it is (approximately) true. (...)

SR<sub>3</sub> There is a determinate mind-independent and language-independent world.

SR<sub>4</sub> Theories are literally true (when they are) partly because their concepts “latch on to” or correspond to real properties (natural kinds, and the like) that causally underpin successful usage of the concepts.

SR<sub>5</sub> The progress of science asymptotically converges on a true account.

I French og Ladymans form for realisme er SR<sub>4</sub> det eneste av disse punktene som må omformuleres.<sup>38</sup> I den ontiske strukturelle realismen har vi ikke å gjøre med teorier som kobler seg på egenskaper, men på strukturer. Objektene og deres egenskaper er avledet fra disse strukturene.<sup>39</sup>

Grunnen til at French og Ladyman ligger såpass tett opp til denne konvensjonelle vitenskapelige realismen er at de til tross for sin ontologisk rekonseptualisering ikke gjør tilsvarende epistemologisk rekonseptualisering. Sentralt for deres bilde av fysikken er fortsatt søken etter en underliggende *substans* eller *essens* av en «ekstern verden» som vitenskapen forsøker å *avbilde* eller *representere*. Til forskjell fra konvensjonell realisme er det ikke lenger objekter *qua* ting eller entiteter som utgjør denne substansen. Substansen er nå forstått som struktur.

En slikt fremstilling av fysikken er ikke bare frakoblet Cassirers nykantianske program, som French og Ladyman skriver. Det vil være mer riktig å si at den utgjør en diametral motsetning til Cassirers epistemologi. Der Cassirers skifte fra objekter til objektivitet som det grunnleggende i vitenskapen utgjør en posisjon som er begrunnet fra en helhetlig erkjennelses-

---

<sup>38</sup> SR<sub>5</sub> er riktignok ikke adressert direkte av French og Ladyman, men kan anses som underforstått i antagelsen om at fysikkens beste teorier, som vi finner i kvantemekanikken, utgjør den mest korrekte beskrivelsen av verden.

<sup>39</sup> Som formulert av Ladyman, Ross og Spurrett noen år etter utgivelsen av French og Ladymans artikkel om ontisk strukturell realisme: «Precisely what physics has taught us is that matter in the sense of extended stuff is an emergent phenomenon that has no counterpart in fundamental ontology.» (Ladyman et al., 2007, s. 20).

teori som følger i Kants fotspor, kan French og Ladymans posisjon reduseres til en realisme som postuler at verden er struktur, fremfor objekter eller entiteter. Igjen står og faller dette på om vi aksepterer French og Ladymans tolkning av kvantemekanikken som en teori som er direkte sann om verden. Men dersom vitenskapens teories sannhet er en forutsetning for en posisjon som argumenterer for at vitenskapen er sann (vitenskapelig realisme), kan det se ut til at vi i mangel på andre argumenter har lite annet enn et sirkulært argument for den ontiske strukturelle realismen.

Vi finner altså noen fundamentale problemer i både den epistemiske og den ontiske strukturelle realismen. I førstnevnte fant vi at det manglet et ordentlig fundament, da Worrall i stor grad fortsetter en realisme/antirealisme-debatt – selv om han riktignok bringer inn noen fruktbare bidrag om teoriovergang i fysikken, ved hjelp av Poincaré strukturalisme og eksempler fra vitenskapshistorien. I den andre finner vi et ontologiske fundament, men dette er ikke så solid som det fremstilles. French og Ladymans overgang fra fysikk til filosofi ved hjelp av Cassirer krever at store deler av Cassirers perspektiv avvises eller overses. Den ontiske strukturelle realismen ender opp i en mer konvensjonell realisme enn tidligere antatt, og vil trolig være sårbar for lignende argumenter som er rettet mot vitenskapelig realisme fra ulike antirealistiske posisjoner. Vi kan for eksempel gå frem ved den pessimistiske metainduksjonen, og spørre oss om hvorfor vi skal stole på kvantemekanikkens ontologi når vitenskapshistorien viser oss hvordan tidligere fysikks ontologi igjen og igjen er blitt avvist gjennom teoriendringer.

Vi har kommet til et punkt hvor det ikke er åpenbart hvilket av disse alternativene, den epistemiske eller den ontiske strukturell realismen, som er å foretrekke – eller om et av disse alternativene i det hele tatt er attraktive. For å avgjøre dette vil vi trenge en annen tolkning av teoriens fundament. Dette er tema videre i dette kapitlet.

### **Nykantianisme og strukturell realisme**

Dersom vi tar et nykantiansk perspektiv på vitenskap og erkjennelse er det flere utsagn fra de strukturelle realistene som klinger kjent. Både epistemisk og ontisk strukturell realisme vektlegger strukturer over objekter, peker på en form for kontinuitet i naturvitenskapen, og bruker innsikter fra naturvitenskapen i sine undersøkelser.

I likhet med Marburg-kantianerne beskrevet i forrige kapittel tar de strukturelle realistene utgangspunkt i vitenskapens faktum. Worrall går vitenskapshistorisk til verks, med eksempler på teoriovergang fra Fresnel til Maxwell og fra Newton til Einstein. Med en nykantiansk terminologi kan vi si at han forsøker å avdekke noen strukturelle grunnbetingelser i fysikken

gjennom det vitenskapelige faktumets tilblivelse. French og Ladyman tar også det vitenskapelige (strukturelle) faktumet som et gitt faktum for den filosofiske undersøkelsen, og forsøker med et nytt objektbegrep å vise hvordan objektformasjon (for å si det med Natorp), er mulig.

Med dette i bakhodet er det ikke vanskelig å forstå at Cassirer har blitt tatt til inntekt for ulike former for strukturell realisme – enten det er i fremstilling av vitenskapelig strukturell realismes historie eller til en moderne strukturelle realisme.<sup>40</sup> Videre i dette kapittelet vil jeg gjøre mer grundig rede for Cassirers vitenskap- og erkjennelsesteori, noe som vil sette oss i en posisjon hvor vi kan bedømme hvorvidt Cassirer passer inn i den moderne diskusjonen om strukturell realisme. I denne redegjørelsen og drøftingen vil jeg besvare de tre spørsmålene som jeg stilte innledningsvis, som angikk (1) hvordan vi kan forstå fysikkens objekter og fysikkens objektivitet med Cassirer, (2) hvordan forholdet mellom konstitutive og regulative prinsipper er i denne vitenskapsteorien, og (3) i hvilken grad Cassirer kan forstås som strukturell realist. I lys av drøftingen av epistemisk og ontisk strukturell realisme melder også spørsmålet seg om hvorvidt Cassirers vitenskaps- og erkjennelsesteori kan tas til inntekt for disse ulike variantene av strukturell realisme. Og videre, om vi ved hjelp av Cassirers vitenskapsteori kan klare opp i antinomien som avtegner seg i forholdet mellom epistemisk og ontisk strukturell realisme.

Til forskjell fra French og Ladyman vil jeg ikke forsøke å frikoble Cassirers objektivitetsbegrep fra hans nykantianisme. Jeg vil snarere argumentere for at denne frikoblingen leder til en grunnleggende misforståelse av hva objektivitet og objekter er, en misforståelse som virker direkte ødeleggende for et forsøk på å ta Cassirers argumenter til støtte for en ontisk strukturell realisme. Jeg vil også vise at vi med Cassirer får tilstrekkelig grunnlag for å argumentere for matematisk kontinuitet i fysikkens utvikling, et grunnlag som manglet hos Worrall. Med Cassirers vitenskapsteori trenger vi imidlertid ikke å akseptere den epistemiske strukturelle

---

<sup>40</sup> I Barry Gowers fremstilling av den vitenskapelige strukturalismens historie presenteres Cassirer på en måte som gjør at han epistemologisk kommer ut svært lik Worralls fremstilling av Poincaré. Cassirer hevder, i henhold denne fremstillingen (se Gower, 2000, spesielt s. 91-92), at strukturelle forbindelser avdekket i naturvitenskapen korresponderer med forbindelser mellom underliggende «virkelige objekter» ved at virkelighetens struktur representeres i vitenskapens teorier. Problemet med Gowers lesning er at den i drøftingen av underliggende objekter utelukkende refererer til Cassirers diskusjon av Helmholtz' tegnteori. Det er gjennomgående i Cassirers mange filosofiske verk at han gir rikelig med plass også til andre tenkeres syn, og at det tidvis kan være vanskelig å skille hva som er Cassirers tanker fra hva som er tankene til dem han presenterer. I tilfellet det er snakk om her finner imidlertid bemerkninger av typen «men i et slikt syn...» og «ved å se nærmere på dette, ser vi at...» i Cassirers presentasjonen. Når Gowers lesning av Cassirer legger opp til at relasjonene Cassirer snakker om er mellom absolutte, underliggende entiteter, kan dette skyldes en misforståelse av hva som er Cassirer og hva som er Cassirers fremstilling av Helmholtz i teksten. Til tross for dette er Gower (2000) nærmest å regne som autoritativ referanse når det kommer til den strukturelle realismens historie (riktig nok problematisert i Ladyman et al., 2007, s. 132).

realismens ontologiske fordom, nemlig at alt vi har tilgang til er relasjoner mellom de «virkelige objektene», og at slike objekter ligger til grunn for strukturene vitenskapen beskriver. Med Cassirers vitenskapsteori kan vi også problematisere den konvensjonelle realismens epistemiske fordom: at naturvitenskapene søker sann representasjon av en «ekstern verden». Dette vil gjøre oss i stand til å hente inn styrkene ved French og Ladymans ontiske strukturelle realisme, mediert – eller erkjennelsesteoretisert – av Cassirers nykantianisme.

### 3.2 Substansbegreper og funksjonsbegreper

For å forstå Cassirers vitenskapsteori kan vi med fordel begynne i hans første systematiske verk, *Substanzbegriff und Funktionsbegriff* (1910). Cassirers utgangspunkt her er at filosofiens forståelse av matematiske vitenskapers begreper fremstår som stagnert og utdatert, i lys av Frege og Russells nye symbolske logikk. Cassirer har tidligere drøftet noen av følgene av dette for matematikk (se Cassirer, 1907), men har nå større ambisjoner. Med *Substanzbegriff und Funktionsbegriff* tar Cassirer sikte på en fullstendig rekonseptualisering av matematiske naturvitenskapers begreper, med spesiell vekt på begrepene i fysikken. Denne rekonseptualiseringen er en som går bort fra et fokus på substanser og isolerte, atomistiske entiteter, til fordel for å fokusere på objektet som relasjonelt og frembragt ved å veves inn i et system av forbindelser.

Cassirers rekonseptualisering har flere likhetstrekk med rekonseptualiseringen French og Ladyman forsøker i sin studie om kvantemekanikkens «objekter», men som allerede poengtert er det ikke utviklinger i kvantemekanikk som motiverer Cassirer. Utviklingen av kvantefysikk satt først fart i tiårene etter at *Substanzbegriff und Funktionsbegriff* ble publisert. Det er heller er det andre store «bruddet» vi gjerne forbinder med fysikken i det 20. århundre – Einsteins relativitetsteori – som er Cassirers grunnlag. Også denne var bare delvis utviklet i 1910 og det tok noen år før den fikk fotfeste.<sup>41</sup> For Cassirer er utviklingen fra *substansforståelse* til *funksjonsforståelse* av fysikkens begreper – fra *tingbegreper til relasjonsbegreper* som han

---

<sup>41</sup> Som kjent kom Einsteins berømte publikasjon om den spesielle relativitetsteori ut i 1905, og den generelle relativitetsteorien først i 1915. Selv om relativitetsteorien ikke omtales i *Substanzbegriff und Funktionsbegriff* er det ikke usannsynlig at Cassirer var kjent med Einsteins spesielle relativitetsteori da verket ble publisert i 1910, spesielt med tanke på Cassirers tette kobling til Max Planck, en av – om ikke *den* – ledende teoretiske fysikeren i Tyskland. Planck gikk tidlig inn for å ta Einsteins spesielle relativitetsteori på alvor, og holdt både foredrag og publiserte om den i årene etter Einsteins publikasjon (se Planck, 1906; Planck, 1907). Uavhengig av om Cassirer kjente til Einsteins spesielle relativitetsteori eller ikke da *Substanzbegriff und Funktionsbegriff* ble publisert, kan han ikke ha kjent til Einsteins generelle relativitetsteori, da den først ble publisert fem år senere. Slik sett er det bemerkelsesverdig at Cassirer, som vi skal se, alt i 1910 åpner for de radikale revisjonene av fysikkens grunnbegreper som Einstein senere teori medfører.

også kaller det – en tendens som alt er å finne i den klassiske fysikken – ja, som selv kan spores tilbake til «før-klassiske» utviklinger, fra antikken frem til den vitenskapelige revolusjonen.

Selv om nyere utviklinger i fysikk, som dem vi finner i relativitetsteorien og i kvantemekanikken, viser ytterligere steg mot en full funksjonsforståelse i fysikk (hva dette er kommer jeg tilbake til) er ikke disse moderne teoriene alene nok til å motivere erkjennelsesteorien som ligger til grunn for denne fysikkfilosofien. Som den pessimistiske metainduksjonen aktualiserer, og som Cassirer i likhet med Poincaré<sup>42</sup> var fullt klar over, kan – i hvert fall i prinsippet – dagens beste teorier i fysikk erstattes av nye i morgen. For å forstå fysikkens struktur og lovmessighet må vi derfor, i Marburg-kantiansk ånd, se på fysikkens utviklingshistorie. Ved å se på fysikkbegrepens utvikling – ved å ta vitenskapsfaktumet som et vordende, et *Fieri*, fremfor et værende – vil vi få øye på tendenser i denne utviklingen, både hvor fysikkbegrepene kommer fra og hva de utvikler seg mot. Som vi skal se kan vi da få innblikk i lovmessigheten til fysikken *qua* teoretisk erkjennelse, en lovmessighet som har dype kantianske røtter, men som samtidig kan sies å *generalisere* Kant, fra Newton til Einstein og forbi.<sup>43</sup>

Hva er det så som kommer frem i lyset ved å se på fysikkbegrepens utvikling? Ifølge Cassirer er det dette: En utvikling av begreper i matematiske vitenskaper som går fra å være substansfundert til å bli funksjonsfundert, og parallelt med denne, en utvikling av matematikken og fysikkens objekter – vitenskapsobjektene – som går fra å forstås som ting, gjenstander eller entiteter, til å forstås som relasjonsobjekter. La oss nå gå nærmere inn i Cassirers vitenskapsteoretiske arbeider for å få en grundigere forståelse av hva som menes med disse begrepene, hva som menes med substansbegrep, funksjonsbegrep, ting og relasjon.

### **Substanser og substansbegrep**

Cassirer åpner *Substanzbegriff und Funktionsbegriff* med en polemikk mot den såkalte «abstraksjonsteorien» (1910, s. 3-34). Her bruker Cassirer betegnelsen abstraksjonsteori som et samlebegrep for erkjennelsesteorier som hevder at begrepsdannelse foregår gjennom klassifisering ved abstraksjon av likheter fra gitte entiteter og mangfold. Slike beskrivelser av

---

<sup>42</sup> Cassirer henviser forøvrig til både til Poincarés *Science and Hypothesis*, og flere andre av Poincaré verk, i *Substanzbegriff und Funktionsbegriff*.

<sup>43</sup> I faglitteraturen er det stort sett enighet om at Kant satt fast i en newtonsk fysikk, og at hans med sin erkjennelsesteori blant annet forsøkte å gi en begrunnelse for Newtons system som strengt nødvendig. Som jeg var inne på i forrige kapittel var noe av målet til Hermann Cohen å vise dette, og noe Marburg-filosofiene viktigste oppnåelse er å «frigjøre» Kant fra Newtons fysikk og Euklids geometri. Et unntak fra dette synet finner vi i Kurt Walter Zeidler, som i en diskusjon med Massimo Ferrari hevder at også Kant tok tak i sin tids «vitenskapelige faktum», at Kant var klar over at vitenskapen utvikler seg, og at også hans a priori slik forstått er et relativisert a priori (Zeidler, 2014, s. 115). Tar vi Zeidler på ordet så er Cassirer og Marburg-filosofenes form for kantianisme langt mer ortodoks enn det den ofte presenteres som.



begrepsdannelse er misvisende av flere grunner, ifølge Cassirer. En grunn til dette er at abstraksjon av likheter for begrepskonstruksjon og negasjon av ulikheter for begreps-hierarkisering hevder å gå frem direkte fra et gitt mangfold, men forutsetter i realiteten et kriterium for klassifisering som ikke er til stede i det anskuelige mangfoldet.<sup>44</sup> Et slikt kriteriet er nødvendig også i abstraksjonsteorien, fordi meningsfull klassifisering aldri går frem tilfeldig, ifølge Cassirer.<sup>45</sup>

Grunnlaget for abstraksjonsteorien er den aristoteliske logikken, ifølge Cassirer.<sup>46</sup> Denne logikken tetter hullene i abstraksjonsteorien ved sin forbindelse til den aristoteliske ontologien: kriteriet for *korrekt* klassifisering er det som vil lede frem til bestemmelsen av de virkelige vesensbegrepene. Ifølge Cassirers fremstilling har vi i den aristoteliske logikken å gjøre med en begrepsdannelse ved slekt/art-klassifisering som viser hvordan *reelle substanser* utfolder seg suksessivt til sine særegne værensmåter. Det vi har å gjøre med er altså «[der] *Grundbegriff der Substanz*, auf den auch die rein logischen Theorien des Aristoteles dauernd bezogen bleiben. Das vollständige System der wissenschaftlichen Definitionen wäre zugleich der vollständige Ausdruck der substanzialen Kräfte, die die Wirklichkeit beherrschen.» (Cassirer, 1910, s. 9)<sup>47</sup>. Disse «substansielle kreftene» er knyttet til et gitt tinglig substratum, som erfaringens ting og deres egenskaper kan avledes fra. Naturvitenskapens oppgave i henhold til en slik substansontologi vil derfor være å avdekke det tinglige substratum, og å beskrive hvordan tingene virker på hverandre her.

Hva er problematisk med dette? Beskriver ikke fysikken *ting*? Finner vi ikke i fysikkens ligninger bestemmelse av *ting* som faller mot jorden, kolliderer med andre *ting* eller sklir

---

<sup>44</sup> En annen grunn til at abstraksjonsteorien er misvisende er at begrepene som resulterer fra begrepskonstruksjon ved abstraksjon har en annen form for allmenngyldighet enn det matematiske vitenskapers begreper har, ifølge Cassirer. Matematikken og fysikkens begreper har, ifølge Cassirer, *konkret* allmenngyldighet (et begrep Cassirer henter fra Hegel), mens de generelle begrepene dannet ved abstraksjon har *abstrakt* allmenngyldighet (Cassirer, 1910, s. 26ff). Der de abstrakt allmenngyldige begrepene tømmes for partikulært innhold jo mer generelle de blir, inneholder de konkret allmenngyldige begrepene alle konkrete tilfeller (de er altså en del av en systematisk helhet).

<sup>45</sup> Cassirer henter et eksempel på «meningsløs» klassifisering fra nykantianeren Hermann Lotze: klassifisering av kirsebær og kjøtt under egenskapene rød, spiselig og saftig vil ikke gi et gyldig vitenskapelig begrep, men en intetsigende samling av ord (1910, s. 8).

<sup>46</sup> Merk at Cassirers argumenter mot aristotelisk logikk og metafysikk ikke må leses som en argumentasjon rettet bare mot den aristoteliske tradisjonen i filosofien. Forankringen i *substanser*, som Cassirer forbinder med aristotelisk logikk og metafysikk, må forstås som en gjennomgående tendens i vestlig filosofi. Som jeg kommer tilbake til kan substansene det er snakk om være «ideelle» og «reelle». Dette kan forstås i sammenheng med kritikken av et sikkert grunnlag for undersøkelse, som jeg var inne på i forbindelse med nykantianernes avvisning av et ahistorisk grunnlag for vitenskapens faktum, i forrige kapittel. Både det kartesiansk *cogito* og empiristenes *elementære sanseinntrykk* forstås her som forankret i et begrep om substanser, som skal forsøkes *avbildes* eller *etterlignes* for å nå sikker kunnskap.

<sup>47</sup> [(...) [the] conception of *substance* to which the purely logical theories of Aristotle constantly have reference. The complete system of scientific definitions would also be a complete expression of the substantial forces which control reality. (Cassirer, 1910/1923, s. 7-8)]

nedover skråplan hvor *substansielle* friksjonskrefter bremses dem? Finner vi ikke *ting* som trekkes i bane rundt jorden av en tinglig jordklodes akselerasjonskraft, eller ting som utgjør *elementære, substansielle byggesteiner* i materien som omgir oss? Svaret på dette, om vi følger Cassirer, er kort og godt: Nei.

Aristoteles' fysikk beskriver riktignok gjenstander som faller mot jorden. I den newtonske mekanikken finner vi en hel del legemer som kolliderer, sklir eller går i bane, og i moderne fysikk bestemmes egenskapene til makroskopiske gjenstander på bakgrunn av ulike konfigurasjoner av interagerende partikler på mikronivå. Følger vi Cassirer videre kan imidlertid disse «objektene» – steinen som faller mot jorden, klossen på skråplanet, legemet i tyngdefeltet, de interagerende partiklene – ikke regnes som «ting» i allmenn forstand.<sup>48</sup>

Med Cassirer finner vi en oppløsning av en direkte, empirisk tinglighet alt i den klassiske mekanikken, gjennom den idealisering som finner sted ved at fysikkens objekter konstrueres av matematikkens *rene funksjonsbegreper*. Fysikken søker ikke å avbilde ting eller substanser som er gitt i erfaring, som fordret av ting-logikken, men å konstruere et sammenhengende system av matematiske forbindelser som kan beskrive virkeligheten, ifølge Cassirer.<sup>49</sup> Fra forrige kapittel kan vi gjenkjenne de dype kantianske røttene i denne påstanden. Fremfor gitte objekter som vitenskapen *qua* erkjennelse skal rette seg etter, ved en avbildning eller representasjon av dem, har vi å gjøre med vitenskapsobjekter som retter seg etter den teoretiske erkjennelsen. Og denne formen for erkjennelse, «der die Aufgabe zufällig, das Wirkliche zu beschreiben und bis in seine feinsten Fasern bloßzulegen, beginnt mit einer Abkehr von eben dieser Wirklichkeit und ihrem Ersatz durch die Symbole des Zahl und Größengebiets.» (Cassirer, 1910, s. 155)<sup>50</sup>

I neste delkapittel vil jeg ta for meg et omfattende eksempel på hva en slik «tilsidesettingen av virkeligheten» til fordel for en sammenheng av tall- og størrelsessymboler innebærer (se side 50ff). Foreløpig kan vi holde oss til et enkelt eksempel fra den klassiske

---

<sup>48</sup> At dette er tilfelle er tydelig jo lenger ut i fysikkens historiske utvikling vi kommer. Og det er nettopp denne utviklingen i sin moderne, kvanteteoretiske versjon som motiverer French og Ladymans rekontekstualisering av objekter til å ha sitt opphav i struktur. En misforståelse av denne utviklingen, som forekommer hyppig i analytisk metafysikk og vitenskapsteori, er en såkalt «domestisering» av fysikkens begreper inn i ting-logikken og ting-persepsjonens språk. Denne misforståelsen kommer jeg tilbake til i neste kapittel.

<sup>49</sup> Det er en gjennomgående argumentasjon i *Substanzbegriff und Funktionsbegriff* mot en forståelse av naturvitenskap *qua* avbildning eller representasjon av verden. I en forståelse av fysikken som avbildning vil fysikkbegrepenes oppgave være begrenset til å gjengi perseptuelle fakta, og reproducere innholdet i kortfattet form (se Cassirer, 1910, s. 149-151). Vi kan gjenkjenne dette som en fremstilling av Ernst Machs positivisme, hvor vitenskapens ligninger er «økonomiserende prinsipper» for tenkning – der fysikken er et verktøy for effektiv representasjon av en gitt ting-virkelighet. Å beskrive fysikk som en avbildning av verden bygger, ifølge Cassirer, på en misforståelse både av matematikkens begreper og av fysikkens domene.

<sup>50</sup> [(...) whose task is to describe the real and lay bare its finest threads, begins by turning aside from this very reality and substituting for it the symbols of number and magnitude. (Cassirer, 1910/1923, s. 117)]

fysikken: en kloss som sklir på et skråplan. I fysikkens beskrivelse av dette fenomenet er det ikke en hvilken som helst kloss som anskues og bestemmes. Undersøkelsens objekt er det idealiserte *stive legemet* og det *stive legemets bevegelse*. Både legemet og dets bevegelse er bestemt i henhold til newtonske begreper om *absolutt rom og tid*, for hvilke homogent, geometriske rom og uniform suksesjon ligger til grunn. Først når klossen er erstattet av det stive legemet, og skråplanet den er i kontakt med er idealisert på samme måte, kan klossens massesenter utgjøre punktet som gir grunnlag for prediksjon av dens bevegelse, basert på kreftene som påvirker det. Vitenskapsobjektet – klossen på skråplanet – er i så måte ikke den samme tingen som du plukker opp fra skråplanet etter eksperimentet, hvis flater du lar fingrene dine gli over for å merke små ujevnheter på denne eller den siden, og en skjevhet på dette eller det hjørnet. I vitenskapsobjektet er alle disse særegenheten ved *akkurat denne klossen* jevnet ut. De er ikke en del av vitenskapsobjektet, slik det er konstruert matematisk.<sup>51</sup> Og det er det matematisk konstruerte vitenskapsobjektet, ikke klossens vesen, som inngår i fysikkens ligninger.

Denne idealiseringen av klossen på skråplanet innebærer imidlertid ikke en abstraksjon bort fra den «virkelige klossen», hverken til det som kan regnes som en tilnærmet versjon av den substansielt underliggende klossen, eller til fordel noe *mer virkelig* i en platonsk sfære av perfekte geometrier. Begge disse alternativene for forståelse av fysikkens beskrivelse henger fast i en substansorientert tenkning, hvor kunnskapen om vitenskapsobjektet søker en bekreftelse ved overenstemmelse med enten en reell eller en ideell substans. Forskjellen mellom alternativene er bare i hvilken sfære det substansielle skal søkes.

I Cassirers beskrivelse kan vi si at vitenskapsobjektet konstrueres ved å progressivt gjennomsyres av relasjonelle bestemmelser, og her inngår blant annet de nevnte begrepene om absolutt rom og tid. Dette er en form for idealisering som er knyttet til en *matematisering* og *kvantifisering* av objekter, ved hjelp av matematikkens rene funksjonsbegreper. Med Cassirer kan fysikkbegrepet forstås som resultat av en *konstruksjon* gjennom matematisk symbolisering, heller enn en *reduksjon* eller *abstraksjon*.

Konstruksjonen det er snakk om i matematiske naturvitenskaper er konstruksjon av forbindelser som konstituerer vitenskapsobjektet i en systematisk helhet. Først i denne helheten kan vi finne en form for objektivitet som ikke beror på et substansielt grunnlag – en objektivitet som ikke baserer seg på at fysikken søker å avdekke og avbilde *substanser, essenser og naturer*.

---

<sup>51</sup> Med dette mener jeg selvsagt ikke at det ikke er mulig å kvantifisere en kloss med ulike typer ujevnheter, og å la disse ujevnheterne være en del av vitenskapsobjektet. Progressiv inkludering i fysikken av slike «ekskluderte betingelser» kommer jeg tilbake til senere i dette kapitlet.

Men hva kan begrunne denne formen for objektivitet når vi ikke har et grunnlag i absolutte reelle eller ideelle entiteter som vi forsøker å avdekke?

For å forstå Cassirers svar på dette må vi først se nærmere på hva funksjonsbegreper er, og hvordan de plasserer vitenskapens objekter i en funksjon- eller relasjonslogikk. Da «[d]ie logische Natur der reinen Funktionsbegriffe» finner sitt tydeligste uttrykk «im System der Mathematik» (Cassirer, 1910, s. 148)<sup>52</sup>, er det hensiktsmessig å begynne utforskningen av funksjonsbegreper der. Ved å se på Cassirers fremstilling av Dedekinds matematiske strukturalisme og Cassirers beskrivelser av tallbegrepet som et konkret eksempel på et matematisk funksjonsbegrep kan vi få klarhet i hva funksjonsbegreper er og hva som betinger deres gyldighet.

### **Funksjonsbegreper og deres relasjonslogikk**

I motsetning til begreper som dannes ved klassifikasjon i henhold til en ting-logikk, hvor de ifølge abstraksjonsteorien abstraheres fra et gitt mangfold og hvor mangfoldet utgjøre de «faktiske objektene», er matematiske begreper resultat av generativt konstruerte forbindelser som sikter på en relasjonssystematikk, ifølge Cassirer (1910, s. 15). Mangfoldet av matematiske objekter er dermed ikke gitt på forhånd, men et resultat av en konstruktiv handling – av en *produktiv syntese*. Hva dette innebærer kommer klart frem i Cassirers fremstilling av Dedekinds matematiske strukturalisme.<sup>53</sup>

Cassirer presenterer Dedekinds tallteori som et attraktivt alternativ til både empirisk og psykologisk tilnærming til matematisk begrepsdannelse. De empiriske og psykologiske tilnærmingene er på hver sin måte bundet til en substansorientert tenkning, der tall forstås som avbildning av «ting», på lignende måte som de misforståtte idealiseringene av klossen på skråplanet nevnt ovenfor er det. Der den empiriske teorien søker avbildning av tall *qua* fysisk egenskap, finner vi i den psykologiske en avbildning av mentale entiteter (for detaljer, se Cassirer, 1910, s. 35-41). Disse teoriene har ulikt metafysisk grunnlag, men følger samme

---

<sup>52</sup> [[t]he logical nature of the pure functional concept] finner sitt tydeligste uttrykk [in the system of mathematics. (Cassirer, 1910/1923, s. 112)]

<sup>53</sup> Cassirer har forut for drøftingene i *Substanzbegriff und Funktionsbegriff* tatt for seg de moderne utviklingene i matematisk teori og matematikkens logikk i «Kant und die moderne Mathematik» (1907). I nyere kommentarlitteratur, spesielt i utforskningen av matematisk strukturalisme knyttet til Dedekind og i drøftingen av historiske utviklinger i matematisk filosofi, med fokus på forholdet mellom Russell og Cassirer, har Cassirers tekst om Kant og matematikken, samt andre og tredje kapittel i *Substanzbegriff und Funktionsbegriff* fått økt oppmerksomhet. For gjennomgang av utviklinger nykantiansk og proto-nykantiansk filosofi om aritmetikk og geometri, se Biagioli (2016, 2020). For matematisk strukturalisme og Russell/Cassirer-forbindelser, se Heis (2020); Oberdan (2014); Reck (2020). Da fokuset for min undersøkelse er fysikk og vitenskapsteori, og min fremheving av Cassirers drøfting av matematikk først og fremst er ment som hjelp til forståelse av fysikkens begreper og objekter, går jeg ikke videre inn i denne litteraturen.

logikk. Empirismen klinger til en uavhengig fysisk realitet og den psykologiske aritmetikken tviholder på en ideell realitet. I førstnevnte har vi med abstraksjon fra reelle substanser å gjøre, i andre, fra ideelle.

Som svar til dette skriver Cassirer: «Nicht *Objekte*, sei es der äußeren oder der inneren Wirklichkeit, sondern *Akte der Apperception* sind es, an welche die Zahlbestimmung anknüpft und auf die ihr eigentlicher Sinn zurückgeht (1910, s. 43)<sup>54</sup>. De «apperseptive handlingene» som forbindes med tallbestemmelse her, må forstås som konstruktive – det vil si produserende og syntetiserende – intellektuelle handlinger. De utgjør syntetisk forbindelse av et mangfold, og en konstruksjon fra den enhet som ligger til grunn for dette mangfoldet (jamfør drøftingen av Marburg-kantianernes underleggelse av sanselighet til tenkning, side 13ff).

I den grad tallene som resulterer fra disse konstruktive handlingene kan sies å være del av noe ideelt og uforanderlig, så er det en uforanderlighet som tankeprosessen *tilskriver formen* til aritmetikkens *helhet*: «über das gesamte Gebiet des Denkgeschehens hinaus greift hier der Gedanke zu einem Bereich idealer Gegenstände über, denen er eine dauernde und unveränderliche Grundform *zuerkennt*» (Cassirer, 1910, s. 45, min utheving)<sup>55</sup>. Denne formen er i første instans ikke er annet enn «eine bloße *Forderung*» (1910, s. 45)<sup>56</sup>. I denne *aritmetikkens grunnform* finner vi – med Cassirers fremstilling av Dedekind – matematikkens objekter, og korrespondanse og relasjon mellom disse objektene ved hjelp av tenkning.

I Cassirers drøfting av Dedekinds tallteori finner vi en sentral ledetråd til å besvare spørsmålene om hva funksjonsbegreper, vitenskapens objekter og vitenskapens objektivitet er. Som Cassirer skriver videre er nemlig ikke de matematiske «objektene» gjenstander som har uavhengig eksistens, eller som kan være «gitt» i isolasjon fra andre objekter. Vi har snarer å gjøre med *funksjonsbegreper* eller *relasjonsbegreper*, som kun eksisterer i ideell forbindelse med hverandre (Cassirer, 1910, s. 47). Dersom en snakker om avbildning eller representasjon i forbindelse med slike funksjonsbegreper har det hverken med å trekke ut og isolere, eller med representasjon av et indre eller ytre objekt å gjøre, men med dannelsen av en *nødvendig orden* mellom tenkning og de tenkte objektene; mellom erkjennelsen og erkjennelsesobjektene. Når objektene som inngår i en slik *relasjonslogikk* er tall, vil en progresjon eller bestemt orden være grunnbegrepet som objektene selv kan spores tilbake til (Cassirer, 1910, s. 48-49).

---

<sup>54</sup> [It is not with objects, either those of inner or outer reality, but with acts of apperception, that the numerical determination is connected, and to which it goes back for its real meaning. (Cassirer, 1910/1923, s. 33)]

<sup>55</sup> [here thought reaches out beyond the whole field of thought-processes to a realm of ideal objects, to which it *ascribes* a permanent and unchanging form (Cassirer, 1910/1923, s. 35, min utheving)]

<sup>56</sup> [a mere postulate (Cassirer, 1910/1923, s. 35)]

Med dette tydeliggjøres tallbegrepets funksjonelle, ikke-substansielle eksistens: Tallene er ikke isolerbare, atomistiske objekter med reell eller ideell eksistens. Aritmetikken er rettet mot ordinalrelasjoner – sammenhenger i en progresjon – og tallene er elementer eller plassholdere i denne bestemte systematiske helheten. Progresjonen (tallfølgen) inneholder dermed alle de partikulære tilfellene (tallene). Likeså inneholder tallene den regel som bestemmer systemets, det vil si tallfølgens, form. Systemets enhet, enheten av progresjonen og dens elementer, er et sammenfall av det universale og partikulære.

I henhold til denne matematiske strukturalismen vil matematikkfilosofien som krever at tall har en indre natur eller essens være bygget på en grunnløs antagelse om et substansielt tallbegrep, altså på muligheten for å betrakte tall som isolerte objekter. Når tallbegrepet er et funksjonsbegrep er det ikke mulig å abstrahere ut et tall og betrakte det for seg, da funksjonsbegrepforståelsen av tallene medfører at «es ein Gefüge idealer Gegenstände gibt, deren gesamter Inhalt in ihren gegenseitigen Beziehungen erschöpft ist. Die „Essenz“ der Zahlen geht in ihrem Stellenwert auf.» (Cassirer, 1910, s. 51, sml. s. 420-421).<sup>57</sup> Å trekke et tall ut av tallrekken, for å finne en «tallessens», medfører en løsriving av tallet fra relasjonshelheten som utgjør dets vesen og en destruksjon av tallet *qua* tall.<sup>58</sup>

Som forutsetning for funksjonsbegrepets relasjonslogikk, ligger det som ovenfor var beskrevet som en *fordring* – en uforanderlig grunnform *tilskrevet* det ideelle systemet av relasjonsobjekter. Hva mener Cassirer med dette? Hvordan kan denne fordringen forstås som utgangspunkt for matematikkens objekter? For klarhet i dette må vi til Kants *Kritikk av den rene fornuft*, og Kants beskrivelse av transcendental ideer – fornuftsideer – som regulative, heuristiske prinsipper som leder forstanden frem mot *enhet* i erfaring.

### **System, enhet og transcendentale ideer**

I motsetning til ren sansning og ren forstand utgjør ikke ren fornuft en *konstitutiv* betingelse for erfaring for Kant. Den rene fornufts rolle er snarere *regulativ*. Den angir retning for sansning og forstand med mål om enhetlig, sammenhengende erfaring, fremfor å bidra meg *a priori* mulighetsbetingelser (rom, tid og kategoriene) eller *a posteriori* innhold og innholdsbestemmelse (empiriske anskuelser og empiriske begreper). Retningen fornuften angir utgjør et *krav*, en *fordring*, fra fornuftsens side – et krav om å «bringe forstanden i gjennomgående

---

<sup>57</sup> [(...) there is a system of ideal objects whose whole content is exhausted in their mutual relations. The “essence” of the numbers is completely expressed in their positions. (Cassirer, 1910/1923, s. 39)]

<sup>58</sup> Søken etter en slik substansiell (men ideell) tallessens spiller en rolle i blant annet Bertrand Russells filosofi. For en mer inngående analyse av tallbegrepets eksistens og essens, se Cassirer polemisering med Russell (Cassirer, 1910, s. 57-69, 419-421) og fremstillingen av denne i Heis (2014a).

sammenheng med seg selv» (Kant, 1781/2009, A305/B362).<sup>59</sup> Som Kant skriver har de transcendentale ideene

aldri en konstitutiv bruk slik at de fører til begreper om visse gjenstander (...). Derimot har de en fortreffelig og uunnværlig nødvendig regulativ bruk, nemlig å rette forstanden mot et visst mål med henblikk på hvilket retningslinjene for alle dens regler samles i et punkt. Og selv om dette kun er en idé (*focus imaginarius*), det vil si et punkt som forstandsbegrepene ikke i virkeligheten går ut fra, ettersom det ligger utenfor den mulige erfaringens grenser, så tjener det allikevel til å gi dem størst mulig enhet ved siden av den størst mulige rekkevidde. (1781/2009, A644/B672)

Fordringen om uforanderlige ideelle objekters grunnform som underbygger matematikkens objekter, ifølge Cassirer, kan forstås som en slik transcendental idé. Som transcendental idé veileder denne fordringen – denne forutsetningen om uforanderlighet og enhet – konstruksjonen og utfoldelsen av de matematiske objektene.

Selv om matematikkens objekter beskrives som konstruert ved tenkning eller forstand av Cassirer, har vi ikke å gjøre med en *naiv* eller *spekulativ idealisme*, hvor en forsøker å finne frem til evige objekter eller ideer. Som Kant skriver, om de kosmologiske ideene, «skal vi ikke anta slike i seg selv, men bare la deres realitet gjelde som et skjema for det regulative prinsipp for den systematiske enhet av enhver naturerkjennelse.» (1781/2009, A674/B702) Kant kaller også dette en *hypotetisk* fornuftsbruk, som angår «forstandserkjennelsens systematiske enhet». Denne systematiske enheten utgjør en «*projisert* enhet» som tjener «til å finne et prinsipp for mangfoldet og for den spesielle bruk av forstanden, og dermed også til å lede forstanden henimot det som ikke er gitt, og gjøre den sammenhengende.» (Kant, 1781/2009, A647/B675)

Fordringen om en uforanderlig grunnform for tallenes idealitet er en slik systematisk, projisert enhet. Det er denne ideen om enheten som utgjør grunnlaget for den *objektive formen* eller *objektiviteten* som er opphav til tall som matematisk objekt i Cassirers erkjennelsesteori. Ideen er virksom i genereringen av kunnskapsobjektet ved produktiv syntese: Generativ dannelsen av tallene i tallfølgen spiller ut lovmessigheten som forutsettes for deres tilblivelse. Slik ser vi at en regulativ idé, ideen om systematisk enhet av de matematiske objektene, får en konstitutiv rolle for de matematiske objektene, *immanent* til deres objektive form. Resultatet er som nevnt ovenfor et system av funksjonsbegreper, hvor objektene (tallene) ikke kan eksistere som objekter løsrevet fra det objektive systemet (tallfølgen) som de er konstituert i.

Hvorfor tallene ikke kan gis en reell eller ideell substansiell eksistens, er klart når vi forstår Cassirer/Dedekinds tallteori i lys av Kants regulative prinsipper. Å ta tallene som

---

<sup>59</sup> Dersom fornuften forsøker å *konstituere* objekter, vil den lede til dogmatisk eller spekulativ metafysikk, ifølge Kant.

atomistiske entiteter blir å forstå fordringen om enhet som en *tilgrunnliggende substansiell* fremfor *tilgrunnliggende projisert* enhet. Fremfor å forstå objektene som *konstruert ut fra ideen om enhet*, i et forsøk på å imøtekomme fordringen om enhet, forstår en da *enheten som avledet fra objektene*. Dette medfører at objektene må kunne aggregeres til en enhet, forut for deres egen konstruksjon, altså tallbegrep blir sirkulært. Hvis vi derimot forstår tallene som konstruert ut fra ideen om enhet, har vi å gjøre med rene relasjons- eller funksjonsbegreper, som er gitt fullstendig ut fra sin forbindelse med de andre objektene og objektiviteten som bestemmer disse.

*Hva* tallene, eller andre matematiske objekter er, er ikke dermed avgjort. Fordringen om en sammenhengene form, om en *grunnleggende struktur* av enhet og systematikk angir ikke hvordan denne strukturen realiseres i all sin mangfoldighet. Fremfor et *hva* står vi igjen med et *hvordan* – hvordan objektene konstrueres og utvikler seg blir sentralt for forståelsen av matematisk vitenskap. Det som er forutsatt er ikke hvordan de matematiske objektene er, men en idé om enhet som ligger til grunn for deres konstruksjon. Om dette skriver Cassirer:

Wo immer ein *System von Bedingungen* gegeben ist, das sich in verschiedenen Inhalten erfüllen kann, da können wir, unbekümmert um die Veränderlichkeit dieser Inhalte, die Systemform selbst als *Invariante* festhalten und ihre Gesetze deduktiv entwickeln. Wir erschaffen dadurch ein neues „objektives“ Gebilde, das in seiner Struktur von aller Willkür unabhängig ist (...) (1910, s. 52)<sup>60</sup>

Ved å ta denne formen eller strukturen selv som invariant, produseres altså en objektiv form eller formasjon – en form som er opphavet til objekter *immanent til sitt formasjonsprinsipp*. Tallfølgen utgjør en slik form; en enhetlig helhet av tall.

At tallfølgen utgjør en helhet betyr ikke at den er avsluttet. Dette kan illustreres ved å se på tallfølgen av naturlige tall, som utgjør en såkalt tellbar uendelighet – en rekke som aldri kan avsluttes, men som likevel kan telles. Ethvert nytt tall som legges til «slutten» av tallfølgen kan etterfølges av et annet, høyere tall, som medfører at antallet naturlige tall øker med én. Nettopp den produktive karakteren til tallfølgen tillater en slik åpen serie, uten at den blir mindre enhetlig. Tallfølgen som sådan utgjør én helhet, og denne helheten er utgjort av tallene og deres konstruksjon i henhold til tallfølgens prinsipp. Vi trenger ikke å liste opp tall eller lete etter tall «der ute» for deretter å samle dem sammen for å kunne danne denne progresjonen.

---

<sup>60</sup> [Wherever a *system of conditions* is given that can be realized in different contents, there we can hold to the form of the system itself as an *invariant*, undisturbed by the difference of the contents, and develop its laws deductively. In this way we produce a new “objective” form, whose structure is independent of all arbitrariness (Cassirer, 1910/1923, s. 40).]



Progresjonens betingelser og alle tallene som kan konstitueres i den er alt inneholdt i tallet som rent funksjonsbegrep.

For å oppsummere så langt så argumenterer Cassirer for et skifte bort fra en epistemologisk modell som er basert på en (metafysisk) forutsetning om grunnleggende substanser, og som tar avbildning eller representasjon av underliggende elementer som matematikk og matematisk naturvitenskaps oppgave. Fremfor å forutsette substanser tilskriver matematisk vitenskap området som skal undersøkes en form for systematisk enhet, ifølge Cassirer. Denne enheten i systemet av tallbegreper har jeg identifisert som en projisert enhet, slik denne er beskrevet i Kants *Kritikk av den rene fornuft*. Men en slik enhet som regulativt prinsipp for undersøkelsen kan matematikkens objekter konstrueres immanent til matematikkens form under ideen om grunnleggende lovmessighet.

### 3.3 Objekter og eksperimenter i fysikk

Så langt har vi sett på lovmessighet og systemkonstruksjon i matematikken, knyttet til matematiske objekter som er fullstendig bestemt av posisjonen de er i og relasjonene de har til andre elementer, i et system av funksjonsbegreper. Slik forstått kan matematikkens objekter gjerne oppfattes som fullstendig ideelle. De er ikke avhengig av empirisk materiale eller en «ekstern verden», men utgjør sitt eget aksiomatiske system – med noen grunnleggende aksiomer på plass kan resten av matematikken utledes eller konstrueres.<sup>61</sup> Matematikken står i så måte i en særegen posisjon, sammenlignet med andre former for vitenskap, språkssystemer og uttrykksformer. Det er nå tid for å ta steget bort fra matematikkens rene strukturer, og mot matematisk naturvitenskap, nærmere bestemt fysikk.

Vi har sett at Cassirer skriver at matematikkens objekter er fullstendig bestemt ut fra deres posisjon i det matematiske systemet, med tallene bestemt i tallrekken som eksempel. Hvordan blir dette for fysikkens objekter? Klossen på skråplanet, som jeg har vært inne på, er idealisert i fysikkens eksperiment, men det er fortsatt en kloss der – i verden. Å sidestille fysikken med matematikken, og å hevde at den er opptatt av fullstendig ideelle objekter virker derfor som et tvilsomt foretak. Er det ikke et fysisk objekt fysikken beskriver, selv om dette

---

<sup>61</sup> Hvorvidt dette er en korrekt beskrivelse av matematikk, er utenfor denne undersøkelsens rekkevidde. Det finnes også andre posisjoner som forsvares i dag, som matematisk realisme, men jeg overlater matematikkfilosofien til å sammenligne Cassirers matematiske strukturalisme med en matematisk realisme. Cassirers beskrivelse av matematikken kan også være tjent med å bli klargjort opp mot problemer ved aksiomatiske systemer (som dem fremsatt i Gödels ufullstendighetsteoremer) samt ulike former for ikke-aksiomatisk matematikk (som *informal mathematics*). Jeg begrenser meg her til å bemerke, med Jeremy Heis, at «[s]tructuralism has been perhaps the most widely defended and widely discussed philosophy of mathematics of the last thirty years or so, and Cassirer can with good justification be considered the first philosopher to defend mathematical structuralism.» (2015, s. 123)

objektet idealiseres for å passe fysikkens undersøkelse? Og hva med fysikkens såkalte teoretiske eller uobserverbare entiteter, hva slags objekter er kvarker, elektroner, elektromagnetiske felt og mørk materie? Er dette de *egentlige* tingene, ting som vi ifølge Worrall og Poincaré kun kan kjenne relasjonene mellom, eller er det samlebetegnelser på krysningpunkt av forbindelser i en grunnleggende strukturell verden, á la French og Ladyman? Eller, for å gå en helt annen retning: Er det bare kunnskapsøkonomiske begreper som fungerer som verktøy for oppsamling av våre erkjennelser, som Ernst Mach kunne sagt? Eller, tett beslektet i moderne vitenskapsteori, er det instrumentelle, pragmatisk selekterte uttrykk for vellykkede metoder for predikasjon og kontroll av naturen, jamfør den konstruktive empiristen Bas van Fraassen (1980)? Alternativt kan vi spørre med Nancy Cartwright og entitets-realistene (se Cartwright, 1983, 1999): Er de «uobserverbare entitetene» eksisterende objekter der ute, som er kausalt disponert til å handle i tråd med det idealiserte matematiske rammeverket vi har konstruert for å beskrive dem?

Det er åpenbart mange ulike teorier om hva objekter i fysikken er. Jeg har kun vært inne på et lite utvalg her, og en fullstendig beskrivelse av disse er ikke mitt mål. Det vi må ha klart for oss i undersøkelsen videre er dette: Det er ikke åpenbart hvordan vi skal forstå hverken fysikkens objekter eller fysikkens beskrivelse av disse objektene gjennom fysikkens ligninger, lover og prinsipper. Med undersøkelsen av Cassirers matematiske strukturalisme har vi imidlertid et verktøy på plass for å se på hvordan vi kan forstå fysikkens objekter, gjennom en linse av kvantifisering og matematisering av naturen. Som vi skal se kan dette være en medierende posisjon mellom flere av de motstridende synene på fysikkens objekter som er nevnt ovenfor.

### **Fysikk som representasjon av en «ekstern verden»**

Ifølge Cassirer utgjør matematikken, med sine rene funksjonsbegreper, et felt av fri tankeaktivitet: Matematisk tenkning transcenderer grensene av det «gitte» og matematikkens objekter følger fullstendig fra deres konstruksjonsprinsipp. Dette medfører ikke at matematikkens system påberoper seg karakter av noe selvtilstrekkelig, absolutt eksisterende. Matematikken forblir et uttrykk for nødvendige og universelle forbindelser (Cassirer, 1910, s. 148, 396-397). I mer moderne språkdrakt kan vi si at matematikkens system lar seg utlede fra dens aksiomer, uten at dette medfører en ontologisk forpliktelse til eksistens av matematikkens objekter som annet enn en logisk kategori i et system som vi konstruerer i bruk og studie av det.

Fysikkens begreper er i høyeste grad matematisk formulert. Det er ikke bilder, beskrivelser eller ting som inngår i fysikkens ligninger, men strengt avgrenset, matematisk symbolisering av massesenter, krefter, felt, og så videre. Fysikkens ligninger og begreper viser seg imidlertid igjen og igjen svært vellykkede i prediksjon og kontroll av naturprosesser. Dette vitner om en forbindelse mellom naturprosessene og de matematisk formulerte naturlovene, og at fysikkbegrepene ikke innehar samme grad av idealitet som matematikkens begreper. Et sentralt spørsmål her er hva slags møtepunkt vi har mellom matematikkens ideelle konstruksjoner og naturens prosesser, og om et slikt møtepunkt i det hele tatt finnes. Hva er forbindelsen mellom matematikkens ideelle begreper og deres realisering i fysikkens virkelighet?

En første tanke som melder seg er at fysikken representerer eller avbilder naturen, og at matematikk enten er et hendig eller et nødvendig verktøy for slik representasjon. Denne tanken kan sees på som en av mange ulike uttrykk for en konvensjonell realisme, hvor naturvitenskapen søker å gi en sann beskrivelse av en «ekstern verden» (se side 30). I en slik realisme er det underforstått at en eksterne verden utgjør hva tingene, hendelsene eller strukturen *egentlig* er, og at en sann beskrivelse i vitenskapen derfor er en (matematisk eller andre former for) beskrivelse som korrekt representerer eller korresponderer med denne eksterne verdenen.

Cassirer er svært kritisk til det han kaller en *avbildningsteori* om vitenskap. Avbildningsteorien han kritiserer er den vi finner hos positivistene Mach og Ostwald, og den er ulik dagens varianter av vitenskapelig realisme – den begrenser gjerne til å beskrive vitenskapen som gjengivelse av perseptuelle fakta i kortfattet form (Cassirer, 1910, s. 149-152). Denne beskrivelsen av fysikken er urimelig, ifølge Cassirer, da fysikkens historie viser en bevegelse i motsatt retning av slik oppsamling av persepsjoner. Fysikkens ligninger er ikke opptatt av sanseinntrykk som kan uttrykkes som kaldt og varmt eller hardt og mykt. Fysikken beskjeftiger seg snarere med tallfesting i målinger gjort i henhold til bestemte målestandarder, og jo lenger ut i fysikkens utvikling vi kommer, jo fjernere er denne tallfestingen fra uttrykk for sanselige modaliteter.

«Avbildningen» i moderne realisme har ikke med oppsamling av persepsjoner å gjøre, men med et syn på fysikkens ligninger som etterstreber sannhet i sin representasjon av en ekstern, sinn-uavhengig verden. De ulike variantene av strukturell realisme kan tolkes som varianter av en slik avbildningsmodell for vitenskapen. I den ene – den epistemiske strukturelle realismen – representerer matematikken relasjoner mellom underliggende, substansielle entiteter, i den andre – den ontiske strukturelle realismen – utgjorde matematikkens strukturer

en «direkte» representasjon av en strukturell verden. Når de ulike variantene av strukturelle realismen forstås som avbildningsteorier kan vi, med Cassirer, spisse vår kritikk mot dem.

Et problem vi fant i den ontiske strukturelle realismen var hvordan verden tas som «gitt», når vitenskapen skal representere den. Å anse verden som ekstern, gitt oss som noe fysikken skal avdekke uavhengig av vår erkjennelsesmuligheter – uavhengig av hvordan verden fremtrer for oss i praktisk eller teoretisk erfaring – utgjør en grunnleggende feilslutning fra et kantiansk perspektiv. Et mer generelt problem som både den epistemiske og ontiske strukturelle realismen har, er knyttet til matematisk representasjon som sådan. Hvorfor går alle modeller og teorier i fysikk frem ved matematisk symbolisme, dersom en ytre, gitt verden skal representeres? Skyldes dette bare at dette er en effektiv måte å representere verden på, altså en epistemologisk betingelse? Eller er det ontologisk begrunnet, ved at verden er grunnleggende matematisk?

Et problem med det epistemologiske svaret vil være hvordan matematisk representasjon av «virkeligheten» stadig konstruerer – eller oppdager – nye forbindelser i verdens sammensetning, og ved dette stadig beveger seg lenger bort fra en «effektiv» beskrivelse av virkeligheten. På et overfladisk nivå er det ikke særlig effektivt å representere for eksempel en kule som kastes gjennom lufta på en vindfull dag, som et massesenter som farer gjennom et vektorfelt, og det vil tilsynelatende være enda mindre effektivt å representere kula som en tett konsentrasjon partikler, som beveger seg gjennom en mindre tett konsentrasjon partikler. Dette fordi slik beskrivelse, i motsetning til beskrivelsen «en kule som kastes gjennom luften på en vindfull dag», fremstår som epistemologisk ineffektiv. For den enkelte observatør av kula som kastes gjennom luften, vil det kreve store mengder teknisk trening – vanligvis gjennom grunnskole, videregående opplæring og flere år på universitetet – for å være tilstrekkelig godt kjent med fysikkens matematiske system for at en slik, teknisk beskrivelse skal være meningsfull.

Å forstå effektiv beskrivelse som enkel beskrivelse kan imidlertid være en misforståelse. En realist kan innvende at den stadig økende kompleksiteten i fysikkens modeller skyldes at vi kommer nærmere og nærmere hvordan verdens substanser (eller relasjonene mellom disse, jmfør Worrall) egentlig er. Da verdens byggesteiner og prosesser *er* komplekse, er det ikke rart at fysikken øker i kompleksitet, kan realisten slå fast. Vi er imidlertid ikke i nærheten av å representere kula som farer gjennom lufta i henhold til fysikkens mest oppdaterte modeller av byggesteiner og prosesser i dagens fysikk (det nærmeste vi kommer er ved bruk av statistisk mekanikk). Bytter vi kula ut med en pengeseddel som tas av vinden ligger fysikken milevis

lenger unna dette målet.<sup>62</sup> Dersom vi søker en substansiell forståelse av komplekse naturprosesser er det påfallende i hvor stor grad relativt enkle modeller brukes for faktisk prediksjon og kontroll i fysikk. Fremfor å bruke det de strukturelle realistene fremhever som fysikkens «beste teorier» – kvantemekanikken – domineres flere områder av fysikken fortsatt av klassisk mekanikk. Og selv den klassiske fysikkens beskrivelse av kula i vektorfeltet, vil trolig kreve mer enn de beste superdatamaskiner i verden er kapable til å regne ut innen rimelig tid, dersom effekter fra vinden på kulas (eller verre: pengeseddelsens) overflate skal regnes ut noenlunde nøyaktig.

Et problem med det alternativet svaret til hvorfor fysikkens modeller og teorier er matematiske, altså det ontologiske synet om at den eksterne verden er matematisk, er at det krever en forpliktelse til å ta eget språk (matematikken) som noe fundamentalt annerledes enn et verktøy til å forstå denne verdenen. Fra et realistisk ståsted snakker man om en «ekstern verden» som er både sinn- og språkuavhengig (jmfør SR<sub>3</sub>, side 30). Å ta fysikkens matematiske uttrykk som direkte uttrykk for en slik verden er da et kategorimistak. Det er en forveksling av kartet med terrenget.

### **Matematisk idealisering og fysikkens persepsjon**

Et mulig svar på problemene ved matematisk representasjon av en «ekstern verden» i fysikken, kan vi finne ved å gå tilbake til Cassirers problematisering av verden som «gitt» og til Cassirer og Marburg-kantianernes erfaringsbegrep. Gjennom det nykantianske perspektivet der «det gitte» mangfoldet i anskuelse alltid allerede er underlagt et formende prinsipp (se side 13ff), finner vi en måte å forstå verden matematisk, uten at det medfører et kategorimistak.

I dag snakker vi ikke om anskuelse eller persepsjoner som grunnlag for fysikken. Likevel har det Cassirers skriver om anskuelser, persepsjon og erfaring i *Substanzbegriff und Funktionsbegriff* overføringsverdi til moderne fysikk. Dette fordi Cassirers begreper om anskuelse og erfaring må forstås som tekniske begreper. Det er ikke snakk om «erfaring» slik vi bruker begrepet i dagligtalen, hvor det gjerne er knyttet til subjektive opplevelser av en bestemt karakter. Erfaring må her forstås i tråd med Marburgerskolens forståelse av erfaringsbegrepet i *Kritikk av den rene fornuft*. I forrige kapittel så vi at erfaringsbegrepet er direkte knyttet til matematisk naturvitenskap for Hermann Cohen. Det er et slik erfaringsbegrep Cassirer tar opp og videreutvikler i *Substanzbegriff und Funktionsbegriff*, noe som er spesielt

---

<sup>62</sup> Hvordan den moderne fysikken kommer til kort for slike tilsynelatende enkle tilfeller er også påpekt av Cartwright (1999, s. 27ff), hvor hun viser til Otto Neurats eksempel med nettopp en pengeseddel som blir tatt av vinden.

tydelig i enkelte passasjer, som når Cassirer bruker «erfaringsobjektet» og «fysikkobjektet» synonymt som kontrast til det rene matematiske objektet, og når opplevelse (*Erlebnis*) settes opp mot erfaring (*Erfahrung*). Noe som er spesielt interessant med dette begrepet i forbindelse med sammenhengen mellom matematikk og fysikk, er at også begrepene anskuelse og forstand subsumeres under et slikt erfaringsbegrep.<sup>63</sup>

At «det gitte» mangfoldet i anskuelse alltid allerede er underlagt et formende prinsipp gjelder dermed også for mangfoldet i «fysikkens anskuelse» i Cassirers vitenskapsteori – innholdet i fysikkens anskuelse er frembragt av fysikkens formende prinsipp. Dette formende prinsippet er nettopp de matematiske funksjonsbegrepene, samt et mål om enhetlig erfaring (sistnevnte er, som vi skal se, direkte koblet til en transcendentale idé om systematisk enhet). Med dette finner vi en «erkjennelsesteoretisering» av en ontologi i Cassirers vitenskaps- og erkjennelsesteori, der «fysikkens verden» og innholdet i «fysikkens anskuelse», alltid «gis» som strukturert *til* et innhold gjennom matematiske funksjonsbegreper.

Når Cassirer skriver at de matematiske begrepene brukes kontinuerlig i konstruksjon av fysikk (se Cassirer, 1910, s. 154), og at vi må, som jeg har vært inne på, sette til side en «virkelighet» av isolerte fakta til fordel tall- og størrelsessymboler, kan vi forstå dette som en direkte kritikk av *muligheten* til en virkelighet av isolerte fakta, og som et argument for fysikkens *mulighetsbetingelser* som grunnlagt i matematikkens begreper. For å bruke det som tilsynelatende er Cassirers favorittsitat fra Goethe (gjentatt i alle hans vitenskapsteoretiske verk, og i samtlige bind av *Philosophie der symbolischen Formen*): alt det faktiske er allerede teori. Slik *sanselig anskuelse* er underlagt den produktive innbildningskraftens spontanitet i Kants «transcendentale deduksjon», er *fysikkens anskuelse* eller *persepsjon* underlagt matematikkens aktive konstruksjonsprinsipp i Cassirers vitenskap- og erkjennelsesteori.

Cassirer trekker frem en rekke eksempler fra vitenskapshistorien for å vise at matematikkens begreper er aktive i oppbygningen av fysikkens erfaring, og for å finne hvilken

---

<sup>63</sup> Cassirers særegne bruk av begreper som erfaring, anskuelse og persepsjon later til å gå upåaktet hen i store deler av kommentarlitteraturen. Heis er riktignok inne på noe når han kommenterer hvordan begreper som «mind» og «reason» brukes av Cassirer: «according to the heterodox reading of Kant advocated by Cassirer and his Marburg teachers, philosophical talk of the “mind” or “reason” is just a roundabout way of talking about science.» (2014b, s. 17) Heis trekker imidlertid ikke inn begrepene anskuelse, persepsjon og erfaring. Denne mangelen i den engelskspråklige dominerte faglitteraturen kan skyldes at nyansene mellom opplevelse (*Erlebnis*) og erfaring (*Erfahrung*) ofte går tapt i den engelske oversettelsen av *Substanzbegriff und Funktionsbegriff*, hvor begge begrepene oversettes til samme ord: *experience*. I nyoversettelsen av *Philosophie der symbolischen Formen* har oversetter Steven Lofts vært mer oppmerksom på denne nyansen, når han oversetter *Erlebnis* til «*lived experience*». I dette verket fremkommer også skiller mellom typer erfaring tydeligere i Cassirers egen filosofi, når konkret kroppsliggjort erfaring blir sentralt i frembringelsen av såkalt uttrykksfenomener, mens empirisk anskuelse og teoretisk erfaring knyttes til tingpersepsjon og teoretisk erkjennelse. Dette kommer jeg tilbake til i neste kapittel.

retning denne konstruksjonen har i fysikken. Et av disse eksemplene er utviklingen av bevegelsesbegrepet i fysikken ved Kepler, Kopernikus og Galileo (se Cassirer, 1910, s. 155-161). I den tidlige fasen av matematisk naturvitenskapen stod tanken om naturens mekanikk sentralt, og virkeligheten ble ansett som fullt ut forstått når den kunne beskrives som et system av bevegelse. Bevegelse er ikke fremmed for våre sanseinntrykk, men slik jeg leser Cassirer er poenget at fysikkens bevegelsesbegrep *er* fremmed – fysikken konstruerer en *symbolsk idealisering* av bevegelse. I denne idealiseringen inngår – slik vi så for klossen på skråplanet – blant annet fysikkens begrep om rom og tid som grunnbetingelser. Dette er to begreper som må forstås i streng matematisk betydning, knyttet til fysikkens (daværende) forståelse av absolutt, homogent rom og uendelig, uniform tid. Ensartethet i disse fysikkbegrepene finner vi ikke i en «ekstern verden» som fremtrer i våre sanseinntrykk, den hører snarere bare til «derjenigen Mannigfaltigkeitsform, zu der wir sie kraft bestimmter gedanklicher Forderungen konstruktiv umschaffen.» (Cassirer, 1910, s. 156)<sup>64</sup>

Bevegelse blir fysikkens bevegelsesbegrep ved at den konstitueres i matematikkens system av relasjonsbegreper. Som innvevd i matematikkens system underlegges bevegelsesfenomenet fordringen om systematisk enhet – enheten som utgjør en projisert enhet i konstruksjonen av matematikken. Bevegelse *frembringes* dermed som et faktum i fysikken ved matematikken funksjonsbegreper, under forutsetningen om fysikkens lovmessighet og systematiske enhet:

Erst indem wir kraft dieses [antizipierte allgemeine] Gesetzes eine Bestimmtheit schaffen, die die Allheit der konstruktiv erzeugbaren Raum- und Zeitpunkte umfaßt, sofern sie jedem Moment der stetigen Zeit eine und nur eine Lage des Körpers im Räume zuordnet, ist damit die Bewegung als mathematisches Faktum gewonnen. (Cassirer, 1910, s. 157)<sup>65,66</sup>

Først når bevegelsesfenomenet er underlagt matematikkens idealitet kan det *fremtre* som et «gitt» faktum i fysikk. Med andre ord *er* ikke fysikkens objekter og fenomener gitt, de *blir* gitt, gjennom bestemte matematiske formasjonsprinsipper som gjennomsyrrer fysikkens anskuelse

---

<sup>64</sup> [(...) those forms of manifold, into which we constructively transform it by certain intellectual postulates. (Cassirer, 1910/1923, s. 118)]

<sup>65</sup> [Motion is gained as a scientific fact only after we produce by this law a determination that includes the totality of the space and time points, which can be constructively generated, in so far as this determination coordinates to every moment of continuous time one and only one position of the body in space. (Cassirer, 1910/1923, s. 119)]

<sup>66</sup> Totaliteten av tid og rom er igjen underlagt matematiske bestemmelser. Som Cassirer skriver er ikke tidsanskuelse eller temporal suksesjon en forutsetning for tall, men tall for en forutsetning for tidsanskuelse (1910, s. 51-52). Igjen må begrepet tidsanskuelse forstås innenfor erfaring *qua* teoretisk erfaring, ikke fenomenologisk erfaring eller lignende.

Spørsmål om andre former for tid enn den i teoretisk erfaring kommer Cassirer tilbake til gjentatte ganger når han i *Philosophie der symbolischen Formen* tar for seg hele den menneskelige erfaringsmangfoldighet (se spesielt Cassirer, 1929/2010, Del 2:IV). Se også min drøfting av det tett beslektede «romproblemet», side 88ff.

og erfaringsmåter. Slik kan vi med Cassirer og Goethe si at alt det faktiske, alt det som er «gitt» i vitenskapen, allerede er underlagt fysikkens teori og denne teoriens forutsetninger. Vi har ikke å gjøre med passiv mottagelse av gitte inntrykk, men med en erfaringens spontanitet som, ifølge Cassirer, transporterer det gitte inn i en ny logisk sfære (1910/1923, s. 161). Denne nye sfæren utgjør imidlertid ingen ren ideell sfære:

die naturwissenschaftlichen Idealbegriffe behaupten nichts über ein neues Reich getrennter absoluter Objekte, sondern sie wollen die unentbehrlichen *logischen Richtlinien* festsetzen, vermöge deren allein die vollständige Orientierung innerhalb der Mannigfaltigkeit der Phänomene selbst gelingt. Sie gehen über das Gegebene nur hinaus, um die gesetzlichen Strukturverhältnisse des Gegebenen um so schärfer zu erfassen. (Cassirer, 1910, s. 170)<sup>67</sup>

I dette sitatet kommer Cassirer nær Worralls variant av strukturell realisme. Forskjellen mellom Cassirer og Worrall her ligger i at vi med Worrall har å gjøre med strukturelle beskrivelser av underliggende entiteter, mens vi med Cassirer har å gjøre med strukturelle forbindelser som frembringer «det gitte» i skarpere grad. Som vi skal se i neste kapittel, hvor jeg tar for meg Cassirers utvidelse av denne erkjennelsesteorien til en kulturfilosofi, utgjør fysikkens frembringelse bare en av mange mulige måter å frembringe «det gitte» på. En lignende utvidelse er vanskelig å forestille seg med Worrall, da strukturen han finner i vitenskapen alltid må reflektere *det ene sanne grunnlaget*, og derfor ikke bare er den mest presise måten å beskrive verden, men den eneste som kan påberope seg objektivitet sin beskrivelse.

### **Progressiv objektkonstruksjon gjennom teori, eksperimenter og numeriske beregninger**

Ut fra perspektivet om at fysikkens objekter og fenomener ikke *er* gitt, men *blir* gitt, gjennom fysikkens særegne erfaringsstrukturering, er spørsmålet om idealiserte objekter i fysikken delvis besvart: Fysikkobjekter inngår i fysikkens matematiske system og fysikkens eksperimenter. Objektene i fysikkens eksperimenter kan i sammenligning med objekter som fremtrer i sanselig erfaring<sup>68</sup>, ses på som matematisk idealiserte objekter. Men det er fortsatt uklart i hvilken grad de er idealisert, og hvordan vi skal forstå den progressive konstruksjonen av fysikkobjektene. For å avklare dette kan vi se nærmere på hva Cassirer skriver om eksperimentets rolle i fysikk, samt ta for oss et mer moderne fysikkeksperiment enn klossen på skråplanet.

---

<sup>67</sup> [(...) the ideal concepts of natural science affirm nothing regarding a new realm of separate absolute objects, but they would only establish the inevitable, *logical lines of direction*, by which alone complete orientation is gained within the manifold of phenomena. They go beyond the given, in order to grasp more sharply the systematic structural relations of the given. (Cassirer, 1910/1923, s. 128)]

<sup>68</sup> Merk at heller ikke objektene i sanselig erfaring er direkte gitt, ifølge Cassirer. Mer om det i neste kapittel.



Ifølge Cassirer er fysikk eksperimenteters logiske funksjon basert på en forutsetning om at det som er gyldig her og nå er gyldig for all tid, alle steder, gitt at betingelsene for undersøkelsen er uendret (1910, s. 320-323). Cassirer bygger på Pierre Duhem når han skriver at eksperimentet aldri angår et «virkelig tilfelle» i sin partikularitet, men snarere et «ideelt tilfelle» som det virkelige er erstattet av: Undersøkelsen starter med *hypotetisk tilfelle*, og forsøker å nærme seg en virkelig prosess ved progressiv oppbygning av denne prosessen gjennom inkludering av ekskluderte betingelser (1910, s. 336).

Vi finner flere eksempler i moderne utviklinger som viser at dette er tilfelle både i teoretisk, eksperimentell og numerisk fysikk. For enkelhets skyld skal vi se på et eksempel fra samtidens fysikk som holder seg til klassisk teori og (primært) til makroskopiske størrelser. Dette eksempelet er fysikkens utforskning av strømming av væske og gass (fluider) rundt en sylinder nær overgangen fra laminær til turbulent strømming (for en god oversiktsartikkel som tar for seg forskning på dette området, se Williamson (1996)).

Som en begynnelse på en slik utforskning kan en forenklet versjon av de viktigste ligningene innenfor fysikkretningen fluidmekanikk tas i bruk for å beregne det aktuelle strømningsfeltet. En såkalt potensialstrømming, hvor fluidet antas inkompressibelt og ikke-viskøst, kan benyttes for å regne ut hastigheter og feltlinjer for strømmingen rundt sylinderen. Et eksperiment kan så settes opp for å teste gyldigheten av beregningene, og man vil raskt se at når hastigheten til fluidet øker vil resultatene fra potensialstrømming-utregningen vise dårlig overenstemmelse med eksperimentet. Dette er fordi beregningene som lot antagelsen om en ikke-viskøs strømming ligge til grunn ikke fanger opp hvordan væsken «klinger til» sylinderen (såkalte *drag-* og *lift-effekter*), og derfor heller ikke kan predikere ustabiliteten i strømmingen som utvikler seg i sylinderens vake når strømningshastigheten øker. Ved hjelp av kvantifiserte resultater i eksperimentet kan dette nye fenomenet beskrives: gjennom nøye utførte eksperimenter kan forskeren måle bestemte tallverdier for fluidets hastighet hvor overgangen i strømningsfeltets struktur forekommer, altså de ulike kritiske punktene for overgangen fra en jevn, laminær strømming, til en kaotisk, turbulent strømming.

Som sagt er ikke den eksperimentelle fysikeren opptatt av at resultatet kun skal gjelde for ett eksperimentelt oppsett, i ett bestemt laboratorium eller ved én bestemt tid. Iboende i eksperimentet er en generaliseringstendens. For at resultatet skal gå fra det partikulære til det universelle tilfellet kreves idealisering og tallfesting.

En måte generaliseringen i vårt eksempel foregår på er ved at de kritiske målepunktene som markerer overgang i strømningsfeltet ikke uttrykkes som funksjon av strømningshastigheten eller sylinderens diameter, men som funksjon av et dimensjonsløst tall, som

uttrykket forholdet mellom strømmingens (innløps-)hastighet, sylinders diameter og fluidets viskositet. Hvorvidt fluidet er vann, olivenolje eller metangass blir dermed ubetydelig for måleresultatet, og likeså den bestemte diameteren til akkurat den sylindere som ble brukt i eksperimentet. Så lenge hastigheten og sylinderskaleres med samme faktor som viskositeten, skal de kritiske målepunktene være konstante (at dette er tilfellet, undersøkes med flere eksperimenter med ulike fluider, hastigheter og sylinders størrelser). Ved vellykket generalisering har den eksperimentelle vitenskapskvinnen eller -mannen, forbundet en ny fysisk konstant – det kritiske Reynoldstallet for overgang til turbulent strømming<sup>69</sup> – til fluidmekanikkens system av ligninger, parametere og konstanter.

Tilbake til den teoretiske beregningen av samme tilfelle: Eksperimentene har vist at beregningen basert på antagelsen om potensialstrømming var uholdbar. Av den grunn forkastes antagelsen om at en strømming forenklet som inkompressibel og ikke-viskøs kunne beskrive fenomenet. Forsøk på å imøtekomme dette, og på å fange opp overgangs fenomenet dokumentert i eksperimentet ved bruk av strømmingens «komplette ligningssett» (kjent som Navier-Stokes ligninger) viser seg imidlertid problematisk. Det ikke-lineære ligningssettet lar seg ikke løse med penn og papir. Med andre ord strekker såkalte analytiske metoder ikke til. Ved numeriske metoder, i moderne variant ved hjelp av diskretisering av de matematiske ligningene, programmering av algoritmer basert på diskretiseringsresultatene, og superdatamaskiner til å utføre utregningene, kan imidlertid de matematiske ligningenes utvikling i rom og tid «spilles ut». I første omgang vil den numeriske fysikeren søke å reprodusere resultatene fra eksperimentet numerisk. Med andre ord antas eksperimentets resultater å være korrekte – de danner en grunnlinje av gyldighet for den numeriske beregningen – og de forsøkes derfor reprodusert i datasimuleringen. Ved vellykket reproduksjon (og andre relevante tester) anses de numeriske beregningene, som er direkte basert på de matematiske ligningene, som gyldige, og de kan brukes til mer nøyaktig undersøkelse av samme fenomen.

Utover generaliseringen av målepunktene ved konstruksjon av det dimensjonsløse tallet (Reynolds-tallet), har den eksperimentelle fysikeren gjort en rekke andre idealiseringer som inngår som antagelser i eksperimentet. Blant disse er antagelsen om at sylinders overflate er helt jevn, at kanteffekter fra det eksperimentelle oppsettets vanntank ikke spiller inn, at fluidet er helt «rent», og så videre. Merk at det ikke er snakk om ontologiske antagelser her. Fysikeren er innforstått med at den konkrete sylindere i eksperimentet ikke har helt jevn overflate, at

---

<sup>69</sup> Merk at vi for fenomenet som beskrives her ikke har å gjøre med én, men med flere konstanter, da overgangen fra laminær til turbulent strømming rundt en sylindere skjer gjennom flere suksessive faser. For detaljer, se den vitenskapelige litteraturen referert til ovenfor.

vanntanken ikke har uendelig utstrekning, og at fluidet ikke er fritt for urenheter. Det er snarere snakk om forenkling og idealiseringer. Det er en *epistemisk forpliktelse* til at effektene av «ujevnheter» og lignende ikke spiller nevneverdig rolle for fenomenet som studeres, på nåværende punkt i undersøkelsen. Vi har å gjøre med det Cassirer og Duhem kaller et hypotetisk tilfelle. Antagelsene innebærer at sylindren *qua* fysikkobjekt kvantifiseres som et perfekt geometrisk legeme, at vanntanken har uendelig utstrekning, og fluidet er fritt for forurensende elementer. Ekskluderingen av eksperimentets konkrete begrensninger gjør at tilfellet «gitt» i fysikkens persepsjon *er* en perfekt sylindergeometri i en uendelig stor strømning.

Listen med antagelser og idealiseringer i eksperimentet fortsetter. Ved bruk av teoretiske og numeriske beregninger, og nye eksperimenter, forsøker naturviterne både å progressivt nærme seg disse «ekskluderte betingelsene» og å gi en mer universell beskrivelse av det generelle, idealiserte fenomenet. I datasimuleringene kan en perfekt geometri undersøkes, og resultatene herfra kan sammenlignes med eksperimentene som ble utført.<sup>70</sup> Det er imidlertid ikke bare den perfekte geometrien som er interessant. Også en sylinderoverflate som ikke er helt jevn vil inngå i videre beregninger og eksperimenter, og likeledes vil en sylinder i en strømning hvor kanteffekter spiller en vesentlig rolle fremtre som et *nytt fenomen* som skal undersøkes. Som Williamson skriver i oversiktsartikkelen referert til ovenfor, etter en kort oppsummering av det siste tiårs fremgang i eksperimentelle og numeriske beregninger knyttet til ustabilitet og virvler i cylindervaker:

From all of this, one might question what it is that we are trying to understand: Is it the flow over an artificial, infinitely long body, or the flow over a body with finite span, and therefore under the influence of end boundary conditions? There are scientific and engineering reasons to consider both of these as goals. (1996, s. 533)

Vi kunne lagt til at det er også erkjennelsesteoretiske grunner til at spørsmålene om en uendelig og en endelig sylinder utvikles parallelt. Kravet til undersøkelse av både en endelig og en uendelig lang sylinder vil imidlertid være det samme: Systemet både med og uten kanteffekter må kunne uttrykkes matematisk, for eksempel ved en matematisk parameter eller matematisk funksjon som angir bestemte effekter som funksjon av sylindrelengden, slik at kanteffektene kan inngå funksjonelt og lovbundet i fysikkens matematiske system.

---

<sup>70</sup> Numeriske effekter og unøyaktigheter av ulikt slag vil imidlertid danne en ny utfordring i datasimuleringene, som ikke forekommer i eksperimentet. I likhet med i eksperimentet foretas det idealiseringer i utvikling og tolkning av datasimuleringene, som kan «eliminere» slike unøyaktigheter. Mye av den numeriske fysikerens arbeid består av å utføre tester for å anslå gyldigheten av slike idealiseringer.

Stadig flere slike faktorer tas med i forståelsen av fenomenet som undersøkes. Målet er imidlertid ikke å *forstå hva som skjer her og nå for denne sylindere*, men å *bestemme fenomenet objektivt*. Det er i denne objektive bestemmelsen av fenomenet at det kreves idealisering og matematisk konstruksjon, ved progressiv bestemmelse av påvirkning fra overflatens ruhet, kanteffekter, og så videre, og også en gjensidig betinget utveksling av teoretiske og eksperimentelle resultater.

Som Cassirer skriver er skinnet av sanselig enkelhet erstattet med et begrepslig system av relasjoner i fysikken, men i motsetning til i matematikken kan konstruksjonen i (fysikkens) erfaring aldri avsluttes (1910, s. 337). Det er alltid noe som yter motstand, noe som enda ikke er bestemt. Gjennom den objektive bestemmelsen av fenomenet, i vårt tilfelle overgangen i strømmingen rundt en sylinder, søkes fenomenet bestemt *både* partikulært og universelt. Hver nye, ekskluderte betingelse som matematiseres og kvantifiseres, og dermed inkluderes i fysikkens forståelse av fenomenet, bestemmer det konkrete tilfellet i eksperimentet, og peker ut bestemte sider ved det ideelle, universelle fenomenet som skiller seg fra det partikulære. Det universelle og partikulære fenomenet vokser med andre ord ut av samme rot: det universelle fenomenet bestemmes i stadig økende grad i møte med nye partikulære, som også kvantifiseres i dette møtet.

Ved dette kan vi forstå hva Cassirer skriver når han hevder at naturvitenskapens begrep ikke bare abstraherer bort det partikulære, men gjør det mer tydelig (1910, s. 337).<sup>71</sup> Overgangsfenomenet i strømmingen, sylindereens universelle og partikulære egenskaper, og så videre, bringes mer tydelig frem i fysikkens erfaring enn i sanseerfaringen.<sup>72</sup> Det som frembringes i fysikkens erfaring er parametere, variable og forbindelser – ulike funksjonsbegreper – som må forstås som en del av fysikkens enhetlige system av matematiske ligninger, fysiske konstanter og prinsipper.

Til forskjell fra matematikkens ideelle system finner vi en tosidighet i fysikken. Denne tosidigheten, av teoretisk/numerisk og eksperimentell utvikling er ikke en streng dualisme av adskilte sfærer. Som Cassirer skriver er gir eksperimentet svar på hvilke av de mulige forbindelsene (fra matematikken) som realiseres i erfaring, og fremgang i eksperimentet går hånd i hånd med fremgang i fundamentale lovers universalitet, som vi forklarer og konstruerer empirisk virkelighet med (se Cassirer, 1910, s. 339-342). Hvert nye resultat, enten det er fra eksperimenter, teori eller simuleringer «leses» inn i det etablerte rammeverket – inn i fysikkens

---

<sup>71</sup> Se også Cassirer-sitatet gjengitt på s. 49.

<sup>72</sup> Som jeg kommer tilbake til i neste kapittel, er det imidlertid flere vesentlige elementer fra andre typer erfaring som elimineres i fysikken ensidighet.

system – og informerer og utfordrer også dette rammeverket. Det empiriske eksperimentet og det teoretiske rammeverket er altså gjensidig betinget: Teorienes lover, måleenheter og prinsipper inngår som antagelser i universaliseringen av eksperimentets resultater, og eksperimentets resultater kan både utfordre den underliggende teorien og danner grunnlag for ny teoretisk utforskning.<sup>73</sup>

Den logiske sirkulariteten i dette – det at fysikkens lover antas gyldige i eksperimentet hvor deres gyldighet står på spill – vil Cassirer identifisere som skinn. I likheten med enheten i det matematiske systemet er naturlovenes gyldighet nemlig ikke lagt ned som dogmatisk påstand, men som en antagelse. Gyldigheten inngår, som vi så for matematikkens enhet, som en *fording* eller et *krav* i undersøkelsen. Antagelsen medfører altså ikke et endelig svar, kun et spørsmål og «[e]rst wenn es auf Grund dieses Ansatzes gelingt, das Ganze der Erfahrungen zu einer lückenlosen Einheit zu verknüpfen, ist sein Wert und sein Recht erwiesen.» (Cassirer, 1910, s. 194)<sup>74</sup>.

Vi kommer med dette tilbake til Kants regulative prinsipp om projisert, systematisk enhet. Spørsmålet blir da hvordan denne projiserte enheten skal forstås i forbindelse med den stadig økende bestemmelsen av fenomener i fysikkens system. Som vi skal se, er det her vi finner mulighetsbetingelsene for fysikkens objektivitet.

### **Fysikkens objektivitet og objekter**

Fysikkens matematisering av naturen er en prosess som er gjensidig betinget av fenomenenes konstruksjon inn i fysikkens system, og dette systemets betingelser og mål i denne konstruksjonen. Av den grunn kan vi se på matematiseringen som en prosess som går både nedenfra og opp – fra fenomenene til systemet – og ovenfra og ned – fra systemets betingelser til fenomenenes konstruksjon. Begge retningene er virksomme samtidig og deres utfoldelse er gjensidig betinget. Cassirer illustrerer dette med et velkjent Heraklit-sitat: «veien opp og veien ned [er] én og den samme» (Heraklit, overs. 2019, D60).

Vi kan se tendensen nedenfra og opp i eksempelet med overgangen i en strømning rundt en sylinder. Her finner vi en hypotetisering og matematisk symbolisering av eksperimentets oppsett fra dets unnfangelse, og en stadig økende avdekking av hypotetiseringens forenkling og ekskludering gjennom eksperimentet og de numeriske beregningenes modning. Dette skjer i «samtale» med de teoretisk prinsippene og de matematiske ligningene, som også utfordres og

---

<sup>73</sup> Dette er påfallende i de numeriske beregningene, hvor fysikkens teori «verifiseres» opp mot de eksperimentelle målingene, før denne formen for teori selv kan tas i bruk til såkalte «numeriske eksperimenter».

<sup>74</sup> [[t]he value and correctness of this assumption are first shown when the totality of experiences are connected into an unbroken unity on the basis of it. (Cassirer, 1910/1923, s. 146)]

endres, og vokser i tråd med den eksperimentelle og numeriske fysikken. Vi finner imidlertid også et overgripende prinsipp i denne fremgangsmåten, et ovenfra og ned perspektiv som først er synlig når vi – med Cassirer – setter fysikkens kontinuerlige utvikling inn i den sammenhengende teoretiske erfaringshelheten som denne er med på å forme. Dette overordnede prinsippet er prinsippet om enhet og systematikk i erkjennelse og erfaring.

Slik matematikkens ideelle system ble muliggjort av en regulativ idé om en invariant form, finner vi også at fysikkens objektivitet og fysikkens objekter har sitt grunnlag i en *projisert enhet*. Fysikken har en *fordring* om nødvendighet, vedvarendhet og systematikk som mulighetsbetingelse. Denne gjør fysikkens erfaring objektiv og er grunnlag for konstituering av fysikkens objekter:

Einen Inhalt erkennen, heißt ihn zum Objekt umprägen, indem wir ihn aus dem bloßen Stadium der Gegebenheit herausheben und ihm eine bestimmte logische Konstanz und Notwendigkeit verleihen. Wir erkennen somit nicht „die Gegenstände“ — als wären sie schon zuvor und unabhängig *als Gegenstände bestimmt* und gegeben —, sondern wir erkennen *gegenständlich*, indem wir innerhalb des gleichförmigen Ablaufs der Erfahrungsinhalte bestimmte Abgrenzungen schaffen und bestimmte dauernde Elemente und Verknüpfungszusammenhänge fixieren. Der Begriff des Gegenstandes ist in diesem Sinne genommen, keine letzte *Schranke* des Wissens mehr, sondern umgekehrt eben das Grundmittel, kraft dessen es all das, was ihm zum feststehenden Eigentum geworden ist, ausdrückt und sicherstellt. Er bezeichnet den logischen Besitzstand des Wissens selbst, — nicht ein dunkles Jenseits, das sich ihm jetzt und für immer entzieht. (1910, s. 403)<sup>75</sup>

Die Zurückführung auf derartige oberste Leitsätze verbürgt eine innere Gleichartigkeit des Erfahrungswissens, kraft deren sich all seine verschiedenen Phasen zum Ausdruck des *Einen* Gegenstands zusammenschließen. Der „Gegenstand“ ist daher genau so wahr und so notwendig, wie die logische Einheit der Erfahrungserkenntnis; — aber freilich auch um nichts wahrer und notwendiger. So wenig diese Einheit jemals fertig vorliegt, so sehr sie vielmehr stets „projektierte Einheit“ ist und bleibt, so ist doch ihr *Begriff* darum nicht minder eindeutig bestimmt. Die Forderung selbst ist das Bleibende und Feststehende, während jegliche Form ihrer Erfüllung wiederum über sich selbst hinausweist. Die Eine Wirklichkeit kann nur als die ideale Grenze der mannigfach wechselnden Theorien aufgezeigt und definiert werden; aber die Setzung dieser Grenze selbst ist nicht willkürlich, sondern

---

<sup>75</sup> [To know a content means to make it an object by raising it out of the mere status of givenness and granting it a certain logical constancy and necessity. Thus we do not know “objects” as if they were already independently determined and given as *objects*,—but we know *objectively*, by producing certain limitations and by fixating certain permanent elements and connections within the uniform flow of experience. The concept of the object in this sense constitutes no ultimate limit of knowledge, but is rather the fundamental instrument, by which all that has become its permanent possession is expressed and established. The object marks the logical possession of knowledge, and not a dark beyond forever removed from knowledge. (Cassirer, 1910/1923, s. 303)]

unumgänglich, sofern erst durch sie die *Kontinuität der Erfahrung* hergestellt wird. (1910, s. 427)<sup>76</sup>

I motsetning til i matematikkens system, som kunne forstås som et system av rene teoretiske funksjonsbegreper, finner vi i fysikken en oppløsning av skillet mellom det teoretiske og det empiriske, mellom erfaringens form og innhold<sup>77</sup>, under den regulative ideen om enhet.

Som påpekt i det første av de to sitatene på forrige side erkjenner vi ikke objekter (*Gegenstände*) som sådan, vi erkjenner objektivt (*gegenständlich*). Vi erkjenner gjennom aktiv bestemmelse i fysikkerfaringens matematiske form, hvor innholdet kontinuerlig bestemmes *til* objekter. Dette innholdet foreligger ikke som blotte fakta, men formes forut for dets bestemmelse, gjennom forutsetninger i undersøkelsen og gjennom fysikkens idealiseringer, noe vi allerede har vært inne på. Idealiseringsen tenderer mot universelle bestemmelser, men inneholder også sin motsetning – det partikulære tilfellet konstrueres progressivt hånd i hånd med utvidelsen av det universelle. Både det partikulære og det universelle fenomenet som fysikkbegrepene bestemmer, bestemmes i henhold til det overordnede prinsippet om *fysikkerfaringens kontinuitet*.

Ifølge Cassirer er *invarianter* målet med empirisk erkjennelse, det vil si elementer som forblir uforandret gjennom alle andre forandringer i erfaringen. Det er imidlertid ikke snakk om absolutte invarianter. Vi har, som jeg har vært inne på, avvist at fysikken har å gjøre med absolutte entiteter eller strukturer som forsøkes avbildet, og må derfor også avvise at slike entiteter kan danne en ekstern standard av mulig absolutte erfaringsinvarianter. Som Cassirer påpeker er erfaringselementene invariante eller i forandring i forhold til andre elementer (1910, s. 382). I lys av dette kan vi forstå formuleringen i det andre sitatet på forrige side – at det er selve *fordringen om enhet som er invariant*, som er det vedvarende og bestående (*das Bleibende und Feststehende*). Fordringen er ikke et erfaringselement eller noe substansielt som ligger bak forestillinger i erfaring, men fysikkerfaringens ideelle grense. Fordringen er en

---

<sup>76</sup> [Going back to such supreme guiding principles insures [sic] an inner homogeneity of empirical knowledge, by virtue of which all its various phases are combined in the expression of *one* object. The “object” is thus exactly as true and as necessary as the logical unity of empirical knowledge;—but also no truer or more necessary. Yet little as this unity ever appears as complete, much as it remains rather a “projected unity,” its concept is none the less definitely determined. The demand itself is what is fixed and permanent, while every form of its realization points beyond itself. The one reality can only be indicated and defined as the ideal limit of the many changing theories; yet the assumption of this limit is not arbitrary, but inevitable, since only by it is the continuity of experience established. (Cassirer, 1910/1923, s. 321-322)]

<sup>77</sup> Cassirer skriver først eksplisitt om en oppløsning av skillet mellom form og innhold i nest siste kapittel av *Substanzbegriff und Funktionsbegriff*. Som jeg var inne på i forrige kapittel kan imidlertid oppløsningen av sanselighet/forstand-dualismen – og dermed også form/innhold-dualismen – til fordel for innbildningskraftens produktive syntese ses på som en forutsetningen i boka. Når Cassirer eksplisitt adresseres dette er det i velkjent Marburg-kantiansk stil, der en forutsetning for analysen nå kan begrunnes ved hjelp av tilbakeføringen av vitenskapsfaktumet som er gjort i analysen (for detaljer, se Cassirer, 1910, s. 412).

transcendental idé som peker mot et punkt som transcenderer mulig erfaring. Prinsippet om et enhetlig system, og fysikkens aktivt genererende prosedyre som sikter på fullføring av dette systemet, tar dermed over plassen til en ekstern standard for virkeligheten (sml. Cassirer, 1910, s. 426). Det overordnede prinsippet tar plassen tidligere knyttet til et substansielt grunnlag av absolutte elementer, av ting-i-seg selv eller «ekstern verden» som fysikken forsøker å avbilde eller representere.

Fordringen om lovmessig bestemt systematisk enhet er en idé som, i likhet med det Kant skriver om regulative ideer, kun utgjør et *focus imaginarius*, og ikke et punkt som selv kan konstitueres. Vi kan løpe etter ideen om fullstendig bestemmelse av naturen, men i den alltid pågående konstruksjonen av fysikkens system, åpner hvert nye svar opp nye spørsmål, hvert spørsmål nye fenomener og hvert fenomen nye objekter.<sup>78</sup> Den projiserte enheten har en *regulativ* funksjon, og kan ikke *konstituere* seg selv som et fullført system.

Fysikkens objektive form er et produkt av å ta fysikkens lovmessige system som invariant, slik vi også så var tilfellet i Cassirers matematiske strukturalisme. Selv om den transcendentale ideen om dette systemet ikke kan utgjøre sin egen konstitutive betingelse, finner vi likevel at den har en konstitutiv rolle. Når fenomenene fysikken undersøker bestemmes i henhold til kravet om fysikkerfaringens kontinuitet konstitueres fysikkens objekter *immanent* til formasjonsprinsippet som er grunnlaget for fysikken som en objektiv, *symbolsk form*. Med andre ord bestemmes fysikkens objekter og fenomener immanent til fysikkens *naturbegrep*, hvor naturen er forstått som hendelser, prosesser og objekter som *kan forstås matematisk* gjennom fysikkens kvantifisering til et koherent system av naturlover.

Resultatet er en systematisk enhet av fysikkens funksjonsbegreper, som utgjør en *åpen, aldri-fullført helhet*. Det er en helhet hvor det stadig kan legges til nye begreper og hvor begrepene i systemet stadig kan inngå i nye forbindelser. Utvidelsen og endringen av systemet skjer gjennom fysikkens aktive kunnskapsproduksjon. Kun gjennom fysikkerkjennelse som en aktiv fremfor passiv kunnskapsdannelse – som konstruksjon i henhold til fysikkens prinsipper

---

<sup>78</sup> Som formulert av Cassirer:

Daß diese Forderung niemals bis zu einer letzten *definitiven* Erfüllung geführt werden kann, ergibt sich freilich aus der Natur der Aufgabe selbst. Denn das Material, das hier der intellektuellen Bearbeitung unterbreitet wird, liegt selbst niemals fertig als ein in sich vollendeter Schatz von „Tatsachen“ vor, sondern es gestaltet sich erst im Prozeß des Fortschritts und gewinnt in ihm immer neue Formen.» (1910, s. 425)  
[That this demand is never ultimately and definitely satisfied, results from the nature of the task itself. For the material that is here subjected to mathematical treatment, is never found finished as a complete store of “facts”, but is only shaped in the process, and in the process constantly assumes new form» (1910/1923, s. 320).]



og regulative idé fremfor passiv avbildning av et substansielt grunnlag – kan fysikken legge krav på sin særegne form for objektivitet.<sup>79</sup> Som Cassirer skriver:

Wir bedürfen nicht der Objektivität absoluter Dinge, wohl aber der objektiven Bestimmtheit *des Weges der Erfahrung selbst*. —

Der reale *Inhalt* des Gedachten, zu dem die Erkenntnis durchdringt, entspricht daher in der Tat genau der aktiven *Form* des Denkens überhaupt. (1910, s. 428)<sup>80</sup>

Slik springer ikke fysikkens objektivitet ut av en metafysisk dualisme mellom en subjektiv og en objektiv verden, ei heller av absolutte skiller mellom det partikulære og universelle, mellom form og innhold, eller mellom forestillinger og virkelige, substansielle objekter. Det som ligger til grunn er forutsetningen om en helhet og den aktive prosessen med å fullføre denne helheten ved stadig nye konstruksjoner av relasjoner. Fysikkens helhet «ist objektiv, sofern auf ihm alle Konstanz der Erfahrungserkenntnis und somit alle Möglichkeit des gegenständlichen *Urteils* beruht, während er andererseits nur *im Urteil selbst* und somit in der Tätigkeit des Denkens zu erfassen ist» (Cassirer, 1910, s. 433)<sup>81</sup> Fysikkens objektivitet vil derfor kun utgjøre en «absolutt objektivitet» i den fullstendige bekreftelsen av fysikkens eget naturbegrep, det vil si når fysikkens systematiske enhet fullbyrdes som fullført kvantifisert bestemmelse av alle fenomener. Men dette er en kvantifiseringsprosessen som *ikke kan fullføres*. Dette både fordi fysikkens bestemmelse av fenomener åpner nye problemområder og danner nye forbindelser i fysikkens begrepsapparat (jamfør fotnote 77) og fordi, som jeg kommer tilbake til i neste kapittel, ikke alle fenomener kan reduseres til fenomener som passer fysikkens naturbegrep uten at en mister vesentlige aspekter ved fenomenet. Fysikken kan altså aldri legge krav på absolutt objektivitet.

Fysikkens objektivitet er altså en *ikke-absolutt objektivitet*. Fysikkens system er hverken et lukket, ideelt system som kun er avhengig av annet enn sine egne første antagelser, eller en avbildning av underliggende, absolutte objekter. Selv om en absolutt «ekstern verden» og ting-i-seg ikke er relevante for fysikkens objektiviteten, er det ikke dermed sagt at fysikkens system er utgjort av arbitrære tankekonstruksjoner. Med Cassirer ser vi at fysikkens konstruksjon ikke

---

<sup>79</sup> «Die „Spontaneität“ des Denkens bildet somit nicht den Gegensatz, sondern das notwendige Korrelat derjenigen „Objektivität“, die ihm allein erreichbar ist.» (Cassirer, 1910, s. 421) [The “spontaneity” of thought is thus not the opposite but the necessary correlate of “objectivity”, which can only be reached by means of it. (Cassirer, 1910/1923, s. 317)]

<sup>80</sup> [We need not the objectivity of absolute things, but rather the objective determinateness of the *method of experience*. The real *content* of the object of thought, to which knowledge penetrates, corresponds therefore to the active *form* of thought in general. (Cassirer, 1910/1923, s. 322)]

<sup>81</sup> [(...) is objective, in so far as all the constancy of empirical knowledge rests upon it as well as the whole possibility of objective judgement, while on the other hand, it can only be comprehended *in judgement* and thus in the activity of thought. (Cassirer, 1910/1923, s. 326)]

går frem tilfeldig, men med siktemål om enhetlig erfaring og lovmessig forståelse av naturen. Forsøket på å bekrefte sitt eget naturbegrep – en natur sammensatt av objekter og hendelser som kan forbindes matematisk i et sammenhengende system – angir retning og referansepunkt som fysikken kan bedømme egne objekter etter. Fysikkens objektivitet er derfor ikke fullstendig relativistisk eller arbitrær, selv om den ikke er absolutt.

En «ekstern verden», som fysikken ifølge konvensjonell realisme forsøker å representere med stadig voksende og mer kompliserte sammensetninger av lover, prinsipper og konstanter, sammenfaller med fysikkens naturbegrep som en asymptotisk grense for fysikkens system. Frem til fysikkens fullbyrdelse forblir den «eksterne verden» den enda ikke bestemte «X» i fysikkens undersøkelser – den «X» som i undersøkelsens fremgang stadig blir mer nøyaktig beskrevet, men aldri fullt ut bestemt. Slik tar den «eksterne verden» rollen som et grensebegrep i Cassirers vitenskapsteori. Den sammenfaller med den Marburg-kantianernes formuleringen av ting-i-seg som en fullstendig bestemt virkelighet – erfaringen selv som objekt, ifølge Cohen (se side 18) – i den ideelle grensen hvor fysikkens system avsluttes og den transcendentale ideen om systematisk enhet realiseres. Som jeg har vært inne på skal vi i neste kapittel se at selv en verden som er fullstendig bestemt i henhold til fysikkens naturbegrep vil komme til kort i pluralistisk forståelse av menneskets erfaring og virkelighet. Selv der fysikken når sitt hypotetiske punkt av fullbyrdet kvantifisering av naturprosesser vil den kun omfatte en del av en symbolsk mangfoldighet som utgjør menneskets erfaring og virkelighet.

### **3.4 Konsekvenser av en funksjonsorientert epistemologi**

Jeg åpnet dette kapitlet med å stille tre spørsmål knyttet til henholdsvis objekter og objektivitet, regulative og konstitutive prinsipper, og strukturalisme hos Cassirer. Som det har kommet frem fra drøftingen over, henger svarene til hvert av disse tre spørsmålene tett sammen. Objektivitet, regulativ/konstitutiv og strukturalisme er ikke adskilte øyer i Cassirers erkjennelses- og vitenskapsteori. De utgjør sammenvevde aspekter av en enhet – av fysikkens erkjennelsesmulighet og prinsippet om sammenhengende erfaring.

Vi kan likevel forsøke å bruke disse spørsmålene til å systematisere Cassirers vitenskap- og erkjennelsesteori, i håp om komme de tidligere omtalte vitenskapsteoretiske posisjoner i møte. Her tenker jeg først og fremst på Worrall epistemiske og Ladyman og Frenchs ontiske strukturelle realisme. Til tross for manglene jeg har vært inne på ved disse posisjonene finner vi flere gode poenger om fysikkens teorier og fysikkens objekter i dem. Ved hjelp av Cassirers vitenskapsteori kan vi nå finne frem til et tredje alternativ som løsning på den antinomien vi så avtegnet seg i forholdet mellom epistemisk og ontisk strukturell realisme. Utover dette er det

også hensiktsmessig å oppklare noen misforståelser i Friedmans beskrivelse av konstitutive/regulative prinsipper og det relativiserte a priori hos Cassirer, samt å komme noen av de realistiske og antirealistiske teoriene om fysikkobjekter og en «ekstern verden» i møte.

### **Epistemologisk reversering og fysikkens objektbegrep**

Et sentralt poeng for Cassirer, et poeng også French og Ladyman trekker frem i sin bruk av Cassirers vitenskapsteori, er at objekter ikke danner et primært grunnlag for fysikkens forståelse av naturen. Som vi har sett skriver Cassirer at vi ikke erkjenner objekter, men objektivt, og at vitenskapens objekter ikke utgjør isolerte, atomistiske gitte entiteter som vi søker å avbilde. Objekter betegner snarere det å besitte viten, det at undersøkelsen har kommet frem til noe objektivt.

Cassirers beskrivelse av objekter og objektivitet er ikke en erstatning av et substansielt grunnlag med et annet, men en epistemologisk reversering av forholdet mellom objekter og objektivitet.<sup>82</sup> Denne reverseringen er utgjort av overgangen fra en *substanssentrert* til en *funksjonssentrert* epistemologi. I en substanssentrert epistemologi finner vi primære, tilgrunnliggende elementer – det kan være objekter, prosesser eller struktur – som naturvitenskapen har som mål å beskrive eller representere på best mulig måte. Representasjoner som innfrir visse standarder for korrespondanse eller avbildning av det substansielle grunnlaget kan betraktes som sanne eller tilnærmet sanne, og slike sanne representasjoner kan klassifiseres som kunnskap. Hvorvidt kunnskapen er objektiv, avhenger av dens uavhengighet av den enkelte observatøren. Objektiv kunnskap – som uavhengig, sann representasjon av eksterne elementer – utgjør i så måte undersøkelsens mål og sluttpunkt.

Som vi har sett finner vi et overordnet krav til invarians og systematisk enhet i erfaring i Cassirers funksjonssentrerte epistemologi. Grunnlaget for objektivitet ligger her, fremfor i undersøkelsens objekter og beskrivelser som korresponderer med disse. Heis oppsummert dette godt:

According to the functional theory of knowledge (...) the concept <object> depends on the concept <knowledge>, which depends on the concept <objectivity>, since our best philosophical explanation of objecthood (as that which is known by fully objective knowledge) employs the concepts <objective> and <knowledge>, but not vice-versa. <Objectivity> is explained in terms of the systematic unity of science, a systematic unity that is made possible by the invariant a priori elements in science. (2014b, s. 18)

---

<sup>82</sup> Inverteringen av begreper i Cassirers funksjonssentrerte epistemologi (kontra en substanssentrert epistemologi) som jeg beskriver her, fremheves også av Heis (2014a, s. 258-259) og Everett (2015, s. 149-150).

Ved denne epistemologiske reverseringen utgjør fysikkens objekter slutt punktet fremfor start punktet til undersøkelsen. Den regulative ideen om systematisk enhet utgjør en overordnet mulighetsbetingelse for fysikkens objektivitet og erfaring – et a priori element i vitenskapen, forstått i henhold til Cassirers beskrivelse av a priori. Her er begrepet a priori begrenset til logiske invarianter som «in jedem gültigen Urteil über Tatsachen als notwendige *Prämisse* enthalten ist» (Cassirer, 1910, s. 357)<sup>83</sup>, fremfor elementer som er *før* erfaring, i temporal forstand.<sup>84</sup>

Når vi viser til objekter i den funksjonsorienterte epistemologien er det ikke nødvendigvis snakk om objekter *qua* ting eller utstrakte gjenstander. Gjennom forståelsen av fysikkbegreper som matematiske formulerte funksjonsbegreper – utviklet ved realisering av matematikken muligheter i fysikkens virkelighet – finner vi at objektene disse begrepene omhandler, på lignende vis som matematikkens objekter, er gjennomgående relasjonelle. De er bestemt av de forbindelsene de inngår i, i fysikkens system.

Som jeg har vært inne på flere ganger finner vi en matematisk idealisering av «konkrete ting» når de konstitueres i fysikkens system – som illustrert med eksemplene av en kloss på et skråplan og en sylinder i en strømning. Men slike makroskopiske objekter er ikke den eneste typen objekter i fysikken. I tillegg til de «observerbare objektene» (*observables*) har vi også såkalte «uobserverbare objekter» (*unobservables*) i fysikk – som elektroner og kvarker.

Uobserverbare objekter spiller en viktig rolle i moderne vitenskapsteori. Til tross for uenighet om hvor grensen går for observerbar og uobserverbar (eller om denne grensen overhode kan trekkes) stiller konstruktive empirister som Bas van Fraassen seg skeptisk til realiteten til uobserverbare entiteter som annet enn pragmatisk valgte verktøy til forståelse av den observerbare virkelighet. I lys av Cassirers beskrivelse av idealiseringer i fysikken kan vi imidlertid spørre om det er en vesentlig forskjell mellom observerbare og uobserverbare objekter. Vil ikke begge disse objekttypene være gjennomsyret av matematisk symbolisering og definert ut fra sin plassering i fysikkens funksjonssystem?

---

<sup>83</sup> [A cognition is called *a priori* (...) because and in so far as it is contained as a necessary premise in every valid judgement concerning facts. (Cassirer, 1910/1923, s. 269)]

<sup>84</sup> Merk at også i en funksjonssentrert epistemologi vil utviklingen av en bredere objektivitet vise tendens til å gå bort fra den individuelle observatøren for å kunne fremvise størst mulig grad av uavhengighet og universalitet. Cassirer identifiserer, med fysikeren Max Planck, en slik antiantropomorf tendens som gjennomgående i fysikkens utvikling. Men observatør-uavhengighet er ikke alene nok til å beskrive fysikkens objektivitet. Som Cassirer skriver i sitt verk om Einsteins relativitetsteori: «gerade in dieses „objektive“, von aller Zufälligkeit des individuellen Standorts und individuellen Persönlichkeit losgelöste System, heben nun selbst jene allgemeine Systembedingungen ein, auf denen die Eigenart der physikalischen Problemstellung als solcher beruht.» (1921/1980, s. 107) [into this ‘objective’ system, free from all accidents of individual standpoint and individual personality, there enter those universal conditions of system, on which depends the peculiarity of the physical way of formulating problems. (1921/1923, s. 445)]

For å illustrere dette kan vi se på måten French og Ladyman kontrasterer uobserverbare og observerbare objekter:

First, we have access to tables and chairs in experience so if someone asks us what we believe in we can just point to them, say, but in the case of unobservables the content of belief in them is exhausted by their theoretical description (...) Furthermore, in the case of observable things we have a choice as to what philosophical account of individuality to choose from, but in the case of unobservables it is more basic than that – we can't say whether quantum particles even are individuals or not (2003, s. 51n14).

Dersom vi her taler om to ulike typer persepsjon- og erfaringsmodi, der den ene frembringer objekter i sanselig persepsjon og empirisk anskuelse og den andre frembringer dem (ved et kvalitativt ulikt formasjonsprinsipp) i fysikkens erfaring, er denne beskrivelsen forenelig med differensiering av objekter i henhold til ulike symbolske blikk – noe jeg kommer tilbake til i neste kapittel. En lesning av sitatet som er mer forenelig med French og Ladymans ontologi er at fysikkens uobserverbare objekter utgjør grunnivået i verden, som alle observerbare objekter baserer seg på eller er emergente fra.<sup>85</sup> Beskrivelsen av forskjellen på observerbare og uobserverbare objekter i sitatet er problematisk når den er forstått slik, spesielt dersom de observerbare objektene som omtales skal kunne inngår i fysikkens system.

Som vi har sett er de «observerbare objektene» i *fysikken* alltid allerede strukturert i henhold til fysikkens matematiske konstruksjonsprinsipp, og det er gjennom denne struktureringen at de kan inngå i fysikkens system. Når disse objektene, om det er bord og stoler eller klosser og sylindere, utgjør fysikkobjekter, kan vi derfor ikke bare «peke på dem» for å si hva slags tro eller viten vi har om dem. I forklaringen av objektene bruker vi ikke hverdagspråket vårt, men et matematisk begrepsapparat av symboler og ligninger.

Også i konstruksjon av «observerbare» fysikkobjekter finner vi derfor en form for pragmatisk utvelgelse, slik den van Fraassen fremhever i konstruksjonen av fysikkens uobserverbare objekter. Dette er en «*utility*» som retter seg mot enhet i tenkning og erfaring.<sup>86</sup> Og både i fysikkens observerbare og uobserverbare objekter har vi å gjøre med en «individualitet» som må forstås som grunnlagt på fysikkens systematiske enhet, altså som

---

<sup>85</sup> Se også det Ladyman senere, sammen andre kaller *scale relativity of ontology*: «Scale relativity of ontology is the more daring hypothesis that *claims about what (really, mind-independently) exists should be relativized to (real, mind-independent) scales at which nature is measurable.*» (Ross et al., 2007, s. 200, min utheving). Her er et eksistenskrav knyttet til målbarhet, relativisert til egnede størrelser for måling. Som vi har sett er måling og tallfesting et karakteristisk trekk ved fysikkens erfaringsmodalitet.

<sup>86</sup> Her finner vi en form for pragmatisme i Cassirer, hvor riktignok *utility* eller nytte er forstått i lys av en kantiansk transcendentale idé. Cassirer er selv avvisende ovenfor en radikal pragmatisme (som den til William James), men positiv til aspekter ved John Deweys pragmatisme (se Cassirer, 1910, s. 422-423).

relasjonell «individualitet» eller «partikularitet» som er underlagt fysikkens objektivitet – og som bestemmes gjensidig med fysikkens universelle objekter. Så lenge vi forholder oss til ett erfaringsbegrep, og dermed også til én type *belief*, har vi ikke et absolutt skille mellom «fullstendig teoretiske» elektroner og «direkte gitte» stoler og bord. Det er åpenbare forskjeller mellom elektroner, stoler og bord, men at en av disse objekttypene er direkte gitt i fysikken er ikke en av disse forskjellene. Vi finner nok en gang at en streng dualisme, her inndelingen av objekter i observerbare og uobserverbare, er langt mindre streng enn først antatt når den analyseres i henhold til Cassirers vitenskap- og erkjennelsesteori.

Objektbegrepet i fysikken er også bredt nok til å inkludere ikke-tinglige strukturer, som dem vi finner i gravitasjonsfelt og fluidmekaniske strømminger. Det er ikke åpenbart at fluidet vi så på i overgangsfenomenet i strømmingen rundt en sylinder utgjør et individuelt objekt. Tar vi for oss det konkrete fluidet som inngår et eksperimentelt oppsett vil vi se at det stadig «mates inn» mer av dette fra en væsketank eller gassbeholder, for at vi skal kunne studere fenomenet utgjort av fluid-sylinder-interaksjonen. Det som vedvarer i systemet som studeres i eksperimentet, det invariante i fysikkfenomenet, er ikke en individuell «ting», men noe strukturelt. I den matematiske beskrivelsen av fluidet er dette utgjort av et vektorfelt.<sup>87</sup> På lignende er vis er kvantefeltteoriens felt noe som kan forstås som et «strukturellobjekt», fremfor som et individuelt objekt. Som Cassirer skriver i *Determinismus und Indeterminismus in der modernen Physik*: «Das Feld ist kein „Ding“, es ist ein System von Wirkungen; und aus diesem System läßt sich nicht ein einzelnes Element herauslösen und als permanent, als in Laufe der Zeiten „mit sich selbst identisch“ festhalten.» (1936/1980, s. 333)<sup>88</sup>

I det fluidmekaniske feltets interaksjon med sylindere oppstår virvler og turbulens som dissiperer nedstrøms i sylindere vake. I det kvantemekaniske feltet finner vi lokale sannsynlighetskonsentrasjoner som kan beskrives som elementære partikler, som for eksempel elektroner og positroner. Og slik Cassirer beskriver elektronet, der «[d]as einzelne Elektron besitzt keine „Substantialität“ mehr in dem Sinne, es „per se est et per se concipitur“; es „existiert“ nur relativ zum Feld, als eine „ausgezeichnete Stelle“ in ihm» (1936/1980, s. 333)<sup>89</sup>, slik kan heller ikke virvlene i en strømming eller brusningene i en elv trekkes ut og isoleres fra fluidet. Virvlene kan bestemmes matematisk som bestemte hastighetskonfigurasjoner –

---

<sup>87</sup> Dette betyr ikke at vi ikke finner fluktuasjoner i de konkrete størrelsene som inngår i vektorfeltet.

<sup>88</sup> [The field is not a “thing”; it is a system of effects, and from this system no individual element can be isolated and retained as permanent, as being “identical with itself” through the course of time.] (1936/1956, s. 178)]

<sup>89</sup> [«The individual electron no longer has any substantiality in the sense that it *per se est et per se concipitur*; it “exists” only in its relation to the field, as a “singular location” in it.» (1936/1956, s. 178, merk: anførselstegn fjernet av oversetter)]

endringer i vektorfeltet – som beveger seg langs strømningsretningen, men er ikke atomistiske entiteter som kan «frigjøres» fra strømningsfeltet for å betraktes for seg selv. Dette medfører ikke at strømmingen egentlig *er* vektorfeltet, eller at materien egentlig *er* det kvantemekaniske feltet. Begge utgjør matematiske konstruksjoner som avdekkes i relasjon til henholdsvis strømmingen og materien. Vi kan si at strømmingen *fremtrer* som et vektorfelt i den matematiske fysikken, men at denne fremtredelsen er resultat av en *frembringelse*. Det er en frembringelse ved et aktivt genererende prinsipp – en produktiv syntese – ledet av fysikkens regulative idé om enhet. Slik utgjør både strømmingen, vektorfeltet og virvlene, som strukturelle objekter i fysikken, eksempler på det stadig videreutviklede «sluttpunktet» for vitenskapens undersøkelse.

### **Regulative og konstitutive prinsipper – og det relativiserte a priori**

Innledningsvis i dette kapittelet var jeg inne på at Cassirers vitenskapsteori har fått fornyet oppmerksomhet de siste tiår gjennom Friedmans *Dynamics of Reason* (2001) og relaterte publikasjoner. Friedman diskuterer blant annet rollen til regulative og konstitutive prinsipper i vitenskapen, og hevder at Cassirer eliminerer muligheten for konstitutive prinsipper og ikke åpner for et relativisert a priori (se Friedman, 2001, 66n80). Friedman forsøker å kontre Kuhns utsagn om diskontinuitet og inkommensurabilitet i paradigmeskift i vitenskapene, og mener at vi til tross for muligheten for matematisk kontinuitet med Cassirer, ikke kan gjøre tilstrekkelig rede for empirisk kontinuitet. Til dette trengs relativisering av a priori og såkalt koordinerende prinsipper i tillegg til matematiske prinsipper (her støtter Friedman seg på Berlin-positivisten og tidligere Cassirer- og Einstein-elev Hans Reichenbach).

Problemer ved Friedmans Cassirer-lesning har blitt påpekt av flere i litteraturen, og spesielt Friedmans beskrivelse av rollen til a priori og regulative og konstitutive prinsipper hos Cassirer er trukket frem som problematisk (se Everett, 2015; Ferrari, 2012; Heis, 2014b). Friedman har selv moderert seg på noen punkter, blant annet ved å gå tilbake på rollen koordinerende prinsipper har som konstitutive prinsipper i naturvitenskap. Han forsøker imidlertid å erstatte disse med såkalte fysiske referansesystemer, som skal holde muligheten åpen for å beholde Kants rene anskuelse i møte med naturvitenskapen post-Einstein (Friedman, 2012, s. 68). Friedman holder fast ved at han ikke ønsker å følge Marburg-kantianernes oppløsning av ren anskuelse, da «[t]his rejection of an independent a priori faculty of sensibility

implies that we can no longer characterize the relationship between constitutive and regulative principles as Kant himself did.» (2012, s. 67)<sup>90</sup>

I likhet med kommentarlitteraturen referert til ovenfor, finner jeg ikke en støtte for en avvisning av relativisert a priori og konstitutive prinsippers rolle hos Cassirer. Det overordnet prinsippet for et enhetlig system og erfaringskontinuitet i fysikken er riktignok et regulativt prinsipp, slik også Friedman skriver. Som jeg alt har påpekt har imidlertid dette prinsippet også en konstitutiv funksjon.<sup>91</sup> For å oppsummere noen av funnene ovenfor kan vi klassifisere den transcendentale ideen om systematisk enhet i fysikken som et prinsipp som i erfaringen har både (1) en regulativ funksjon, som sikter på *transcendente objekter* og (2) en konstitutiv funksjon som danner *immanente objekter*.<sup>92</sup> La oss se nærmere på hver av disse funksjonene:

(1): Prinsippet om enhetlig erfaring har en regulativ funksjon når det viser til og fungerer som heuristisk prinsipp for å lede frem mot et fullført enhetlig system som aldri kan fullbyrdes i erfaringen. Denne funksjonens siktemål er å bekrefte den projiserte enheten som prinsippet forutsetter. Enheten er, som alt påpekt, ikke annet enn en idé – et *focus imaginarius* med Kants ord, som ligger utenfor erfaringens grenser. Fullføringen av enhet innebærer en fullstendig bestemmelse av all natur, i tråd med fysikkens naturbegrep, og utgjør ikke annet enn undersøkelsens asymptotiske grense. Det utgjør i så måte et imaginært transcendent objekt.

Som alt nevnt innebærer fysikkens naturbegrep at naturen forstås som sammensatt av objekter og hendelser som kan forbindes matematisk i ett sammenhengende system. Ved en generalisering av naturbegrepet til ikke bare å gjelde fysikken, men alle naturvitenskaper, finner vi et begrep om enhet i naturen som ligger tett opp mot det vi finner i Kants første introduksjon til *Kritikk av dømmekraften* (Kant, 1790/1974). Der skriver Kant at naturen bedømmes ved et begrep eller prinsipp som forutsetter at den stemmer overens med våre

---

<sup>90</sup> I en annen publikasjon skriver Friedman: «For I believe that the Marburg tendency to minimize or downplay the role of the Kantian faculty of pure intuition or pure sensibility on behalf of the faculty of pure understanding represents a profound interpretive mistake» (2008, s. 247). Å kalle avvisningen av ren anskuelse for en feiltolkning av Kant, lyder noe underlig, spesielt i lys av Natorps bemerkninger om hvor uviktig en ortodoks Kant-lesning var for Marburg-filosofene (se side 12). Heller enn en feiltolkning kan det betegnes som en revisjonisme.

<sup>91</sup> Sml. «It is nevertheless highly disputable that Cassirer's universal invariants of experience possessed no constitutive role (...) Cassirer considered the distinction between constitutive and regulative principles to be weaker than Kant and, to some extent, he was convinced that they mutually cooperate in grounding scientific experience through a very complicated articulation of a priori levels. But this signifies by no means that Cassirer transformed the constitutive and historical changeable, relativized a priori into a "purely" regulative one» (Ferrari, 2012, s. 24)

<sup>92</sup> Mens Heis fokuserer på opplisting og tabulering av de konkrete begrepene og prinsippene i Cassirers vitenskapsteori som har enten regulativ eller konstitutiv funksjon, og hvilke av disse igjen som kan forstås som absolutte og relative (Heis, 2014b, s. 14), mener jeg det mest sentrale elementet som kan trekkes frem fra Cassirer i denne forbindelse er det overgripende prinsippet om enhet i (fysikkens) erfaring. Min forståelse av prinsippets funksjon som, på den ene siden transcendent og regulativ, og på den andre siden immanent og konstitutivt, ser imidlertid ut til å stemme godt overens med Heis' klassifisering av prinsippet om «unity of nature» som regulativt-absolutt, og kategorier og prinsipper for bestemte teorier i fysikk som konstitutive-relative.



bedømmelsesevner. I et slikt naturbegrep innehar naturen en formal formålstjenlighet (*Zweckmäßigkeit*), ifølge Kant. Dette innebærer en forutsetning om at naturen ikke opptrer i en uendelig heterogenitet – en heterogenitet som ville utelukke muligheten for systematisk helhet og dermed utelukke et system av koherente naturlover. Å forstå naturen som et *eksternt objekt* under naturvitenskapenes naturbegrep, det vil si å ta det regulative prinsippets transcendentale objekt som konstitutivt, er den misforståelsen av transcendentale ideer som Kant advarer mot, og som leder til dogmatisk eller spekulativ metafysikk. Denne feilslutningen forekommer når fysikken forstår seg selv og sine objekter som absolutte – som noe som transcenderer fysikkerfaringens grenser – og med dette utelukker alle andre former for erkjennelse. En slik *remytifisering* av fysikken kommer jeg tilbake til i neste kapittel.

(2): Prinsippet om enhetlig erfaring innehar en konstitutiv funksjon, ved å være en mulighetsbetingelse for konstruksjon av fysikkens konkrete begreper, lover og objekter, *immanent* til fysikkens erkjennelsesmåte og til dens naturbegrep. Immanent til fysikkens erfaring er det ikke natur som sådan som utgjør fysikkens objekt. Det er altså ikke snakk om fullbyrdelse av funksjonsbegrepenes systematiske enhet. Fysikkobjektene som konstitueres er, som vi har sett flere eksempler på, objekter som progressivt bestemmes ved å veves inn i den stadig voksende helheten av fysikkens funksjonsbegreper – det vil si objekter som konstitueres immanente til den *aldri fullførte* helheten av fysikkens systematikk. Objektene som konstitueres her utgjør ikke bare kontingente empiriske resultater, men også nye betingelser for fysikkens påfølgende objektkonstruksjon. Som mulighetsbetingelser for fremtidig fysikkerfaring får slike objekter rollen som fysikkens *relativiserte a priori* grunnlag.

Objekter og prinsipper som utgjør fysikkens relativiserte a priori, er elementer i fysikken som selv utvikles immanent til fysikkens overordnede prinsipp om bestemmelse av naturen, og som spiller en grunnleggende rolle i videre undersøkelser og teoriutvikling i fysikken. Eksempler på slike «objekter» finner vi lettest ved å se på fysikkens historiske utvikling. Her finner vi begreper og prinsipper som spilte en konstitutiv rolle i fysikken i sin tid, men som i dag «avsløres» som historisk betingede. Disse prinsippene har gått fra å være a priori forutsetninger i fysikken som sådan, til å i dag inngå som mulighetsbetingelser for *avgrensede* områder av fysikken. Slike prinsipper og begreper kan kaste lys over teoriendringer og teoribruk i fysikken, og den relative rollen til fysikkens a priori:

Auch diese Grundsätze, wie sie etwa Newton an die Spitze seiner Mechanik stellt, dürfen uns nicht als schlechthin unveränderliche Dogmen gelten, sondern als die jeweilig einfachsten gedanklichen „Hypothesen“, durch welche wir die Einheit der Erfahrung stiften. Wir gehen von dem Inhalt dieser Hypothesen nicht ab, solange noch

irgendeine weniger eingreifende Variation, die also ein *abgeleitetes* Moment betrifft, den Einklang zwischen Theorie und Erfahrung wiederherzustellen vermag: hat dieser Weg sich aber endgültig als ungangbar gezeigt, so sieht sich die Kritik nunmehr zu den Voraussetzungen selbst und zu der Forderung ihrer Umgestaltung zurückgewiesen. (Cassirer, 1910, s. 355)<sup>93</sup>

I Newtons mekanikk utgjør et absolutt, homogent rom og en absolutt, uniform tid a priori begreper, i den forstand at de er nødvendige premisser for denne teorien. At de er a priori medfører ikke at de er uforanderlige former eller kategorier. De er snarere hypotetiske elementer i den formen for fysikkteori som sikrer best mulig enhet i erfaring. Så lenge disse begrepene forstås immanent til fysikkens overordnede prinsipp, er det uproblematisk at de kan utfordres og forkastes i fysikkens søken etter en objektivitet og enhet av stadig større omfang.

Cassirer skriver videre:

Jetzt ist es somit die „Funktionsform“ selbst, die in eine andere übergeht: aber dieser Übergang selbst bedeutet niemals, daß die eine Grundgestalt absolut verschwindet, während eine andere an ihrer Stelle absolut neu entsteht. Die neue Form soll die *Antwort auf Fragen* enthalten, die innerhalb der älteren entworfen und formuliert worden sind: schon dieser eine Zug aber setzt zwischen beiden einen logischen Zusammenhang und weist auf ein gemeinsames Forum der Beurteilung hin, dem beide unterstehen. (Cassirer, 1910, s. 355).<sup>94</sup>

Overgangen til en ny form innebærer at fysikkens prinsipper, begreper og målinger inngår i nye forbindelser, samt at noen grunnbegreper avvises til fordel for andre innenfor den nye formen (eller innenfor det nye paradigmet, for å si det med Kuhn). Tidligere elementer som ble sett på som uforanderlige settes til side som foranderlige, og andre forbindelser tar rollen som den nye teoriens invarianter.

På vei mot målet om stadig mer fikserte eller «absolutte» invarianter i erfaring, vokser fysikkens system til høyre grad av generalitet og objektivitet gjennom teoriendringene. Om ikke i hvert steg, så i summen av fysikkens steg finner vi en fremgang mot økt universalitet og objektivitet. Som bemerket tidligere kan imidlertid ikke denne økte objektiviteten måles mot

---

<sup>93</sup> [Also such principles as, for example, those on which Newton founds his mechanics, do not need to be taken as absolutely unchanging dogmas; they can rather be regarded as the temporarily simplest intellectual “hypotheses,” by which we establish the unity of experience. We do not relinquish the content of these hypotheses, as long as any less sweeping variation, concerning a *deduced* moment, can reestablish the harmony between theory and experience. But if this way has been closed, criticism is directed back to the presuppositions themselves and to the demand for their reshaping. (Cassirer, 1910/1923, 268)]

<sup>94</sup> [Here it is the “functional form” itself, that changes into another; but this transition never means that the fundamental form absolutely disappears, and another absolutely new form arises in its place. The new form must contain *answer to questions*, proposed within the older form; this one feature establishes a logical connection between them, and points to a common forum of judgement, to which both are subjected. (Cassirer, 1910/1923, 268)]

en ekstern standard, så i den grad vi kan snakke om utvidet objektivitet er det relativt til tidligere teorier i fysikken.

Når vi sammenligner Newtons og Einsteins teorier er det derfor ikke bare slik Worrall hevder, at vi i grensetilfeller finner kontinuitet i matematiske ligninger og at vi i ontologisk forståelse av begrepene finner diskontinuitet. Det er i mindre grad snakk om at en tidligere antatt sann teori, nå – i lys av en ny teori – må ansees som usann, enn at dens gyldighetsområde – dens grad av invarians – begrenses. Fremfor å snakke om sannheten av Newton eller Einstein teorier kan vi snakke om gyldighet av hver av disse, i henhold til deres egen objektivitetssfære, begge innenfor ikke-absolutte begreper om objektivitet.

Denne formen for gyldighet og ikke-absolutt objektivitet er i tråd med naturvitenskapelig praksis. I bruk av klassiske prinsipper i moderne undersøkelser i vitenskap, som i fluidmekanikkempelet jeg har beskrevet i dette kapitlet, vil en påstand om at alle begrepene og ligningene som benyttes er usanne, fordi de beskriver ikke-relativistiske, klassiske strømnings, trolig vekke forundring og hoderisting hos fysikerne som bedriver eksperimentene, simuleringene eller de teoretiske beregningene. Hverken her, eller i Cassirers forståelse av fysikken, er Sannhet med stor S – en absolutt, uforanderlig sannhet i fysikkens begreper og prinsipper – et relevant begrep.<sup>95</sup>

Et bedre begrep enn Sannhet er gyldighet. Både den klassiske, den relativistiske og den kvantemekaniske fysikken har sine a priori begreper og prinsipper som inngår aktivt som premisser i moderne fysikk. Hver av disse har sin gyldighetssfære. Vi kan si at de fluidmekaniske ligningene er gyldige «i henhold til...», eller – om vi ønsker å bruke begrepet sannhet – «sanne under forholdene...». Gjennom teoriendringer tydeliggjøres nettopp i henhold til *hva* og *hvilke bestemte forhold* det er som begrenser de enkelte prinsippenes rekkevidde. Igjen finner vi en pragmatisk dimensjon ved fysikkens system, når siktemålet for fysikkens «nytte» er enhet i fysikkens erfaring.

### **Strukturalisme, idealisme og realisme**

I gjennomgangen av strukturell realisme i første del av dette kapitlet, fulgte jeg Ladymans klassifisering av den strukturelle realismen i to typer: epistemisk og ontisk. De to typene

---

<sup>95</sup> Hvis absolutt Sannhet var et sentralt begrep i fysikken, er det også påfallende hvordan fysikkstudenter i høyere utdanning, i flere år av universitetsutdanningen sin, først og fremst beskjeftiger seg med «usann» fysikk. Teoriene i klassisk mekanikk, elektromagnetisme, termisk fysikk, ja, selv i statistisk mekanikk må vel anses som ikke engang tilnærmet sanne i henhold til moderne kvanteteori. Først på høyere nivå – gjerne i de siste årene av utdannelsen – blir moderne teorier som ifølge en del vitenskapelige realister kan karakteriseres som (tilnærmet) sanne beskrivelser av virkeligheten, introdusert til de få studentene som velger spesialisering i bestemte områder av teoretisk fysikk.

strukturell realisme kunne grovt sett karakteriseres som en form for vitenskapelig strukturalisme som hevder at fysikkens erkjennelse er matematisk representasjon av virkelige relasjoner mellom underliggende entiteter, og en form som hevder at det virkelige er strukturen, som vi har tilgang til gjennom matematisk naturvitenskap. Jeg har også identifisert noen mangler ved begge typene strukturell realisme og ved hvordan Cassirer tas til inntekt for de ulike perspektivene.

Etter gjennomgangen av Cassirers vitenskap- og erkjennelsesteori i dette kapittelet kan vi nok en gang stille spørsmålet: I hvilken grad kan Cassirer forstås i som vitenskapelig strukturalist? Og dersom Cassirer skal betegnes som strukturell realist, hva medfører dette for realisme-begrepet?

Det kommer frem av Cassirers erkjennelsesteori at en direkte rute til strukturell realisme ikke er tilgjengelig, hverken i epistemisk eller ontisk form. Den epistemiske formens vektlegging av relasjoner mellom objekter – objekter som selv transcenderer vår undersøkelse – setter opp fysikkens strukturelle begreper som fanget i en ortodoks kantiansk dualisme av forestilling og ting-i-seg. Forstått med Cassirer kan dette absolutte, bakenforliggende objektet erstattes med et begrep om «den enda ikke bestemte X», som kontinuerlig bestemmes og innlemmes i fysikkens system ved produktiv syntese under ideen om systematisk enhet (uten noen gang å fullstendig fjernes som ukjent X). Fysikkens resulterende objekter er funksjonsbegreper. De er imidlertid ikke «rene» funksjonsbegreper som dem vi finner i matematikken, men funksjonsbegreper som konstrueres matematisk i gjensidig bestemmelse med fysikkens realisering i og til objekter.

Som jeg bemerket i min kritikk av French og Ladymans ontiske strukturelle realisme, ser French og Ladyman ut til å erstatte ett substansielt grunnlag med et annet – hvert fall i den grad de lykkes i sitt mål om i å skille seg fra Cassirers nykantianske program. French og Ladyman ser tidvis ut til å vakle mellom to posisjoner. I den ene finner vi utsagn om en ekstern, sinn-uavhengig verden som er grunnleggende strukturell. I den andre finner vi synet om fysikkens beskrivelser som struktur, og ikke annet enn struktur – uten et relevant «ekstern verden»-begrep.

French og Ladyman ordlegger seg varsomt og presist for å unngå en reintroduisering av «a non-structural substantiality» (2003, s. 46). Når de forklarer hva deres strukturbegrep innebærer, er de imidlertid mindre presise. Til spørsmål som hva et felt er, svarer de «the field is the structure, the whole structure and nothing but the structure. The thought here is that we can't describe the nature of the field without recourse to the mathematical structure of field theory» (2003, s. 47) Det kan virke åpenbart at vi ikke kan beskrive feltet uten feltteori, da det

kvantemekaniske feltet, ifølge French og Ladymans beskrivelse av uobserverbare objekter (gjengitt på side 63), vil være uobserverbart, og «the content of belief in [unobservables] is exhausted by their theoretical description». Hvorfor «ekstern verden»-begrepet må knyttes inn i denne posisjonen er ikke like klart, annet om French og Ladyman ønsker å «satisfy the ‘mind independence’ requirement of realism in general» (2003, s. 37).

I en funksjonsforståelse av fysikken trenger ikke struktur og andre objekter å være adskilte kategorier, og en form for absolutt «ekstern verden» inngår ikke som et relevant moment. Elektronet og feltet som elektronet ikke kan isoleres fra, utgjør begge objekter i fysikkens erfaring, forent som ulike nivåer i konstruksjonen av ett enhetlig system. Ikke bare elektronet, men også feltet vil tilfredsstillere det French og Ladyman betegner som «web of relations». Altså vil både elektronet og feltet være strukturobjekter, fremfor isolerte entiteter eller hendelser. Feltet er i så måte ikke mer grunnleggende enn elektronet. Vi har snarere et felt som står til elektronene slik den matematiske tallfølgen står til tallene, eller som strømmingen står til virvlene. Hverken tallene, virvlene eller elektronene kan trekkes ut av sine respektive relasjoner og betraktes isolert. Dette medfører ikke at vi må akseptere utsagn om at det ikke finnes elektroner, virvler eller tall, kun felt, strømminger og tallfølger. Det vi kan hevde er at det ikke finnes elektroner, virvler og tall for seg, men det samme kan vi si om felt, strømminger og tallfølger.

Vi har som nevnt kun et abstrakt grensebegrep om en «ekstern verden» i Cassirers funksjonsorienterte epistemologi. Fysikkens relasjonsbegreper og objekter *er* ved at de *inngår i* og *videreutvikler* et stadig voksende system av matematisk formulerte prinsipper, lover og måledata. Vi kan si at fysikkens sammenhengende erfaring er strukturell i henhold til funksjonsepistemologien, men da forutsetningen om gjennomgående systematisk enhet inngår som overordnet premiss i fysikkens undersøkelse er dette lite annet enn en tautologi. Med Cassirer finner vi en «erkjennelsesteoretisering» av en ontologisk forpliktelse. Fremfor å hevde at verden *er* struktur, fordi våre beste fysiske teorier er strukturelle, kan vi si at fysikkens anskuelse er strukturert og at fysikkens begreper dannes som strukturelle funksjonsbegreper. Igjen er det enheten i erfaring som utgjør både grunnlaget for denne strukturen og standarden som gyldigheten til denne strukturen måles opp mot.

Dette medfører at det er rimelig å kalle Cassirer en vitenskapelig strukturalist, og selv merkelappen vitenskapelig *strukturell realist* har noe for seg. Denne strukturelle realismen vil imidlertid være av et annet slag enn de vi finner i de epistemiske og ontiske formuleringene i faglitteraturen. Kvalifiseringen i bruken av begrepet «strukturell realisme» i forbindelse med Cassirers vitenskapsteori kan oppsummeres i en velkjent formulering hentet fra Kant: Cassirer

er strukturell realist på lignende vis som Kant er realist, med sin *transcendentale idealisme* og *empirisk realisme*. Det vil si at vi finner en strukturell realisme i fysikkens empiriske erfaringsmåte hos Cassirer, men denne erfaringen er underlagt visse transcendentale betingelser.

De transcendentale betingelsene i Cassirers variant av transcendental idealisme må ikke sidestilles med dem vi finner i Kants transcendentale idealisme. Fremfor rene former for anskuelse og rene kategorier finner vi et overordnet transcendentalt prinsipp om naturens enhet og en gjennomgående sammenheng mellom form og innhold. Den konstituerende rollen til prinsippet om enhet kommer ikke fra absolutte a priori forstandskategorier, men fra relative a priori prinsipper og begreper i fysikken. Disse er ikke nødvendigvis forut for erfaring, men inngår som nødvendige premiss i erfaringsdommer, og er strukturerende for fysikkanskuelens mangfold.

I lys av dette kan vi forstå vitenskapens relasjonsobjekter eller strukturer, ikke som *værende*, men som *tilblivende* – som kontinuerlig konstruert og utfoldet i vitenskapens helhetlige system, et system hvis grunnbetingelser ikke kan forstås som absolutte invarianter, men som dynamiske og åpne for revidering. I tråd med Marburg-kantianernes forståelse av vitenskapsobjektet er altså også de strukturelle objektene et *Fieri*, noe som *blir til*, fremfor noe som *er*. Det er ikke slik at en strukturell «ekstern verden» foreligger for fysikkens undersøkelse. Fysikken er snarere en *vorden til struktur*, en vorden til en verden strukturert av fysikkens begreper og fysikkens overordnede prinsipp om systematisk enhet.

## Kapittel 4

# Fysikk som symbolsk form

Ved hjelp av Cassirers forståelse av vitenskap har vi tegnet et bilde av moderne fysikk som en prosess som sikter på stadig større enhet i et system av funksjonsbegreper. Gjennom progressiv kvantifisering av naturprosesser bestemmer fysikken både de universelle og de partikulære naturfenomenene innenfor sitt eget naturbegrep, innenfor et ikke-absolutt objektivitetsbegrep som stadig øker egen rekkevidde. Med denne forståelsen fant vi en form for strukturell realisme i Cassirer, som manøvrer mellom den epistemiske og den ontiske varianten, og som er basert på dynamiske, transcendentale betingelser – det såkalte relativiserte a priori – som utvikler seg i takt med fysikkens fremgang.

Så langt har vi holdt oss til Marburg-kantianernes forståelse av Kants erfaringsbegrep, det vil si til den form for teoretiske erkjennelse og erfaring som forekommer i matematiske naturvitenskaper. Her følger vitenskapens *Fieri* fornuftens lovmessighet, hvor de sentrale kategoriene kausalitet og relasjon muliggjør objektkonstruksjon under en transcendental idé om systematisk enhet. Vi kan imidlertid stille oss spørrende til i hvor stor grad fysikkens begreper og erfaring spiller en rolle for vår erfaringsvirkelighet, og i hvilken grad fysikken utgjør teoretisk erkjennelse som sådan. Troner fysikken øverst av naturvitenskapene, som *den* erkjennelse all annen teoretisk kunnskap måles opp mot og kan å reduseres til? Strukturerer fysikkens begreper også vår persepsjon av alle gjenstander og andre mennesker, eller finnes det fundamentalt ulike måter å strukturere og begripe anskuelsens mangfold på? Og hvis slike andre modaliteter må tas inn i betraktningen, på hvilken måte spiller fysikken da en rolle for vår levde erfaring?

Følger vi Cassirers videre for å besvare disse spørsmålene, er det verdt å bemerke at han allerede i *Substanzbegriff und Funktionsbegriff* er åpen om at naturvitenskapens objekter ikke utgjør alle mulige objekter (se Cassirer, 1910, s. 309). Det er imidlertid først i *Zur Einsteinischen Relativitätstheorie* at vi ser tegn til at Cassirer bryter med Marburg-kantianismens form for erfaring – triaden av erkjennelse, estetikk og etikk som er underlagt fornuftens domsfunksjon. I noen avsluttende bemerkninger her skriver Cassirer at den

systematiske filosofien må bryte med *all ensidighet*. Fremfor å bestemme det værende ut fra én side, eller ett prinsipp, må filosofen heller

das *Ganze* der symbolischen Formen, aus deren Anwendung für uns der Begriff einer sich gegliederten Wirklichkeit entspringt – kraft deren such für uns Subjekt und Objekt, Ich und Welt scheiden und in bestimmter Gestaltung gegenüberreten, – zu erfassen und jedem Einzelnen in dieser Gesamtheit seine feste Stelle anzuweisen. (...) keine Einzelform mehr, sondern nur deren systematische Allheit [würde] als Ausdruck der „Wahrheit“ und „Wirklichkeit“ (...) gelten (Cassirer, 1921/1980, s. 110)<sup>96</sup>

I årene etter at Cassirer skrev dette er det nettopp å begripe helheten av symbolske former som opptar ham.<sup>97</sup> Resultatet finner vi i trebindsverket *Philosophie der symbolischen Formen*, hvor fysikk og matematikk inngår i en åpen helhet av mangesidig objekt- og begrepsformasjon. I likhet med myter, språk, kunst, og andre såkalte symbolske former, er naturvitenskapene resultat av en pågående historisk og systematisk utvikling, som stadig konstituerer sine objekter i henhold til den enkelte formens særegne formasjonsprinsipp og dynamiske struktur.

Vi finner imidlertid spenninger i Cassirers symbolske formers filosofi. I kommentarlitteraturen finner vi disse spenningene formulert som (1) spenningen mellom *teleologi* og *autonomi* i systemet av symbolske former (se f.eks. Gilje, 2013; Skidelsky, 2008) og (2) spenningen mellom de ulike formenes *inkommensurabilitet* og *delvis oversettbarhet* (Habermas, 1997, s. 98). Disse spenningene kan uttrykkes ved spørsmål som: I hvilken grad er hver ulike symbolske form – hver ulike måte å konstruere et mangfold av objekter og mening i vår omgang med verden – adskilt fra de andre symbolske formene? Finner vi elementer fra myter i vitenskapen, elementer av vitenskap i språket, og så videre? Eller oppheves innflytelsen ulike symbolske former har på hverandre i utviklinger av «høyrere former» for erkjennelse? Og kan vi manøvrere mellom ulike symbolske former og symbolske *siktlinjer* eller *blikk*? Fordrer ikke dette at vi har noe eksternt som manøvreringens orienteringspunkt, som en «ekstern verden» eller ting-i-seg?<sup>98</sup>

---

<sup>96</sup> [(...) grasp the whole system of symbolic forms, the application of which produces for us the concept of an ordered reality, and by virtue of which the subject and object, the ego and world are separated and opposed to each other in definitive form, and it must refer each individual in this totality to its fixed place. (...) no single form but only the systematic totality can serve as the expression of “truth” and “reality” (1921/1923, s. 447).]

<sup>97</sup> Cassirer var alt godt i gang med dette prosjektet da han publiserte *Zur Einsteinischen Relativitätstheorie*. I *Goethe und die mathematische Physik* (1921/1971) diskuterer Cassirer en radikal form for ulikhet mellom forskjellige naturbegrep – mellom Goethes og den matematiske fysikkens naturbegrep. I denne teksten drøfter Cassirer blant annet språkets funksjon, og struktureringen av rom i naturvitenskapelig og estetisk anskuelse – temaer som er sentrale i de symbolske formers filosofi.

<sup>98</sup> Sistnevnte innvending er et av ankepunktene for Konrad Marc-Wogaus kritikk av Cassirer, som er gjengitt i Habermas (1997). For en bredere diskusjon av ordskiftet mellom Cassirer og Marc-Wogau, se Østerberg (2011, s. 67-72)



I vår vitenskapsteoretiske undersøkelse er det hensiktsmessig ikke bare å rette disse spørsmålene mot helheten av symbolske former, men også å spisse dem mot den symbolske formen som utgjør teoretisk erkjennelse. Vi kan da spørre om vi finner en teleologisk utvikling av teoretisk erkjennelse mot én enhetlig naturerkjennelse – der formasjonsprinsippene og objektene i fysikk, kjemi, biologi, geologi, og så videre, søkes redusert til én eneste type matematisk naturvitenskap. Eller er det en autonomi av ulike formasjonsprinsipper innenfor teoretisk erkjennelse, slik at den teoretiske erkjennelsen er differensiert i fundamentalt ulike former for naturvitenskap? Hvis sistnevnte er tilfelle, hvordan kan vi forstå forholdet mellom de ulike naturvitenskapene?

I dette kapitlet vil jeg drøfte de to nevnte spenningene i Cassirers symbolske formers filosofi, med det formål å se på de vitenskapsteoretiske aspektene i Cassirers filosofi fra en ny side og dermed sette Cassirers fysikkfilosofi inn i en bredere kulturfilosofi. Som vi skal se er det gjennom denne kulturfilosofien at fysikkens erfaring og erkjennelse kan finne sitt grunnlag og sin grense.

Drøftingen vil lede tilbake til temaene jeg har tatt for meg i de foregående kapitlene. Først ved at Cassirers utvidelse fra *erkjennelseskritikk* til *kulturkritikk* belyses som en videreføring og en endring av Marburgerskolens nykantianske program. Dette er en videreføring av nykantianismen til spørsmål som lå utenfor rekkevidden til Hermann Cohens studier (og som senere tas opp av Erwin Panofski, Susanne Langer, og andre). Deretter vil vi, ved hjelp av en helhetlig forståelse av menneskelig erkjennelse hvor fysikken inngår som én av flere symbolske former, kunne ta opp igjen spørsmålet om fysikkens objekter og fysikkens objektivitet. Her vil jeg søke å begrunne hvordan fysikken forholder seg til andre måter å erkjenne og konstruere verden, og hvordan Cassirers form for strukturelle realisme passer i vår helhetlige erfaring. Videre vil vi gjennom Cassirers symbolske formers filosofi kunne utvide vitenskapsteorien til å bli en vitenskapskritikk. Vitenskapskritikken vil tjene til å identifisere to beslektede misforståelser i faglitteraturen: *domestisering* og *remytifisering* av fysikken. Gjennom disse begrepene vil jeg avslutningsvis se problemene ved den epistemiske og den ontiske strukturelle realismen i et nytt lys, og den alternative strukturelle forståelsen av fysikken – Cassirers strukturelle realisme – vil nok en gang tre frem som et foretrukket alternativ.

## 4.1 Fra erkjennelseskritikk til kulturkritikk

I *Philosophie der symbolischen Formen* finner vi en utvidelse av Kants vending i *Kritikk av den rene fornuft*, fra å omfatte teoretisk erkjennelse og dens objekter, til å gjelde for et mangfold av historisk-kulturelt betingende former for *forming* og *formasjoner*. Dette er en utvidelse som vi kan si at Cassirers vitenskaps- og erkjennelsesteoretiske drøftinger har åpnet opp for, men som krever et steg videre for å fullbyrdes.

I forrige kapittel så vi at Cassirer, i nykantiansk ånd, eliminerer behovet for en «ekstern verden» eller ting-i-seg som utgjør en målestokk som erkjennelser etterstreber å avbilde. Fremfor å ha erfaring av en foreliggende «ekstern verden», som avbildes og representeres i naturvitenskapene, har vi erfaring som blir til på stadig nye måter i og gjennom erkjennelsesprosessen: Fysikkens verdenskonstruksjon foregår ved kvantifisering og bestemmelse i et system av funksjonsbegreper. Dette begrepssystemet konstrueres kontinuerlig av fysikkens ordnende og skapende evner – av fysikkens «forstand» og «produktive innbildningskraft», for å bruke Kants begreper. Her fremtrer verden, selv i anskuelsen, som alltid allerede strukturert i og av teoretisk erkjennelse.

Som bemerket over gjør Cassirer det alt i sitt essay om Einsteins relativitetsteori klart at teoretisk erkjennelse kun er én av flere modaliteter for erkjennelse og meningsdannelse. I åpningen av *Philosophie der symbolischen Formen* får vi en av de tydeligste formuleringene av hva dette innebærer, og hvorfor det kan sees på som en endring av Marburg-kantianernes program. Teoretisk erkjennelse er én av flere «åndsfunksjoner» (eller en del av intensjonal bevissthet, for å bruke et mer samtidig begrep<sup>99</sup>) i de symbolske formers filosofi, som er med på å forme den erfarte og opplevde verden. Utvidelsen fra teoretisk erkjennelse til intensjonal bevissthet innebærer at det ikke lenger er forstandens begreper alene som strukturerer anskuelsens innhold, men at det finnes andre grunnfunksjoner og prinsipper for strukturering og verdenskonstruksjon som spiller inn i den menneskelige erfaringens mangfoldighet. Utforskingen av mulighetene og utviklingen til disse andre konstruksjonsprinsippene er et steg videre fra erkjennelsesteorien i *Substanzbegriff und Funktionsbegriff*, til en filosofi hvor teoretisk erkjennelse inngår som én del i en åpen helhet.

---

<sup>99</sup> Cassirers «åndsfunksjoner» er alltid *rettet* mot frembringelse av et innhold i henhold til historisk-kulturelt betingede strukturering- og formasjonsprinsipper. Selv om endringen i Cassirers begrepsbruk, der ånd (*Geist*) og åndsfunksjoner tar over for forstand (*Verstand*) og forstandsfunksjoner kan knyttes til økt innflytelse fra Hegels filosofi på Cassirers tekning (se Verene, 1969), trenger ikke begrepet åndsfunksjoner bare å forstås i henhold til en hegeliansk tradisjon. Begrepet ligger også nær Husserls intensjonalitet-begrep. Dette er grunnen til at jeg foretrekker å bruke begrepet intensjonal bevissthet. Se også Cassirers diskusjon av Brentano og Husserls intensjonalitet-begrep, og hvordan overkomme en rest av dualisme som Cassirer forbinder med Husserls skille mellom stofflige (*hyletische*) og noetiske elementer (Cassirer, 1929/2010, s. 223-228).

Som vi så i forrige kapittel tar ikke fysikken opp foreliggende, gitte objekter og avbilder eller representerer disse direkte. Det er heller slik at objektene frembringes gjennom fysikkens særegne formasjonsprinsipp. Et sentralt trekk ved de ulike formene for intensjonal bevissthet er at de deler denne evnen til frembringelse ved en aktiv, skapende kraft: «Jede echte geistige Grundfunktion hat mit der Erkenntnis den einen entscheidenden Zug gemeinsam, daß ihr eine ursprünglichbildende, nicht bloß eine nachbildende Kraft innewohnt» (Cassirer, 1923/2010, s. 7)<sup>100</sup>. Dermed kan ingen former for menneskelig erfaring forstås som direkte gjengivelse av noe gitt i bevisstheten. Det er snarere slik at noe først *gis* eller *blir gitt* gjennom den strukturering som forekommer ved den enkelte forms prinsipp for *symbolsk konstruksjon*.

Cassirer skriver videre:

Immer liegt die entscheidende Frage darin, ob wir die Funktion aus dem Gebilde oder das Gebilde aus der Funktion zu verstehen suchen (...). Diese Frage bildet das geistige Band, das die verschiedenen Problemgebiete miteinander verknüpft (...). Denn das Grundprinzip des kritischen Denkens, das Prinzip des »Primats« der Funktion von dem Gegenstand, nimmt in jedem Sondergebiet eine neue Gestalt an und verlangt eine neue, selbständige Begründung. Neben der reinen Erkenntnisfunktion gilt es, die Funktion des sprachlichen Denkens, die Funktion des mythisch-religiösen Denkens und die Funktion der künstlerischen Anschauung derart zu begreifen, daß daraus ersichtlich wird, wie in ihnen allen eine ganz bestimmte Gestaltung nicht sowohl *der* Welt als vielmehr eine Gestaltung *zur* Welt, zu einem objektiven Sinnzusammenhang und einem objektiven Anschauungsganzen sich vollzieht.

Die Kritik der Vernunft wird damit zur Kritik der Kultur. Sie sucht zu verstehen und zu erweisen, wie aller Inhalt der Kultur, sofern er mehr als bloßer Einzelinhalt ist, sofern er in einem allgemeinen Formprinzip gegründet ist, eine ursprüngliche Tat des Geistes zur Voraussetzung hat. (Cassirer, 1923/2020, s. 8-9)<sup>101</sup>

Det Cassirer kaller den kritiske tenkningens grunnprinsipp – funksjonens primat over objektet – utgjør ikke bare båndet som forbinder de ulike formasjonsområende, slik Cassirer konstaterer i sitatet over. Dette grunnprinsippet og Cassirers fokus på den kritiske (kultur-)filosofiens oppgave som oppgaven å spore de ulike objektene til sine formasjonsprinsipper, utgjør også

---

<sup>100</sup> [Every genuine, basic spiritual function has one decisive feature in common with cognition: it is inherent in an original-formative force and not merely an imitative force. (Cassirer, 1923/2020, s. 6-7)]

<sup>101</sup> [The crucial question always remains whether we seek to understand the function by the formation or the formation by the function (...). This question (...) constitutes [the most diverse domains'] inner methodological unity (...). For the basic principle of critical thinking, the principle of the "primacy" of the function over the object, assumes in each special domain a new shape and demands a new and dependent grounding. Alongside the pure function of cognition, there stands the function of linguistic thinking, the function of mythical-religious thinking, and the function of artistic intuition, comprehended in such a way as that it is evident how in all of them a specific configuration, not so much *of* the world as rather *toward* the world, toward an objective interconnection of sense and an objective-intuitive whole that can be apprehended as such takes place.

With this, the critique of reason becomes a critique of culture. It seeks to understand and demonstrate how the content of culture, insofar as it is more than merely individual contact, insofar as it is grounded in a general principle of form, presupposes an original act of spirit.] (1923/2020, s. 8-9)

båndet som forbinder Cassirers sene filosofi til Marburgerskolens program. Vi finner imidlertid en videreføring og et brudd med Marburgerskolens filosofi når det kommer til *hvilke* objekter som kan spores til sine formasjonsprinsipper, og i *hvordan* disse objektenes formasjonsprinsipper begrunnes.

Det er ikke lenger bare teoretisk erkjennelse, etikk og estetikk som utgjør den kritiske filosofens undersøkelsessfære. Den kritiske kulturfilosofen utforsker snarere et åpent mangfold av kvalitativt ulike objekter slik de konstrueres i mytisk tenking<sup>102</sup>, kunst, religion, naturvitenskap og så videre. Det er heller ikke slik at disse ulike «kulturområdene» kan spores tilbake til én type lovmessighet og systematisk utvikling. Her skiller Cassirer lag med Marburgerskolens systemfilosofi. Cassirers symbolske formers filosofi er, som bemerket av Hamlin og Krois (2004, s. xiii) og Verene (2004), ikke et filosofisk system, men et *prosjekt*.

Som vi så i kapittel to avviser Marburg-kantianerne det ahistoriske grunnlag for objektformasjon som vi finner i rasjonalismen og empirismen. For Cohen så vi imidlertid at anvendelse av den transcendentale metoden gjør det mulig for den kritiske filosofien å oppdage den *rene fornuft* gjennom den vitenskapelige erkjennelsens grunnbetingelser (jamfør sitat på side 12). Gjennom den stadige tilbakeføringen av vitenskapens fakta til et grunnlag for objektformasjonens lovmessighet søkes altså selve fornuftens lovmessighet å avdekkes. Slik forblir på sett og vis Marburgerskolens nykantianisme en systemfilosofi og en form for første filosofi, til tross for deres avvisning av første prinsipper.

I Cassirers form for nykantianisme fant vi imidlertid tidlig tegn til en relativisering av erkjennelsens grunnlag, og en mer dynamisk formulering av vitenskapens kategoriske apparat (se side 19ff). I de symbolske formers filosofi tas spørsmålet om utfoldingen og artikuleringen av erkjennelsens grunnlag opp på ny. Resultatet er en radikal videreføring av Marburg-kantianismen, der det blir et åpent spørsmål hvilke modaliteter av intensjonal bevissthet som inngår i menneskelig erkjennelse. Her kan ikke (den nå pluralistiske) objektkonstruksjon – muliggjort ved de ulike formasjonsprinsippene som inngår i menneskets organiske erfaringshelhet – lenger spores tilbake til bare *forstand* og *fornuft*. Hverken teoretisk eller praktisk fornuft strekker til for å begrunne de differensierte formasjonene som innlemmes i den kritiske kulturfilosofiens undersøkelse. Cassirer tar på seg å vise dette, nemlig at det finnes funksjoner og formasjonsprinsipper i menneskets symbolske konstruksjon av virkeligheten

---

<sup>102</sup> Inkluderingen av mytisk tenkning som en del av den kritiske filosofiens område må anses som spesielt viktig, da formasjonene i den mytiske sfæren eksplisitt bryter med muligheten for å underlegges fornuftens lovmessighet. For en god drøfting av dette i kommentarlitteraturen, se Ester Olauffa Pedersens «Cassirers mytefilosofi – en utvidelse av den kritiske filosofiens sfære» (2013).

som ikke kan reduseres til fornuft. Disse funksjonene spiller ikke bare en vesentlig rolle i struktureringen av menneskets anskuelse av objekter, men også menneskets medværen og selv-fremtredelse.<sup>103</sup>

I *Philosophie der symbolischen Formen* og senere verk tar Cassirer for seg de særegne formasjonsprinsippene og formasjonene som er knyttet til mytisk tenkning, (naturlig) språk, teoretisk erkjennelse, kunst, religion, historie, og teknologi.<sup>104</sup> For vår undersøkelse av den matematiske fysikkens erkjennelsesmåte er det ikke hensiktsmessig å følge Cassirers undersøkelser gjennom hele mangfoldet av menneskets symbolske univers. Vi kan begrense oss til å se på noen av hovedlinjene ved det vi kan identifiserer som de *tilgrunnliggende* symbolske formene: myte og språk. Dette er formene hvor de første utviklingen av en menneskelig *erfaringsverden* finner sted, gjennom en gradvis fremvekst av skillelinjer som muliggjør at et innhold fremtrer for et erfarende (inter-)subjekt, en utvikling som tas opp og får en ny skarphet i vitenskapens teoretiske erkjennelse. For å forstå hvordan den moderne fysikken vokser frem og skiller seg fra andre symbolske former kan vi derfor se på noen detaljer fra Cassirers drøfting av myter og språk.

### **Myter og språk**

I Cassirers symbolske formers filosofi innehar som sagt språk og myter en spesiell plass. Disse danner et grunnivå hvor de første utviklingene av den symbolske meningsdannelsen finner sted. Ved å følge deres tilblivelsesprosess argumenterer Cassirer i første og andre bind av *Philosophie der symbolischen Formen* for at grunnleggende skiller – som de mellom indre og ytre, mellom subjekt og objekt, jeg og du, jeg og verden, og så videre – utvikles gjennom disse symbolske formene. Det er altså ikke snakk om en subjektsentrert filosofi her, av kartesiansk

---

<sup>103</sup> Cassirer anerkjenner at også Kant gikk videre med sitt kritiske prosjekt. I Kants andre og tredje kritikk finner vi, ifølge Cassirers hegelianske formulering, en gradvis utfolding av «det kritiske åndsbegrepet», der ånden utvikler seg i en kontinuerlig prosess av kritisk analyse (1923/2020, s. 8). Men med Cassirer kan vi si at Kant i for stor grad er bundet til sitt eget fornuftsbegrep, og at utfoldingen av det kritiske åndsbegrepet derfor *ikke går langt nok*. Slik Cohen kunne hevde å bringe Kants metode, den transcendentale metoden, til sin logiske konklusjon – og dermed kastet den siste rest av *empirisme* av Kants *idealisme* – kan Cassirer sies å søke konsekvensene av denne metoden, når den ikke lenger er begrenset til ett bestemt felt av menneskelig meningsdannelselse eller ett prinsipp for objektformasjon. For en utdyping av hvordan kulturkritikken er en generalisering av Kants fornuftskritikk, se Cassirers drøfting av oppløsningen av skillet mellom form og innhold, og appersepsjonens syntetiske enhets rolle i alle former for objektformasjon, i innledningen til tredje bind av *Philosophie der symbolischen Formen* (1929/2020, s. 5-18). Se også relaterte bemerkninger i andre bind (Cassirer, 1925/2020, s. 37-38).

<sup>104</sup> Jeg inkluderer ikke *politikk* i denne opplistingen av mulige symbolske former, selv om Cassirer tar for seg den politiske sfærens mytedannelse i sitt siste verk: den posthumt utgitte boka *The Myth of the State* (Cassirer, 1946). I denne boka fremstiller Cassirer fremveksten av det 20. århundres politiske myter. Her er det – i motsetning til i fremstillingen av ulike symbolske former – ikke snakk om noe som er dannet ved menneskets frigjørende symboliserende spontanitet. Det er snarere en spredning av autoritære krefters fascistiske og nazistiske budskap, gjennom blant annet moderne teknologi for massekommunikasjon og en pervertering av menneskets hang til enhetlig forklaring.

eller lignende karakter, hvor det erkjennende subjektet gradvis omformer den ytre verden til nye gestalter og nye former for mening som fremtrer for subjektets «indre øye». Cassirers filosofi kan snarere kalles en pluralistisk korrelasjonisme, hvor (inter-)subjektet og objektet er gjensidig betinget i sin tilblivelse, og utfolder og manifesterer seg på ulike måter i de ulike symbolske formene. Et sentralt spørsmål for undersøkelsen er derfor hvordan denne tilblivelsen av subjekt og objekt foregår i sitt tidlige stadium, som Cassirer identifiserer med mytisk tenking og tidlig språkutvikling. Hvordan muliggjør de tilgrunnliggende symbolske formene et subjekt som står overfor et mangfold av kvalitativt ulike objektforetreder?

Den mytiske tenkningen og den mytiske livsformen kan betraktes som den symbolske formen som er begynnelsen på det vi på bakgrunn av de hegelianske motivene i de symbolske formenes filosofi kan kalle menneskets tilblivelse mot frihet.<sup>105</sup> Med referanse til *Åndens fenomenologi* åpner Cassirer andre bind av *Philosophie der symbolischen Formen* med å hevde at «Hegels stige» ikke begynner i selve grunnfenomenet når Hegel setter fornemmelser eller sanselighet som første trinn av stigen (Cassirer, 1925/2010, s. XIII). Den sanselige virkelighet er, i likhet med trinnene over (hvor vitenskapen troner øverst, ifølge Hegel), et produkt av en bearbeiding av det «gutte». Trinnet under fornemmelser er utgjort av mytisk tenking, og dette er det nærmeste vi kommer verden som «gutt», ifølge Cassirer.

Det Cassirer kaller mytisk tenkning og den mytiske livsformen er karakterisert av å være en «umiddelbar» og udifferensiert tilstand, der bevisstheten befinner seg i en «direkte» tilstedeværelse, uten ønske om eller mulighet til å korrigere eller kritisere det «gutte» opp mot en ekstern standard som ikke er gutt (1925/2020, s. 45-52).<sup>106</sup> I likhet med innholdet i andre symbolske former er imidlertid også det «gutte» som står sentralt i den mytiske livsformen alltid allerede strukturert i henhold til denne formens særegne formasjon- eller objektiverings-

---

<sup>105</sup> Mytisk tenking utgjør en første begynnelse på menneskets symbolske konstruksjon, i Cassirers symbolske formers filosofi. Til tross for dette åpner trebindsverket *Philosophie der symbolischen Formen* med et bind om (naturlig) språk, og myter utforskes først i detalj i andre bind. Både språk og mytisk tenkning avdekkes ved hjelp av filosofihistorisk, utviklingspsykologisk, etnografisk og antropologisk materiale. I tredje bind, *Phänomenologie der Erkenntnis*, kunne vi kanskje forventet samme fremgangsmåte for teoretisk erkjennelse, men det finner vi ikke der. Cassirer begynner snarere fra en drøfting av «uttrykksfunksjon», som er knyttet til mytisk bevissthet, går deretter gjennom språkets «fremstillingsfunksjon» og avslutter med en drøfting av teoretisk erkjennelse og «betydningsfunksjonen» (mer om dette under, side 84ff). Det er ulike meninger i kommentarlitteraturen om denne oppbygningen av de symbolske formers filosofi. John Michael Krois hevder at Cassirer først etter å ha skrevet første bind ble klar over en dypere kobling mellom menneskelig meningsdannelse og myter, og derfor ville sette myter først – det vil si at Cassirer i prinsippet angret på at første bind handlet om språk og ikke myter. Andre hevder at Cassirer ikke begynner de symbolske former med språk, men med teoretisk erkjennelse – i *Substanzbegriff und Funktionsbegriff* – og at de symbolske formers filosofi springer ut herfra. Se Meland (2011, s. 107-111), for en drøfting av disse posisjonene.

<sup>106</sup> I mytisk tenkning er det for eksempel ikke klare skiller mellom drøm/våken, ønske/oppfyllelse, bilde/ting, død/levende, ifølge Cassirer. Fremfor å være ulike former for væren, er hver del av slike skiller ulike aspekter av samme værensplan.

prinsipp<sup>107</sup>. Det foregår altså en grunnleggende forming av den mytiske anskuelsen – en kvalitativ isolering og differensiering av et udifferensiert mangfold av krefter og potensialer. Denne formingen foregår, ifølge Cassirer, ved at innhold påtrykkes ulik valør av «hellig», og dermed *blir til innhold* gjennom å progressivt gjennomsyres av differansen mellom hellig og profan (1925/2020, s. 95-100).<sup>108</sup>

Gjennom gjensidig bestemmelse og konfrontasjon i handling vokser gradvis skiller mellom jeg og du, jeg og det, indre og ytre etc. frem fra den mytiske livsformen (se Cassirer, 1925/2020, del 3). Det er imidlertid først når myten «overvinnes» av den religiøse tenkningen at disse skillene befestes som *værende*, altså som bestående av deler som er isolert og adskilt fra hverandre, ifølge Cassirer (1925/2020, s. 298).

I Cassirers fremstilling av språk og den språklige utviklingen finner vi lignende trekk som dem i mytisk bevissthet. Også i språket finner vi en gradvis fremvekst og progressiv utfolding av det vi ofte tar for gitt som grunnleggende adskillelser. Til forskjell fra i mytisk differensiering skjer fremveksten av adskillelser i den språklig utviklingen – mellom jeg og du,

---

<sup>107</sup> I likhet med fysikkens objektivitet er mytens objektivitet ikke en tinglig, men en funksjonell objektivitet. Om mytens objektivitet skriver Cassirer:

Seine »Objektivität« ist – wie dies vom kritischen Standpunkt für jegliche Art geistiger Objektivität gilt – nicht dinglich, sondern funktionell zu bestimmen (...). Er ist »objektiv«, sofern auch er als einer der bestimmenden Faktoren erkannt wird, kraft deren das Bewußtsein sich von der passiven Befangenheit im sinnlichen Eindruck löst und zur Schaffung einer eigenen, nach einem geistigen Prinzip gestalteten »Welt« fortschreitet. (1925/2010, s. 16-17)

[Its 'objectivity' – and from the critical standpoint this is true of each mode of spiritual objectivity – is to be determined not tangibly but functionally (...). It is 'objective' provided that it is recognized as one of the determining factors by virtue of which consciousness frees itself from its passive constraint in sensible impression and progresses to the creation of its own 'world'. (1925/2020, s. 16)]

<sup>108</sup> Denne fremstillingen innebærer imidlertid ikke en vurdering av den mytiske livsformen som en arbitrær form for væren, hvor mennesket går frem ureflektert og uten vilje eller evne til å ta innover seg verdens kompleksitet. Med Cassirer kan vi si at det er en grunnleggende feiltagelse å anse menneskehetens historie som en som går fra å være overlatt til tilfeldighet og uvitenhet, til å bli en som gjennom vitenskapens bestemmelser kan forstå hvordan prosesser i naturen henger sammen. Vi finner et eksempel på en slik misforståelse av mytens livsverden i fysiker Stephen Hawkings forelesning om determinisme og tilfeldigheter i fysikken: «In ancient times, the world must have seemed pretty arbitrary», åpner Hawking, «[d]isasters such as floods or diseases must have seemed to happen without warning, or apparent reason. Primitive people attributed such natural phenomena to a pantheon of gods and goddesses, who behaved in a capricious and whimsical way.» (1999) I henhold til Cassirers analyse av kausalbegrepet i mytisk tenkning (1925/2020, s. 55-67) er ikke forskjellen på den moderne teoretiske erkjennelsen og mytisk tenkning at en forståelse av årsakssammenhenger mangler i sistnevnte. Forskjellen består snarere i at kausalbegrepet i mytisk tenkning er *for strengt*, fra et vitenskapelig perspektiv, da alt som hender forstås som å ha en direkte, konkrete årsak i den mytiske livsformen. I vitenskapelig erkjennelse søkes forklaring av hendelser ved regelmessigheter som kan inngå i et system av naturlover. Det vil si at det i vitenskapens forklaring ikke er *en isolert ting* som forårsaker en annen, men et hendelsesforløp som kan bestemmes i henhold til et kvantifisert vitenskapsobjekt, i det nettverk av relasjoner som det inngår i. Kausalbegrepet i fysikken er ikke adskilt fra vitenskapens objektbegrep. Dette gjør Cassirer ettertrykkelig klart i *Determinismus und Indeterminismus in der modernen Physik* – hvor nettopp vitenskapens kausalitet er hovedtema (se, f.eks. Cassirer, 1936/1980, s. 138). I mytisk tenkning er derimot kausalrelasjonene knyttet til det konkrete og håndgripelige, ifølge Cassirer. Der vitenskapen for eksempel ser trekkfuglenes mønster i en helhet av sesongenes variasjon og fuglenes nødvendige livsbetingelser, finner vi i den mytiske livsverdenen at det *er* trekkfuglene som bringer sommeren. Ingenting er dermed være lenger fra den mytiske livsformen enn at alt virker tilfeldig.

indre og ytre, og så videre – gjennom økende kompleksitet av symbolisering og differensiering i lyder, ord og begreper. Vi finner, ifølge Cassirer, at også språket er likegyldig til slike separasjoner i sin tidlige fase, altså i fasen hvor språket er rent ekspressivt og etterlignende (1923/2020, s. 124-126). I utvikling av stadig mer kompleks artikkelasjon, og i formingen av anskuelsen som denne artikkelasjonen medfører, finner vi en økende avstand mellom jeg og verden, og mellom jeg og du. Språket utvikler seg her til stadig mer abstrakte forhold, hvor den språklige bestemmelsen av «objekter» *qua* ting fastsetter tingene og deres egenskaper som noe *vedvarende* i erfaring som står utenfor et *vedvarende subjekt*. Ifølge Cassirer reflekteres den formen for relasjon i moderne språk i kopulaet «er». Gjennom kopulaet «er» finner vi en relasjonsform som uttrykker seg i materiell kledning, som uttrykker det tilblivende som værende som noe stabilt og situert (Cassirer, 1923/2020, s. 291).

Vi finner et eksempel på hvordan avstanden mellom jeg, du og det konkretiseres i Cassirers drøfting av utviklingen av språklige uttrykk for rom og romrelasjoner. Dette er en utvikling fra kroppssentrerte begreper til abstrakte funksjon- og ordensbegreper, hvor fremveksten av romindeksikalier og språkets struktureringen av rommet er betinget av en økende distanse mellom jeg og du (intersubjektivitet) og jeg og verden (subjekt og objekt) (se Cassirer, 1923/2020, s. 147-168). For tidlige språks rombegreper finner Cassirer synonymer i ord for den levde kroppen. Eksempelvis er «i», «bak» og «foran», synonymt med «mage», «bakende» og «øye» i noen av språkene Cassirer tar for seg. Utvikling til et mer desentrert perspektiv forekommer når talerens sted og bevegelse, og senere posisjonene og bevegelsene til de adresserte personene og gjenstandene blir sentralt i romartikkelasjonen. Her tar aktivitet over for kroppen gjennom en desentrering som riktignok fortsatt holder seg til det levde perspektivet, men som forutsetter og underbygger skarpere skiller mellom jeg og du, og jeg og det. Videre herfra er veien åpen mot indeksikalier som er frigjort fra talerens posisjon. Det vil si at begreper som betegner avstand og bevegelse mellom objekter *i* et rom utvikles. Her finner vi både en mer konkret fastsettelse av et gjenstandsrom, og begynnelsen på utviklingen av et enhetlig dynamisk-funksjonelt rom (Cassirer, 1923/2010, s. 165).

I den matematiske geometriens funksjonsbegreper finner vi en form for fullbyrdelse av rombegrepenes desentrering, der det levde perspektivets rom er erstattet av homogent og isotropt rom av rene relasjoner. Hvordan både gjenstandsrommet og geometriens rom står i kontrast til det mytiske rommet av krefter og potensialer, og hvordan alle disse inngår i konstruksjonen av et *erfaringsrom* kommer jeg tilbake til når jeg senere i kapittelet ser mer generelt på det Cassirer kaller «romproblemet».



## 4.2 Spenninger i de symbolske formers filosofi

I studiene av utviklinger i språk og myte som symbolske former tar Cassirer stadig til orde for at vi finner utviklinger som senere tas opp og videreutvikles i matematiske vitenskaper: Når Cassirer går gjennom språkets ulike faser av sanselig, anskuelig og begrepslig utvikling, finner vi muligheten til en fremvekst av matematikkens rene relasjonelle språk. Utviklingene av uttrykk for rom og romrelasjoner utgjør ett slikt eksempel på hvordan matematikkens språk blir mulig. Selv når Cassirer fremhever hvordan den mytiske tenkningenes kategorier (av kvantitet, kvalitet, og så videre) er fundamentalt ulike dem i vitenskapelig tenkning, finner vi at mytisk tenknings differensiering av for eksempel rom, tid og tall, utgjør et steg som støtter utviklingen av moderne vitenskap.

I forordet til tredje bind av *Philosophie der symbolischen Formen* skriver Cassirer:

Aus den hier gewonnenen Ergebnissen, wie sie im ersten und zweiten Band dieser Schrift dargelegt wurden, sucht der dritte Band nunmehr die systematische Konsequenz zu ziehen. Was er erstrebt, ist, den neu gewonnenen Begriff der »Theorie« in seiner ganzen Ausdehnung und in dem gesamten Reichtum der Gestaltungsmöglichkeiten, die er in sich birgt, sichtbar werden zu lassen. Der Schicht der begrifflichen, der »diskursiven« Erkenntnis werden jetzt jene anderen geistigen Schichten, die die Analyse der Sprache und des Mythos aufgedeckt hat, unterbreitet und unterbaut: Und im ständigen Hinblick und Rückblick auf diesen Unterbau wird die Eigenart, die Gliederung und Architektonik des »Oberbaus« der Wissenschaft zu bestimmen gesucht. (1929/2010, s. VII-VIII)<sup>109</sup>

Det utvidede teoribegrepet som Cassirer sikter til her, er et teoribegrep som omfavner måten alt innhold alltid formes *til* innhold – hvordan alt det faktiske allerede er teori, også utenfor naturvitenskapenes domene (som i språk og myte). Når Cassirer nå uttrykker at analysen retter fokus mot «overbygget» som vitenskapen utgjør, kan vi spørre oss i hvilken grad dette overbygget utgjør et siste trinn i «Hegel stige». I hvilken grad utgjør matematisk naturvitenskap målet for en frigjøringsprosess som kaster av seg de begrensninger som vi finner i naturvitenskapens opphav? I hvilken grad utgjør utviklingene Cassirer beskriver i *Philosophie der symbolischen Formen* en teleologisk prosess hvor stadig høyere former for erkjennelse opphever (*Aufheben*, i hegeliansk forstand) de underliggende formene? Satt på spissen, kan vi spørre: Er myter bare en protovitenskap, en upresis bestemmelse av kausalkjeder? Og er det

---

<sup>109</sup> [The third volume of this work now seeks to draw the systematic consequences from the results obtained in volumes 1 and 2. What it strives to make visible is the newly acquired concept of “theory” in its whole scope and in the wealth of possible configurations that are harbored in it. It strives to show how those other spiritual strata that the analysis of language and myth has uncovered spread under and support the stratum of conceptual, “discursive” cognition, and in the constant view to and review of this substructure, we shall attempt to determine the particular nature, organization, and architectonics of the “superstructure” of science. (1929/2020, s. xxxiii)]

naturlige språket bare en begynnelse og et hinder som må overkommes for at det kan utvikles et matematisk og logisk språk, som presist kan uttrykke den korrekte kvantifiseringen av kausalkjeder som finnes i moderne vitenskap? Og finner vi også slike tendenser innenfor den teoretiske erkjennelsens sfære? Er kjemi bare en ufullstendig form for fysikk, biologi en ufullstendig kjemi, og så videre, som i sin videre utvikling vil kunne reduseres til fysikkens funksjonsbegreper alene?

Cassirers insistering på at virkeligheten må forstås som en helhet av symbolske former, fremfor som ensidig bestemt gjennom ett eneste prinsipp, taler mot en lesning av de symbolske formers filosofi som en rent teleologisk prosess mot stadig høyere former for erkjennelse og meningsdannelse. Det taler mot å lese de symbolske formers utviklingen som en lineær eller evolusjonær utvikling fra myte til språk og videre til vitenskap, hvor hver nye form opphever sitt utgangspunkt. Vi kan heller forstå menneskets «symbolske frigjøringsprosess» som en som vokser ut et sentrum, og som alltid også viser tilbake til dette sentrumet gjennom de nye formenes konfrontasjon og gjensidige betingede utvikling med sitt grunnlag<sup>110</sup>.

I kommentarlitteraturen er dette spesielt godt formulert av John Michael Krois i hans identifikasjon av de symbolske formers arkitektonikk som sentrifugal:

The order in which [Cassirer] presents the symbolic forms does not entail seeing the last one—science—as replacing the earlier ones. Cassirer's architectonic is centrifugal. The symbolic forms separate and fan out from the first form of myth and henceforth remain opposed. Language, at first completely bound up with myth, becomes the vehicle for logical discourse and this in turn is the basis on which science evolves. (...) But language leads not only to science; as poetry, language becomes art. (...) (1987, s. 79)<sup>111</sup>

---

<sup>110</sup> Et sentralt begrep Cassirer bruker for å betegne dette er *Auseinandersetzung*. I en direkte oversettelse er det nok mest passende å bruke «konfrontasjon», «oppgjør» eller lignende, men slik Cassirer bruker begrepet er det i en bestemt produktiv, erkjennelsesteoretisk betydning. Det vil si at bruken er knyttet til hvordan noe *springer ut* ved å adskilles. Et eksempel som vi alt har sett på, er hvordan vi i skillene mellom jeg og verden, og jeg og du, finner en gradvis konstituering av jeg'et, ved at jeg'et bestemmes opp mot noe ikke-jeg (du eller det), som også bestemmes i denne prosessen. Slik er jeg'et ikke en *begynnelse*, men et *utfall* av en slik konfrontasjon og gjensidig fremvekst av jeg/du/det (se Cassirer, 1925/2010, s. 78-79). I oversetterens forord til essaysamlingen *Form og Teknikk* (en av få norske oversettelser av Cassirer) skriver Ingvild Folkevord at hun omskriver *Auseinandersetzung* til «gjensidig bestemmelse» og «gjensidig definerende motstilling» (2006, s. 48-49). Jeg foretrekker å bruke «konfrontasjon og gjensidig bestemmelse» eller lignende, for å (1) beholde løsrivingsaspektet i «konfrontasjonen» mellom elementene som blir til i adskillelsen og (2) for å skille begrepet fra de mange beslektede begrepene Cassirers bruker, når han beskriver gjensidige bestemmelser som: en *Wechselbestimmung*, en *Wechselbestimmung und Durchdringung*, og en *Wechselbeziehung und Wechselbestimmung*.

<sup>111</sup> Vi finner en lignende beskrivelse hos Oswald Schwemmer, som bruker bildet av en rosett for å beskrive Cassirers symbolske formers filosofi. I rosetten danner mytens form midtpunktet, som de andre formene vokser som blader ut fra (Schwemmer, 2004, s. 9). I et slikt bilde vil bladene – de ulike symbolske formene – alltid forbli forankret i deres utgangspunkt, selv i den mangfoldighet de fremviser i sin utvikling. Dette bildet tas opp av Nils Gilje, i hans drøfting av Cassirers fremstilling av myte som symbolsk form og Heideggers kritikk av denne (se Gilje, 2013). En fare ved Schwemmers bilde på de symbolske formers filosofi er at det undervurderer språkets

I mytisk tenkning og språkets utvikling finner vi med Cassirer de mest grunnleggende trekk for tenkning om subjekt og objekt, om jeg og verden, og også om anskuelsesformene tid, rom og tall<sup>112</sup>. Fra disse muliggjøres dannelsen av nye formasjonsprinsipper, formasjonsprinsipper som den gradvise utfoldingen av språkets rombegreper og den skarpe strukturering ved kvantifisering og funksjonsbegreper i den matematiske fysikken er produkter av. Vi finner imidlertid *ikke* at vitenskapens objekter erstatter språkets objekter, ei heller at fysikkens objekt utgjør målet for all teoretisk erkjennelse. Som jeg kommer tilbake til er dette en gjennomgående forvirring omkring dette i scientistisk orienterte kretser hvor fysikkens verden tas som alt det værende. Denne forvirringen bikker andre vei, når vitenskapens objekter gjøres til språkets objekter gjennom en domestisering av moderne fysikk – når vitenskapsobjektene pakkes inn i hverdagspråkets drakt og forveksles med gjenstander vi omgås med i vår «direkte» erfaring.

### **Uttrykksfunksjon, fremstillingsfunksjon og betydningsfunksjon**

For å forstå relasjonen mellom de ulike symbolske formene, og hvilken plass fysikk og naturvitenskap har i vår helhetlige erfaring må vi ta et steg videre inn i Cassirers symbolske formers filosofi, og se på de tre *grunnfunksjonene* for symbolsk forming.

Tredje bind av Cassirers verk om symbolske former er delt inn i tre deler, hvor hver del er knyttet til en av disse grunnfunksjonene. De tre grunnfunksjonene er funksjonene for (i) uttrykk (*Ausdruck*), (ii) fremstilling (*Darstellung*) og (iii) betydning (*Bedeutung*). Disse er knyttet til kvalitativt ulike gestalter og i ulik grad beslektet med formasjonsprinsippene som vi finner i de symbolske formene myte, språk og vitenskap: Der uttrykksfunksjonen er tettest knyttet til mytisk tenkning, er fremstillingsfunksjonen karakteristisk for språkets strukturering av erfaring, mens betydningsfunksjonen først er tydelig i matematikk, logikk og matematisk naturvitenskaps relasjonsbegreper. Ved å se på samspillet mellom disse funksjonene kan vi trekke opp tydeligere grenser mellom de ulike symbolske formene, og forsøke å forstå hvordan samhandlingen mellom ulike symbolske former foregår i vår erfaringsvirkelighet.

---

tilgrunnliggende funksjon i utviklingen av symbolske former. Som jeg har vært inne på blir de grunnleggende skillene mellom jeg, du og det fastsatt gjennom både mytisk tenkning og språklig artikulering. Og som bemerket av Krois leder språket videre til nye former for symbolisering – til både vitenskap og poesi. Vitenskap og poesi er former for symbolisering som ikke kan trekkes direkte ut av den mytiske tenkningen (selv om poesien, jamfør Cassirer (1929/2010, s. 125), har en spesielt sterk tilknytning til mytisk tenkning). I den grad de symbolske formene utgjør en rosett, er det en rosett med mytisk tenkning i sentrum, omkranset og sammenfiltret med språket. De andre symbolske formene – vitenskap, kunst, religion, og så videre – er forankret i og muliggjort av den mytisk-språklige-enheten av gjensidig betingede motsetninger.

<sup>112</sup> Merk at Cassirer har utvidet Kants anskuelsesformer med én, ved å legge til tall som anskuelsesform. Jamfør Cassirers Kant-lesning kan imidlertid ingen av disse, hverken rom, tid eller tall, anses som «rene anskuelsesformer». De er former som alt innhold fremtrer i, men innholdet er alltid allerede underlagt en strukturering ved en skapende spontanitet.

Cassirer beskriver uttrykksfunksjonen som det grunnleggende stratum av symbolsk konstruksjon, som – slik vi så av hans beskrivelser av den mytiske formen – går forut for differensiering i forestilling/virkelighet, innside/utside, og så videre. Fornemmelsen av *uttrykksfenomenene* knyttet til denne funksjonen karakteriseres av en umiddelbar helhet. I vår tids erfaring, som er dominert av et empirisk verdensbilde hvor den mytiske livsformen fortreges, kommer uttrykksfenomenets umiddelbare helhet sterkest frem i fremtredelsen av andre subjekter; i persepsjon av medmennesket som et umiddelbart *du* (Cassirer, 1929/2010, s. 91-92). Som Cassirer skriver, kan erfaringen av *du* aldri oppløses i en erfaring av *det*, og jo lenger tilbake vi går i persepsjonens utvikling (for eksempel ved å se på spebarns tidligste utvikling), jo viktigere er *du*'et enn *det*'et – jo viktigere er *uttrykkskarakteren* enn *tingkarakteren* (1929/2010, s. 69). Denne uttrykkskarakteren er et ureduserbart grunnfenomen – et *Urphänomen* – ifølge Cassirer, som ikke kan bygges opp av en ting-logikk eller tingpersepsjonen.<sup>113,114</sup>

Fremstillingsfunksjonen danner en kontrast til uttrykksfunksjonen ved at den innehar en avstand og en adskillelse fra «verden», idet den både presenterer og re-presenterer sitt innhold. Ved hjelp av språkets differensiering henter den ut og sikrer nye gestalter i erfaringen, og gjør fornemmelsene vedvarende ved at de gis ting-karakter (for eksempel ved kopulaet «er», som bemerket ovenfor). Fremstillingsfunksjonen er, ifølge Cassirer, dominerende for *tingpersepsjonen*, for empirisk anskuelse av verden som et mangfold av gjenstander med bestemte egenskaper. Til tross for dens representative karakter er ikke fremstillingen et produkt av «abstrakt tenkning»: Hverken uttrykksfunksjonens *du* eller fremstillingsfunksjonens *det* kan bringes frem ved deduksjon. I begge finner vi opprinnelige symbolske siktlinjer og blikk, gjennom hvilke den abstrakte tenkningens teori først blir mulig (Cassirer, 1929/2010, s. 137).

---

<sup>113</sup> Forsøket på å redusere uttrykksfenomenet til noe som er basert på fremstilling eller betydning leder filosofien igjen og igjen til en uovertredelig kløft mellom jeg'et og «de andres sinn». Det er i lys av hvordan filosofien overser denne særegne formen for fornemmelse – uttrykkspersepsjon – at Cassirer kritiserer all form for intellektualisme i det såkalte kropp/sinn-problemet (se Cassirer, 1929/2010, s. 104-117): Å redusere liv til separate deler av kropp og sinn er en reduksjon som følger av å redusere uttrykksfenomenet til ren tingpersepsjon eller til den teoretiske erkjennelsens kausalbegrep – noe som leder filosofien videre til skeptisisme eller solipsisme, ifølge Cassirer. Se også Cassirers kritikk av Carnaps fysikalisme i *Kulturvitenskapens logikk* (1942/1994, s. 60-61), hvor Cassirer blant annet gjør det ettertrykkelig klart at filosofi er mer enn erkjennelseskritikk og at den eksakte vitenskaps språk ikke er det eneste intersubjektive språket.

<sup>114</sup> I lys av diskusjonen av ting-logikken og relasjonslogikken i forrige kapittel finner vi her et eksempel på Cassirers brudd med eller radikale videreføring av hans tidligere posisjon. Det er ikke lenger bare snakk om overgang fra ting og egenskaper til relasjoner og funksjoner i fremveksten av matematisk naturvitenskap. Før vi kommer til tingpersepsjonens nivå må vi gjennom uttrykkspersepsjonen. Og selv om tingpersepsjonen eller relasjonskategorien dominerer, er den langt fra uttømmende for frembringelsen av erfaringens fenomener. Et eksempel på dette er at både ting- og relasjonskategorien kommer til kort i noe så «enkelt» som fremtredelsen av den andre. Denne mer eksistensielle siden av Cassirers arbeid er lite utforsket i litteraturen.

I fremstillingsfunksjonens «representasjon» er det altså ikke snakk om noe som bygges opp av elementære sanseelementer, hvor sistnevnte er gitt som «ren data» eller en annen form for speilbilde av verden:

Immer ist es vielmehr eine geformte Gesamtanschauung, die als objektiv bedeutsames Ganzes, als erfüllt mit gegenständlichem »Sinn«, vor uns steht. Es bleibt auch hier nur übrig, dies symbolische Grundverhältnis, gleich dem des reinen Ausdrucks, als echtes Urphänomen anzuerkennen, das sich als konstitutives Moment in allem »Wissen« vom Gegenstand aufweisen läßt. (Cassirer, 1929/2010, s. 138)<sup>115</sup>

Denne fremstillingsfunksjonens blikk skiller seg fra uttrykksfunksjonens blikk ved at det som er «gitt» her og nå gjennom fremstillingsfunksjonen, også representerer – eller *viser til* – noe ikke-her og ikke-nå. Det er en slik funksjon av «å vise til» som karakteriserer fremveksten av de stadig mer desentrerte artikulasjonene av rom og romrelasjonene som vi alt har vært inne på (se side 82). Med økende skarphet vises det til et *noe* som fremtrer adskilt fra den som viser, og adskilt fra uttrykksfenomenets livsrom av «jeg og du»-helhet. Gjennom fremstillingen kan både jeg, du og det tre inn i et gjenstandsrom, hvor hver kan inngå som bærer av bestemte egenskaper og karakteristikk, fremfor å utelukkende fremtre som en udifferensiert helhet. Slik er fremstillingsfunksjonen en grunnfunksjon i oppbygning og strukturering av en «objektiv virkelighet»:

Nur innerhalb dieser Funktion des *Weisens* und kraft ihrer gibt es für uns ein *Wissen* von objektiver Wirklichkeit und eine spezielle Gliederung, eine Abteilung nach »Dingen« und »Eigenschaften« in ihr – nicht aber läßt sich umgekehrt sie selbst wieder aus gegenständlichen Bestimmungen und Voraussetzungen begreiflich machen. (Cassirer, 1929/2010, s. 138)<sup>116</sup>

Måten språket viser til noe utenfor det umiddelbare, måten det *griper* inn i en rom-temporal avstand er, ifølge Cassirer, begynnelsen på all *begripelse* (1929/2010, s. 391). Språket kan imidlertid aldri hengi seg fullt ut til denne begripelsen. Som Cassirer skriver vedblir det i (det naturlige) språket alltid uttrykkskarakterer, som dem vi finner i poesi, i onomatopoetiske uttrykk og i melodisk-rytmiske talekomponenter (1929/2010, s. 123). Mer generelt finner vi

---

<sup>115</sup> [It is, rather, always a formed total intuition that stands before us as an objectively significant whole, filled with objective “sense”. It remains for us only to recognize this basic symbolic relationship, like that of pure expression, as a genuine ordinary-phenomenon, which can be shown to be a constitutive element in all “knowledge” of an object. (Cassirer, 1929/2020, s. 144)]

<sup>116</sup> [It is only in and through this function of *showing* and by virtue of it that there is for us a “knowing” of objective reality and a specific organization, a partition according to “thing” and “attribute” – conversely, this function of showing itself cannot be rendered comprehensible based on objective determinations and presuppositions. (Cassirer, 1929/2020, s. 144)]

uttrykkskarakter i hvordan det talende subjektet aldri kan redusere sin tale til blotte utsagn – den levende talen er alltid også et medium hvor subjektet uttrykker seg selv:

[Die Rede] ist niemals Aussage schlechthin, sondern immer lebt in ihr zugleich ein Modus, eine individuelle Form des Sagens, in der das sprechende Subjekt *sich selbst* ausspricht. Alle lebendige Rede schließt diese Doppelheit, diese Polarität von Subjekt und Objekt, in sich. In ihr wird nicht nur auf bestimmte Sachverhalte hingedeutet, sondern in ihr prägt sich die Stellung des Subjekts zu diesen Sachverhalten aus. In unzähligen feinsten Nuancen, im Wechsel der dynamischen Akzente, im Tempo und Rhythmus, in den Wandlungen und Schwebungen der »Satzmelodie« gelangt diese innere Anteilnahme des Ich am Inhalt des Gesprochenen zum Ausdruck. Die Rede dieses »Gefühlstons« entkleiden zu wollen, hieße ihren Herzschlag, ihren Puls und Atem vernichten. (Cassirer, 1929/2010, s. 389)<sup>117</sup>

Steget fra vår empiriske anskuelse – hvor alt anskuelserinnhold alltid fremtrer som strukturert innhold ved hjelp av språklige bestemmelser og begreper<sup>118</sup> – til den rene begripelsen, krever at vi går ut over det naturlige språket, ifølge Cassirer. Selv om vi i språket finner en artikkelasjon av avstanden mellom fremtredelse og virkelighet, mellom her og ikke-her, og så videre, er det ikke mulig å frigjøre språket fullstendig fra anskuelserens helhet – noe Cassirer eksemplifiser i subjekt/predikat-forbindelsen «er» sin karakter av alltid «å være der» (1929/2010, s. 382-383). Først gjennom betydningsfunksjonen, hvis formasjoner vi finner i de rene relasjonsbegreper, frikobles struktureringen av innholdet fra fremstillingsfunksjonens «begrensninger», ved en videreføring av distanseringen som utvikler seg i språket.

I de matematiske funksjonsbegrepene finner vi den pregnante formen for innhold strukturert av betydningsfunksjonen. Her er det ikke lenger snakk om dualismer av her/ikke-her, nå/ikke-nå, som alle er bundet til vår empiriske anskuelse, men snarere om en skjematiskering av disse til parametere som kan uttrykke alle mulige steder og tider i koordinater for rom og tid. I matematikkens begreper finner vi en utsløkking av alle uttrykk- og fremstillingselementer, ifølge Cassirer (1929/2010, s. 390).<sup>119</sup>

---

<sup>117</sup> [[Speech] is never a pure statement; rather, at the same time, there lives in it a mode, an individual form of saying, in which the speaking subject expresses *themselves*. All living speech contains within it this duality, this polarity of subject and object. Living speech not only points to certain states of affairs but also expresses the position of the subject toward these states of affairs. This inward participation of the I in the content of the spoken comes to expression in countless subtle nuances, in changes of dynamic accents, in changes of tempo, rhythm, in the transformations and beats of the “sentence melody.” To divest discourse of this “feeling tone” would annihilate its heartbeat, pulse, and breath. (Cassirer, 1929/2020, s. 397)]

<sup>118</sup> Denne formen for empirisk anskuelse eller strukturert persepsjon diskuteres også under begrepet «hermeneutisk persepsjon» i faglitteraturen. Se f.eks. Bernet (2009).

<sup>119</sup> Et svært interessant poeng, som jeg dessverre ikke kan gå inn i her, er hvordan denne utsløkkingen av uttrykk- og fremstillingselementer i matematikkens relasjonsbegreper kan forstås med tanke på fenomenet *matematisk skjønnhet*. Jeg har tidligere arbeidet med den matematiske fysikkens estetikk fra en mer «ortodoks» kantiansk innfallsvinkel (se Aarnes, 2020), men jeg mener at Cassirers symbolske formers filosofi kan være et svært

I Cassirers artikulering av skjematiskering ved betydningsfunksjonen finner vi overenstemmelse med drøftingen i forrige kapittel, av overgangen fra *substansbegrep* til *funksjonsbegrep*. Sentralt for hvordan dette formuleres i de symbolske formers filosofi er hvordan funksjonsbegrepsorienteringen i matematikk og fysikk er en tendens som tas opp og videreføres fra det naturlige språket. I språkets ting-logikk og i den intensjonale bevissthetens fremstillingen av denne, befestes, som vi så alt har sett, en distanse mellom subjekt og objekt, her og ikke-her, og så videre (skiller som har sin første begynnelse i den mytiske livsformen). Når denne distansen tas opp og transformeres til et ny sfære, en sfære av systematiske relasjonsbegreper som blir til i gjensidig betingelse og utveksling med det naturlige språket, finner vi at hver av disse adskillelsene får ny karakter. Dette kan illustreres ved å se nærmere på et eksempel Cassirer tar opp flere ganger i sine arbeider, og som vi alt har vært inn på i forbindelse med språkets utvikling: det såkalte romproblemet.

### **Romproblemet**

Romproblemet kan kort sagt formuleres som spørsmålet om hva rommet *er*. Er rommet en beholder for gjenstander, en form for strukturering av anskuelse eller et medium for propagering av energi og krefter av mystisk eller naturvitenskapelig karakter? Alle disse alternativene, og mange flere, har fått sitt bifall opp gjennom filosofihistorien. Cassirer går imidlertid bort fra spørsmålet om hva rommet *er*, til det han kaller det kulturfilosofiske spørsmålet om hvordan rommet *frembringes* gjennom en *symbolsk formingsprosess* (1929/2010, s. 160).

Cassirers svar på romproblemet blir følgelig at rommet fremtrer på forskjellig måte i de ulike symbolske blikkene. Rommet går fra noe ubestemt, fra å være «samlingens mulighet» (*Möglichkeit des Beisammen*), til å frembringes som et bestemt rom gjennom den intensjonale bevissthetens ulike formasjonsprinsipper (Cassirer, 1929/2010, s. 487). Den bestemte måten rommet fremtrer på kan knyttes til ulik vektning av de grunnleggende symbolske funksjonene for uttrykk, fremstilling og betydning. I foredraget «Mythischer, ästhetischer und theoretischer Raum» uttrykker Cassirer dette på følgende måte:

[H]ier zeigt sich zunächst das eine und das für unsere Betrachtung Entscheidende: daß es nicht eine allgemeine, schlechthin feststehende Raumanschauung gibt, sondern daß

---

fruktbart perspektiv på dette problemet, for eksempel ved å se på hvordan den symbolske pregnansen i alt innhold kan «presse seg frem» og overskride en gjeldende symbolsk siktlinje. Sagt med andre ord: Vi kan forstå det «matematiske blikket» som er en metodologisk abstraksjon til en siktlinje hvor innholdet fremstår uten uttrykkskarakter iht. betydningsfunksjonen. Ved å se på denne i helheten av symbolsk forming finner vi også i aktiviteten å *gjøre* matematikk (eller fysikk) vesentlige aspekter av uttrykk og fremstilling som fremtrer som *estetisk kvaliteter* og *mytisk betoning* av innholdet.

der Raum seinen bestimmten Gehalt und seine eigentümliche Fügung erst von der *Sinnordnung* erhält, innerhalb deren er sich jeweilig gestaltet. Je nachdem er als mythische, als ästhetische oder als theoretische Ordnung gedacht wird, wandelt sich auch die „Form“ des Raumes – und diese Wandlung betrifft nicht nur einzelne und untergeordnete Züge, Sondern sie bezieht sich auf ihn als Gesamtheit, auf seine prinzipielle Struktur. Der Raum besitzt nicht eine schlechthin gegebene, ein für allemal feststehende Struktur; sondern er gewinnt diese Struktur erst kraft des allgemeinen Sinnzusammenhangs, innerhalb dessen sein Aufbau sich vollzieht. Die Sinnfunktion ist das primäre und bestimmende, die Raumstruktur das sekundäre und abhängige Moment. (Cassirer, 1931/2009, s. 177)<sup>120</sup>

Der det mytiske rommet gjennomføres av et uttrykk for bestemt betoning og nyanse (*Tönung*), – en differensiering i henhold til en hellig/profan-aksentuering av lys og mørke, natt og dag, og lignende (se Cassirer, 1925/2010, s. 110-123) – finner vi i den språklige fikseringen av et gjenstandsrom en utvikling fra den levde kroppens umiddelbarhet, til handling og bevegelse, og videre til et abstrakt rom av ting som eksisterer utenfor et fiksert «jeg» (Cassirer, 1923/2020, s. 148-163). I likhet med i det mytiske rommet, finner vi i gjenstandsrommet en «livsnærhet» i hvordan vi betoner fjern og nær, stor og liten, og så videre. Dette er rombestemmelser som til tross for at de fremstiller en «abstrakt» avstand, innehar preg av levd erfaring.<sup>121</sup>

I det rene geometriske rommet fortrenses uttrykk og fremstilling for et levende subjekt. Nyansene av liv som inngår i nær, fjern, stor, liten, foran, bak, og så videre, fortrenses når språkets indeksikalier erstattes av posisjoner og koordinater for presis differensiering i geometrienes homogene, isotrope rom.<sup>122</sup> For eksempel uttrykker ikke koordinatene  $(x, y) = (-2, 1)$  og  $(r, \theta) = (10^{-3}, \frac{\pi}{2})$  større eller mindre livsnærhet. De er kun abstrakte parametere i en bestemt geometri som kan inngå i bestemmelsen av andre relasjonsobjekter.

I fysikkens romkonstruksjon finner vi en realisering av geometriens rom. Denne realiseringen er, ifølge Cassirer, en realisering av geometriens hypotetisk-deduktive system av

<sup>120</sup> [Det ene som i første omgang viser seg og som er avgjørende for vår betraktning, er at det ikke finnes noen virkelig fast allmenn romanskuelse, men at rommet først får sitt bestemte innhold og sin særegne sammenføyning gjennom den allmenne *meningsorden* som det til enhver tid gestaltes innenfor. Avhengig av om denne tenkes som mytisk, estetisk eller teoretisk orden, forvandles også rommets «form» – og denne forvandlingen gjelder ikke bare enkelte og underordnede trekk, den relaterer seg til rommet som helhet, til dets prinsipielle struktur. Rommet besitter ikke ganske enkelt en gitt struktur som er fastlagt en gang for alle; det er først gjennom den allmenne meningssammenheng rommet bygges opp innenfor, at det får denne strukturen. Meningsfunksjonen er her det primære og bestemende momentet, mens romstrukturen er det sekundære og avhengige. (Cassirer, 1931/2006, s. 180-181)]

<sup>121</sup> Vi kan blant annet se dette i måten avstand og størrelser ofte er knyttet til bestemte handlinger (f.eks.: «Hvor langt er det til universitetet?», «Cirka 20 minutter med buss, så ikke veldig langt.») Selv i tilfeller hvor bestemmelser som «nær» og «fjern» viser til konkrete gjenstander (eks. «Huset ligger nær stranden.»), finner vi en relatering av legemliggjorte objekter hvor deres værenskarakter er avgjørende for deres romlighet og hvor deres rombestemmelse ikke er frigjort fra det levende språkets uttrykkskarakterer og konnotasjoner.

<sup>122</sup> Det samme gjelder selvsagt også i anisotrope strukturer og geometrier, da anisotropien er uttrykt gjennom matematiske funksjonsbegreper.



mulige rom i et faktisk rom, ved en *deltagelse* (*Teilhaben*) av det fysiske i det aritmetiske og geometriske (1929/2010, s. 482-484).<sup>123</sup> Det er med andre ord en strukturering av innholdet *til* fysikkobjekter, gjennom innholdets bestemmelse i henhold til geometriens muligheter (i forrige kapittel, side 50ff, så vi at dette mer generelt inngår i hvordan fysikkens eksperimenter gir svar på hvilke av de mulige forbindelsene fra matematikken som realiseres i fysikkens erfaring). Dette er en strukturering til et rom hvor *ordensbegrepet* har forrang over *værensbegrepet* (Cassirer, 1931/2009, s. 171). Sagt med andre ord er det en overgang hvor gjenstandenes og fremstillingsfunksjonens substanskategori underlegges geometriens og betydningsfunksjonens relasjonskategori.

Utviklingene i den moderne fysikken medfører at denne transformasjon er en transformasjon til en ny meningsstruktur, hvor rommet ikke lenger «står ved siden av» eller «inneholder» tingene:

Die Welt wird nicht als ein Ganzes von Körpern „im“ Raume noch als ein Geschehen „in“ der Zeit definiert, sondern sie wird als ein „System von Ereignissen“ (...) genommen: Und in die Bestimmung dieser Ereignisse, in ihr gesetzliche Ordnung, gehen Raum und Zeit als Bedingungen, als wesentliche und notwendige Momente ein. (Cassirer, 1931/2009, s. 173)<sup>124</sup>

I fysikkens rom har vi, som jeg alt var inne på i forrige kapittel, ikke lenger å gjøre med *ting* som faller, kolliderer, eller utgjør byggesteiner, men med en systematisk helhet av romtemporale hendelser og strukturobjekter.

Et spørsmål som blir presserende ved Cassirers svar på romproblemet er hva relasjonen er mellom «objektene» som frembringes i hver av disse symbolske formingene. Er en «oversettelse» mellom ulike symbolske former mulig, eller er forsøk på oversettelse bare opphav til kategorimistak og misforståelse av de enkelte symbolske formenes særegenheter?

### **Inkommensurabilitet og oversettbarhet**

Jürgen Habermas er inne på spørsmålet om oversettbarhet, når han i «Die Befreiende Kraft der symbolischen Formgebung» (1997) identifiserer en spenning mellom inkommensurabilitet og delvis oversettbarhet i Cassirers symbolske formers filosofi. Habermas' finner denne

---

<sup>123</sup> Dette er ikke en deltagelse som fordrer overenstemmelse eller identitet mellom den empiriske anskuelsens ting og matematiske objekter. Vi finner snarere ting-analogier til matematikkens geometriske bestemmelser. Et eksempel Cassirer trekker frem er hvordan studiet av lysets propagering etablerer en fysisk «analogi» til den rene geometriens rette linje (1929/2010, s. 484). Gjennom slike analogiske relasjoner kan fysikken progressivt utvikle sitt romlige målesystem fra «ideelle bestemmelser» i aritmetikk og geometri.

<sup>124</sup> [Verden blir hverken definert som en helhet av legemer «i» rommet eller som en hendelse «i» tiden, den forstås snarere som et «system av hendelser» (...): Og rom og tid inngår som betingelser, som vesentlige og nødvendige momenter i bestemmelsen av disse hendelsene i deres lovmessighet. (Cassirer, 1931/2006, s. 176)]

spenningen som grunn for å lese Cassirer *sivilisasjonsteoretisk*, slik at de symbolske formers filosofi viser menneskets utvikling *til* menneske gjennom en mangfoldig symbolsk frigjøringsprosess.

Jeg har alt vært inne på denne symbolske frigjøringen, og som vi har sett er det er en frigjøring *til* mangfoldighet, fremfor en frigjøring fra «uvitenhetens lenker» eller lignende fornuftssentrerte formuleringer. I vår undersøkelse er det rom for å lese denne symbolske frigjøringsprosessen erkjennelsesteoretisk, fremfor kun sivilisasjonsteoretisk. Dette krever at vi forstår erkjennelse i bredest mulig forstand og benytter et erkjennelsesbegrep som inkluderer all menneskelig forming til mening, snarere enn kun teoretisk erkjennelse. I det brede erkjennelsesbegrepet inngår et mangfold av symbolsk forming i en åpen helhet av menneskelig erfaring. Spørsmålet er da hvordan vi i erkjennelsens pluralitet kan holde på de motstridende betingelsene Habermas fremhever, uten at dette medfører at vi ender opp med det vi kan kalle «de symbolske formers antinomi». En slik antinomi vil bestå av de to (tilsynelatende) gyldige, men gjensidig utelukkende påstandene: (1) Objekter frembrakt i ulike symbolske former er inkommensurable. (2) En symbolske forms objekter kan oversettes til andre symbolske former. For å besvare dette må vi se nærmere på hver del av denne antinomien.

Det er ikke vanskelig å finne eksempler på inkommensurabilitet mellom symbolske former – hvordan en symbolsk frembringelse kan bli uforståelig eller meningsløs innenfor en annen symbolsk form. Vi finner det i hvordan mytisk-religiøse gestalter fremstår som trivielt usanne under fysikkens blikk, da fysikken krever at enhver årsak gir lik effekt og at kausale kapasiteter uttrykkes innenfor en systematisk helhet av funksjonsbegreper. Vi finner det også i hvordan flere grunnleggende aspekter i kvantefysikken, som *uskarphetsrelasjonen* (ekskludering av muligheten for å kjenne for eksempel hastighet og posisjon samtidig) og *entanglement* (hvordan interagerende systemer forblir sammenfiltret og må beskrives som en helhet, selv etter separasjon) nærmest blir mystiske i den empiriske anskuelsens ting-logikk. For et mer konkret eksempel kan se tilbake på virvlene i strømningsfeltet bak cylinderen og elektronene i det kvanteteoretiske feltet fra forrige kapittel. Der så vi at disse fysikkobjektene ikke kan «frigjøres» fra sine relasjoner for å forstås som isolerte entiteter. Dersom de forsøkes trukket ut fra sin meningssammenheng – det matematisk konstruerte vektorfeltet – for å forstås som virvler for seg eller elektroner for seg, i henhold til den empiriske anskuelses tingpersepsjon, mister de sin mening og sin objekt karakter. Denne objekt karakteren er funksjonell og er bundet opp til fysikkens særegne formasjonsprinsipp.

Samtidig som en slik direkte lesning av ulike symbolske formers objekter inn i et annen symbolsk blikk fratrar disse objektene deres meningsfullhet, finner vi en annen form for

manøvrering mellom de symbolske formene. En mulig oppløsning av antinomien forekommer når vi ser på hvordan samtlige symbolske former står i et immanent forhold til erfaringens helhet, og hvordan «inkludering» av nye objekter innenfor den enkelte form ikke består i avbildning eller speiling av et utvendig innhold til noe som passer denne formens formasjonsprinsipp, men en grunnleggende frembringelse og konstruksjon av objekter. Når «oversettelsen» av objekter mellom ulike symbolske blikk medfører en transformasjon, hvor man er innforstått med at det er en *transformasjon til noe annet* fremfor en *lesning av hva som egentlig foreligger*, finner vi en mulighet for delvis oversettelse. I den såkalte symbolske frigjøringen finner vi en frigjøring av erkjennelsen *fra* ensidighet og *til* muligheten til å veksle perspektiv mellom ulike symbolske siktlinjer og blikk. Fremfor en frigjøring fra uvitenhet til fullkommen erkjennelse har vi en frigjøring til et økt rom for frembringelse av mening.<sup>125,126</sup>

### 4.3 Fra vitenskapsteori til vitenskapskritikk

#### Domestisering og remytifisering av naturvitenskapen

En ukritisk overføring av symbolske formers objekter hvor deres meningsfullhet utviskes, er utbredt i den vitenskapsteoretiske litteraturen. En slik overføring, hvor en symbolsk frembringelse leses inn i et annet symbolsk blikk uten at det frembragte objektet selv transformeres til en ny symbolsk «objektsfære», kan sees i sammenheng med to hyppig forekommende misforståelser: vitenskapens *remytifisering* og vitenskapens *domestisering*.

I Ladyman et al. (2007) sin skarpe avvisning av det de omtaler som «nyskolastikken» i analytisk metafysikk, fremheves tendenser til domestisering av den moderne kvantefysikken inn i den klassiske fysikkens språk. Ladyman et al. kritiserer slik domestisering, som de finner eksempler på i hvordan filosofer tar fysikkens verden som bestående av individuelle atomer og elektroner. I en slik domestisert forståelse av kvantemekanikkens partikler opptrer disse partiklene, på lignende vis som klinkekuler eller planeter, i henhold til den newtonske mekanikkens lover. Individuelle partikler går da i bane, kolliderer med andre partikler og svever rundt i tomt rom. Men som Ladyman et al. skriver, «the notion of an electronic *orbit*

---

<sup>125</sup> For et godt eksempel på denne transformasjonen mellom ulike symbolske blikk i Cassirers egne arbeider, se hans eksemplifisering av begrepet *symbolsk pregnans*, hvor han beskriver hvordan en linje på et ark fremtrer innenfor ulike symbolske blikk (1927/2006, s. 57-60; 1929/2010, s. 228-229), og drøftingen av det vi kan betegne som en innskrenking av den symbolske friheten som følge av ulike former for språkafasi (1929/2010, s. 243-328).

<sup>126</sup> Merk at dette ikke er en intellektualistisk frigjøring fra sanselighetens umiddelbare rike til tenkingens frie sfære. Det er snarere, som Cassirer skriver, en gjensidig bestemmelse av det sanselige i det åndelige, og det åndelige i det sanselige (1923/2010, s. 299). Se Schwemmer (2004, s. 13-16) for en rekke utdrag fra Cassirers tekster som støtter denne lesningen.

has about as much relation to the common-sense notion of an orbit as the mathematical notion of compactness has to the everyday notion of compactness, which is to say, hardly any.» (2007, s. 20)

Fra drøftingene i forrige kapittel kan vi gjenkjenne domestisering som Ladyman et al. kritiserer, som en misforståelse som forekommer når vitenskapens relasjon- og strukturobjekter presses inn i ting-kategorien, en misforståelse vi så var utbredt i forståelsen av *både* kvantefysikken og den klassiske fysikkens objekter. I lys av Cassirers symbolske formers filosofi kan vi si at relasjons- og strukturobjektene da løsrives fra sitt symbolske formasjonsprinsipp og forstås uavhengig av sitt opphav og sine betingelser. Dette opphavet, som blant annet fysikkens realisering av det matematiske rommet er en del av, utgjør en betingelse for disse objektenes «væren». Ved en reifisering av fysikkobjektet, ved at det løsrives fra sin meningssammenheng for å forsøkes fremstilt i empirisk anskuelse, mister objektet sin meningsfullhet for menneskelig erkjennelse.

Vi finner en beslektet, men motsatt rettet form for misforståelse når ting- og uttrykksperspeksjonen underlegges og løses opp i den teoretiske erkjennelsens kategorier. Et eksempel på dette har jeg alt har vært inne på: når *du* misforstås som et rent *det*, og det dermed oppstår en uovertredelig grense mellom «mitt sinn» og «andres sinn». I deler av samtidens filosofi og vitenskap finner vi også tendenser til dette når etikk og estetikk reduseres til evolusjonære og nevrologiske bestemmelser. Vi finner også en slik tendens i fysikalismen som misforstår hva fysikken er, som for eksempel den Ladyman et al. (2007, s. 5, 22) kritiserer Trenton Merrick for: I Merricks feilaktige fremstilling av moderne fysikk løser fysikken alle gjenstander opp i elementære atomer, som anses som de eneste *ting* med kausale evner og utstrekning. Merricks misforståelse er ikke bare at han, som Ladyman et. al påpeker, domestiserer kvantefysikken. Ved hjelp av de symbolske formers filosofi kan vi også identifisere hans misforståelse som en remytifisering av naturvitenskapen.

En remytifisering av vitenskapen forekommer når vitenskapen – som oftest fysikken – tas for å ha en eksklusiv tilgang på det som *egentlig er*, og hele domenet av den menneskelige erkjennelse dermed reduseres til denne ene symbolske formen. Som bemerket av Krois er en slik «absolutization of perspectives» en vedvarende mytisk mulighet i kulturen (2004, s. 253). Når denne mytiske muligheten realiseres i vitenskapsteorien finner vi en reduksjon der vitenskapen blir fundamentalistisk, der det *faktiske* reduseres til det *målbare*. Slik myten fremsto som den hele og eneste virkeligheten i begynnelsen av den symbolske frigjøringsprosessen, fremstår da fysikkens verden som den altomfattende virkeligheten – og en ny en innskrenking av den symbolske friheten resulterer.

Forskjellen mellom myten og den remytifiserte fysikken er at vi i myten fant den første begynnelsen på differensiering og adskillelse mellom subjekt og objekt, indre og ytre, og så videre, mens vi i fysikalismens remytifisering av matematiske vitenskaper finner en fullstendig løsrivelse av en absolutt, eksterne verden og en individuell, subjektiv observatør. Distansen mellom subjekt og objekt blir til en substansiell distanse, fremfor en funksjonell avhengighet, når alt rom redusert til geometrisk rom, og når alt liv uttrykkes i kjemiske, biologiske og nevrologiske prosesser som kun kan forstås i henhold til fysikkens objektivitet. Fremfor en frigjøring til et mangfold ender vi opp i en ny ensidighet, og en reversering av den erkjennelses-teoretiske utviklingens tendens.

Når slik reduksjon til ensidighet fremstår som en vedvarende fare i vitenskapsteorien gir det grunnlag for å hevde at vitenskapsteorien også bør beskjeftige seg med *vitenskapskritikk*. Med dette mener jeg at behovet melder seg for en vitenskapsfilosofi som ikke bare begrenser seg til vitenskapens begrepssystem, men som også tar for seg vitenskapens grunnbetingelser og dens sammenhenger med andre kulturelle sfærer og andre symbolske former. Gjennom en slik vitenskapskritikk kan vi både avgrense vitenskapene fra andre former for erkjennelse, og dermed unngå misforståelser som domestisering og remytifisering av vitenskapen, og avgrense de enkelte vitenskapene fra hverandre. Teksten du nå leser kan betraktes som et grunnriss eller et utkast til en vitenskapskritikk. I denne teksten har jeg begrenset meg til én vitenskap, til fysikken. La oss se kort på hvordan denne skiller seg fra andre former for teoretisk erkjennelse.

### **Naturvitenskapenes mangfoldighet og fysikk som symbolsk form**

Ifølge Cassirer har de ulike naturvitenskapene til felles at de å går frem ved et prinsipp hvor det partikulære føres inn i en universell form av lovmessighet og orden (1923/2020, s. 6). Hvordan dette kommer til uttrykk i den enkelte vitenskap, og hvilke formasjoner vi finner i hver av disse, er et spørsmål som ikke kan besvares uten en inngående analyse av hver naturvitenskapelige gren. En mulig fremgangsmåte for en slik utforsking er Marburg-kantianernes transcendentale metode. Det vil si å ta utgangspunkt i de ulike naturvitenskapens faktum som *Fieri* – i naturvitenskapenes historiske utvikling og praksis, i deres måter å stille spørsmål på og deres forutsetninger for å besvare dem – for å avdekke hver enkelt naturvitenskaps særegne form for objekter og objektivitet.

Som jeg har vært inne på opererer imidlertid Marburg-kantianerne med et langt smalere og mer ensidig erkjennelsesbegrep enn det Cassirer gjør i sin sene filosofi. Cassirers åpning av Cohens filosofi fra et filosofisk *system* til et filosofisk *prosjekt* for avdekking av mulige symbolske former og formasjonsprinsipper, kan også vendes mot måten den transcendentale

metoden benyttes for å forstå naturvitenskapene selv. Når de ulike vitenskapelige faktaene skal føres tilbake til sine formasjonsprinsipper, kan vi, ved å ta innover oss innsiktene fra Cassirers symbolske formers filosofi, åpne for at formasjonsprinsippene til de ulike vitenskapene er grunnleggende forskjellige. Vi har dermed ikke lenger å gjøre med en enhetlig teoretisk erkjennelse som utgjør én symbolsk form, men med muligheten for kvalitativt ulike symbolske formasjoner innenfor et differensiert og mangefasettert begrep om teoretisk erkjennelse. Fremfor å betrakte teoretisk erkjennelse som én symbolsk form, kan vi altså forstå den som sammensatt av flere symbolske former.

I den teoretiske erkjennelsen inngår da fysikken som én av flere symbolske former: Fysikken er en symbolsk form, med sitt formasjonsprinsipp og sine særegne objekter, som inngår blant flere andre symbolske former som sammen konstruerer et teoretisk verdensbilde. Det teoretiske verdensbildet er på sin side bare én del av menneskets mangfoldige verdenskonstruksjon. Fysikk er med andre ord én av flere veier til teoretisk erkjennelse, som inngår i en langt større helhet av menneskelig erkjennelse og meningsdannelse.

Vi har sett at fysikkens universelle form av lovmessighet og orden innebærer en konstruksjon av strukturelle objekter i en systematisk enhet av funksjonsbegreper. Dette medførte en forståelse av fysikken som kan betegnes som en strukturell realisme som er muliggjort av dynamiske, transcendentale grunnbetingelser. Med forståelsen av fysikken som symbolsk form kan vi gjenkjenne hvordan fysikkens formasjonsprinsipp er dominert av betydningsfunksjonens konstruksjonsprinsipp – fysikkens objekter konstitueres gjennom realisering av de matematiske funksjonsbegrepenes muligheter i fysikkens systematiske enhet.

Selv om vi nok også i andre naturvitenskaper enn fysikk finner en innordning og konstituering av objekter under ideen om en systematisk enhet, er det ikke nødvendigvis slik at disse andre vitenskapene går frem ved samme formasjonsprinsipp som fysikken. Fysikken står i fare for å bli fundamentalistisk, for å remytifiseres, hvis en hevder at all naturvitenskap kan reduseres til fysikk eller til fysikkens formasjonsprinsipp. I stedet for å anta fysikken som primær vitenskap, og dermed underlegge kjemi, biologi, og så videre fysikkens formasjonsprinsipp, er det formålstjenlig å være åpen for andre sammenhenger og adskillelser mellom naturvitenskapene. Det kan for eksempel hende at fremstillingsfunksjonen og tingpersepsjonen spiller en langt større rolle i andre naturvitenskaper enn de gjør i fysikk. Det er til og med mulig at uttrykksfenomener kan lede til spørsmål innenfor enkelte naturvitenskaper, spørsmål som ikke kan besvares ved å underlegges betydningsfunksjonens konstruksjonsprinsipp. Hvorvidt dette er tilfelle kan først besvares med analyser av de enkelte vitenskapene – en analyse som ligger utenfor denne teksten rekkevidde.

I den grad vi kan snakke om en enhet i naturvitenskapene er det trolig som Cassirer bemerker: et *krav om funksjonell enhet* hvor de mangfoldige kunnskapsretningene begripes i ett system hvor de komplementerer hverandre (1923/2020, s. 6). Dette er en enhet som ikke krever homogenitet i delene den består av, bare i prinsippet som samler dem (se Cassirer, 1944/2021, s. 222-223). Dette kravet kan forstås i lys av generaliseringen av fysikkens naturbegrep, det vil si hvor bedømmelse av naturen skjer under forutsetningen om at naturen stemmer overens med våre teoretiske bedømmelsesevner – i den forstand at den ikke opptrer i uendelig heterogenitet, men at den snarere *kan* begripes (se ovenfor, side 65ff). Prinsippet som samler naturvitenskapene kan altså være forutsetningen om at naturen fremstår tilstrekkelig homogen til at naturvitenskapene kan lykkes med å knytte årsak til virkning for ethvert objekt som konstitueres under deres blikk, og dermed kan lykkes med å forstå naturens prosesser.

Ved å åpne for at objektene og årsakskjedene i ulike naturvitenskaper kan inngå i ulike symbolske former, åpner vi for at forklaringsmodellene til de ulike naturvitenskapene kan være kvalitativt ulike.<sup>127</sup> Dette kan ved første øyekast se ut som en begrensning av nedslagsfeltet til fysikkens konklusjoner (ved at man unngår å forstå fysikken som absolutt). Samtidig er det en åpning av rekkevidden til naturvitenskapenes undersøkelse, ved at ikke vitenskapene reduseres til en ensidig forklaring av fenomenene som samles under deres naturbegrep. I manøvreringen mellom naturvitenskapenes objekter og i samlingen av teoretisk erkjennelse for å danne et teoretisk verdensbilde, må det utvises varsomhet for å unngå å viske ut hver særegne vitenskaps mening for å unngå den reduksjonen av vitenskapens objekter som domestisering og remytifisering av de ulike symbolske frembringelsene medfører.

#### 4.4 Avsluttende bemerkninger

The scientist cannot attain his end without strict obedience to the facts of nature. But this obedience is not passive submission. The work of all the great natural scientists – of Galileo and Newton, of Maxwell and Helmholtz, of Planck and Einstein – was not mere fact collecting; it was theoretical, and that means constructive, work. This spontaneity and productivity is the very center of all human activities. It is man's highest power and it designates at the same time the natural boundary of our human world. In language, in religion, in art, in science, man can do no more than to build up his own universe – a symbolic universe that enables him to understand and interpret, to articulate and organize, to synthesize and universalize his human experience. (Cassirer, 1944/2021, s. 220-221)

Som jeg bemerket innledningsvis har jeg i denne masteroppgaven ønsket fremheve Cassirers vitenskapsteori og kulturfilosofi som en fruktbar måte å utforske fysikkens erfaringsmåte og

---

<sup>127</sup> For en drøfting av kausalitet i fysikken, i et perspektiv som lener seg mot pluralisme fremfor enhet i naturvitenskapene, se Cartwright (1983, 1999).

fysikkens plass i menneskets mangfoldige verden av mening og erkjennelse. Flere av poengene jeg har tatt for meg oppsummeres i sitatet på forrige side, hentet fra Cassirers *An Essay on Man*. Som Cassirer poengterer her mottar ikke fysikeren fakta passivt fra naturen. Det er snarere snakk om en aktiv konstruering av fysikkens system gjennom en produktivitet som fysikkens erkjennelsesmåte deler med andre måter mennesker konstruerer sitt symbolske univers. Gjennom å følge Cassirers perspektiv på fysikk og erkjennelse, har jeg fremhevet hvordan produktiviteten som ligger til grunn for menneskets erfaring og verdenskonstruksjon kommer til uttrykk i moderne fysikk. Jeg har også sett på hvordan vi ved å være lydhøre for de konstruktive og syntetiserende aspektene ved fysikken kan forstå fysikken bedre, og oppklare misforståelser om hvordan vi skal forstå fysikkens objekter og fysikkens objektivitet.

Innledningsvis bemerket jeg tre mangler i faglitteraturen. De to første manglene var knyttet til misvisende Cassirer-lesninger i litteraturen om strukturell realisme og manglende møtepunkt mellom kommentarlitteraturen om Cassirer og moderne vitenskapsteori. Disse manglene motiverte utforskningen i kapittel tre. Ved å drøfte Cassirers Marburg-kantianske vitenskap- og erkjennelsesteori opp mot den strukturelle realismen og opp mot Friedmans fremstilling av Cassirer – og ved hjelp av noen eksempler fra fysikken – fant vi at Cassirers vitenskapsteori åpner for en strukturell forståelse av moderne fysikk. En slik forståelse forutsatte at rekonseptualiseringen av fysikkens objekter – som French og Ladyman kaller det – gikk hånd i hånd med en rekonseptualisering av forståelsen av hva fysikken er. Med Cassirers begrepsapparat kalte jeg dette en overgang fra en substansorientert til en funksjonsorientert epistemologi. Gjennom en slik overgang forlot vi bildet på fysikkobjektet som noe foreliggende, noe eksternt som er gitt og som skal avbildes i fysikken. Dette bildet ble erstattet av en forståelse av fysikkobjekter hvor objektene er noe som blir til, eller fremtrer, ved at de progressivt utfolder seg i fysikkens system, gjennom fysikkens matematiske måte å frembringe objekter under ideen om systematisk enhet. Resultatet var en forståelse av fysikkens objektivitet som ikke-absolutt, det vil si en objektivitet som ikke legger krav på Sannhet med stor S, men som stadig utvider sin rekkevidde og bedømmer sine tidligere og samtidige konstruksjoner i lys av sine nye, beste teorier.

På lignende måte som Cassirer viderefører Marburgerskolens undersøkelser til områder som lå utenfor Cohens rekkevidde, videreførte vi i dette siste kapittelet vår undersøkelse av fysikken til andre former for erkjennelse. På denne måten har jeg forsøkt å imøtekomme den tredje mangelen jeg identifiserte i faglitteraturen, ved å forstå Cassirers vitenskapsteori gjennom hans kulturfilosofi – altså gjennom de symbolske formers filosofi. Ved å forstå fysikken som én av flere symbolske former kan vi nå se at rekkevidden av fysikkens



undersøkelser først kan forstås på bakgrunn av en bredere drøfting av fysikken opp mot andre historisk-kulturelle former for erkjennelse og verdenskonstruksjon. Vi kan dermed se at fysikkens asymptotiske grense – det hypotetiske enhetspunktet hvor all natur er kvantifisert og tenkningsprosessen avsluttes – ikke er den eneste grensen for fysikkens objektivitet. Selv ved denne asymptotiske grensen ville en rekke spørsmål og en rekke svar stå utenfor fysikkens sfære – spørsmål og svar som er knyttet til uttrykks- og fremstillingsfunksjonens sfærer.

Ved hjelp av drøftingen i dette kapitlet kan vi nå returnere til spørsmålet om den strukturelle realismen fra forrige kapittel. Der avsluttet jeg med en redefinering av den strukturelle realismen i kantianske termer: Vi så at Cassirers vitenskapsteori kan regnes som en form for strukturell realisme som finner sine mulighetsbetingelser i et dynamisk, kontinuerlig utviklet, transcendentalt grunnlag. Med begrepene domestisering og remytifisering av vitenskapen, som jeg har forstått gjennom Cassirers symbolske formers filosofi, kan vi nå se tydeligere hvordan Cassirers form for strukturalisme skiller seg fra Worralls og French og Ladymans perspektiver.

I Worralls epistemiske strukturelle realisme finner vi et manglende grunnlag og en higen etter en ting-i-seg som forblir skjult for fysikkens erkjennelse. Vi kan gjenkjenne at denne måten å holde på noen underliggende tinglige entiteter – som fysikken kun kan kjenne de strukturelle relasjonene mellom – er en domestisering av fysikkens grunnlag til et grunnlag som passer ting-logikkens kategorier. Gjennom denne domestiseringen pakkes kvante-fysikkens begreper og objekter inn som et overbygg over de substansielle entitetene som skal utgjøre den «eksterne verdens» grunnivå. Dette medfører, som vi alt har sett, en løsriving av fysikkens funksjonsbegreper fra sine formasjonsprinsipp. Vi står igjen med matematiske modeller som skal gjelde for en verden som de har blitt fullstendig løst fra.

I French og Ladymans ontiske strukturelle realisme postuleres strukturen som et grunnlag som utgjør den «eksterne verdens» virkelige konstitusjon. Dette postulatet utgjør ikke en fordring om enhet av fysikkens strukturobjekter og fysikkens fenomener, men heller en påstand om at verden egentlig er struktur. Denne påstanden begrunnes med kjennskap til den moderne fysikkens strukturobjekter. French og Ladymans fysikkforståelse, hvor fysikkens objekter er frigjort fra ting-logikken, ligger nærmere fysikkobjektene slik jeg har beskrevet dem enn det Worralls beskrivelse gjør. Likevel kan vi ikke følge French og Ladyman til deres radikale konklusjon. Å slutte at verden er struktur basert på fysikkobjektene strukturkarakter medfører nemlig en remytifisering av fysikken. Her gjøres fysikkens erfaring og objekter til den erfaring som alle andre objektsfærer må avledes fra. Fysikken får eksklusiv tilgang på den grunnleggende strukturen, og blir den eneste formen for erkjennelse som kan hevde sin sannhet.

Med Cassirer kan vi forstå fysikken som en kvantifisering av naturen til strukturobjekter og strukturfenomener, uten at denne strukturen utgjør hverken et overbygg som er relativt til de underliggende tingene-i-seg eller en absolutt struktur til en «ekstern verden». Som strukturobjekter og strukturfenomener konstitueres naturen til det som kan betegnes som en empirisk reell strukturalisme gjennom en erfaringsmåte som forlater uttrykksfenomener og fremstillingskarakter til fordel for ren betydning i et system av relasjonsbegreper. Dette medfører en objektkonstruksjon immanent til fysikkens naturbegrep og til fysikkens forutsetning om enhet. Og både fordi fysikken ikke kan fullføre kvantifiseringen av naturen i henhold til sitt eget naturbegrep og fordi fysikken inngår som én del i den mangfoldige symbolske konstruksjonen av vår virkelighet, kan den aldri legge krav på en absolutt objektivitet.

Som symbolsk form er fysikken én av flere måter å konstruere forbindelser på *i* en verden og *til* en verden. Tross sine kvalitativt ulike formasjonsprinsipper og objekter, inngår de symbolske formene i konstruksjonen av én og samme intersubjektive virkelighet. I denne virkeligheten kan ikke mennesket tre ut av sitt symbolske univers for å betrakte det utenifra. Vi har ikke et «view from nowhere» eller «God's eye view», hvor å finne ut hvordan verden egentlig er foreligger som målet for all erkjennelse. I fysikken som i biologien, i biologien som i kunsten, i kunsten som i hverdagsspråket, struktureres verden *til* en meningsfull, objektiv virkelighet.

Da de inngår i én og samme virkelighet er de symbolske konstruksjonene aldri fullstendig fremmede for hverandre. Selv om misforståelser forekommer når symbolsk frembrakte objekter leses under andre symbolske blikk – uavhengig av sitt formasjonsprinsipp og opphav – finner vi også en produktiv forståelse av andre symbolske frembringelser ved transformasjon til en ny objekt- og meningssfære. En slik transformasjon er mulig ettersom alle objektene – selv de mest desentrerte perspektiver som vi finner i den moderne fysikken – er immanente til menneskets erfaringshelhet. Slik vedblir det antroposentriske elementer, selv i de anti-antropomorfe matematiske vitenskapene. Alle transformasjonene mellom symbolske former kan derfor forstås som transformasjoner fra det menneskelige og til det menneskelige. Mennesket utgjør både *genesen* til det symbolske universet og det symbolske universets *grense*. Men i likhet med de a priori betingelsene som ligger til grunn for fysikkens erfaring er menneskets grense dynamisk, og denne grensen forskyves i takt med menneskets stadige utfoldelse i nye symbolske konstruksjoner.

Dette bringer oss tilbake til noe av utgangspunktet for denne masteroppgaven. Som jeg var inne på innledningsvis fremhever Friedman Cassirers filosofi som en mellomposisjon

mellom den logiske positivismen og den eksistensielle fenomenologien som vokste frem i Cassirers samtid. Der positivistene omfavnet vitenskapen som den høyeste formen for erkjennelse ble enkelte aspekter fra Heideggers filosofi tatt til inntekt for å avvise fysikkens relevans for menneskets selvforståelse. I lys av drøftingene av Cassirers kulturfilosofi kan vi returnere til dette punktet med innsikt i hvordan begrensningen av fysikkerkjennelsens rekkevidde ikke må forstås som en begrensning av fysikkens betydning. Med Cassirer kan vi avvise positivistenes ensidige omfavning av fysikken og deres reduksjon av meningsdimensjonen som er knyttet til andre symbolske former. Likefullt kan vi avvise innstillinger til vitenskapen hvor fysikk og andre naturvitenskaper fortrenses fra det meningsfulles sfære.

Med Cassirer kan vi si at menneskets utfoldelse og menneskets verden må forstås på bakgrunn av alle dets konstruksjoner, og at alle symbolske formers formasjonsprinsipper fremviser et produktivt aspekt ved det handlende mennesket. Ikke bare kunsten, men også vitenskapen og andre symbolske former forskyver grensen for hva mennesket er og hva mennesket kan bli. Dersom fysikken gjøres absolutt og til den eneste dommer over sannheter om en gitt, ekstern verden, mister imidlertid fysikken sitt uttrykk for menneskets spontanitet og produktivitet. Den gjøres da til samler av og dommer over eksterne fakta, og mister med det sitt sentrale, konstruktive aspekt – og vi kan gi vår tilslutning til at fysikken ikke har betydning for menneskets selvforståelse. I denne teksten har jeg argumentert mot en slik forståelse av fysikk. Som Cassirer uttrykker i sitatet fra *An Essay on Man* finner vi en spontanitet og produktivitet i alle menneskets handlinger og i alle måter mennesket konstruktivt symboliserer universet og syntetiserer den menneskelige erfaring. Ved å forstå fysikken som symbolsk form blir det altså klart at fysikken inngår som én av flere meningsfulle deler av vår væren og vår verden.

# Bibliografi

- Aarnes, Jørgen Røysland. (2020). *Fysikkens estetikk – om skjønnhet og estetisk velbehag i matematisk fysikk* [Bacheloroppgave]. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Allison, Henry E. (1983). *Kant's Transcendental Idealism*. Yale University Press.
- Allison, Henry E. (2004). *Kant's Transcendental Idealism: An Interpretation and Defense; Revised and Enlarged Edition*. Yale University Press.
- Bernet, Rudolf. (2009). The hermeneutics of perception in Cassirer, Heidegger, and Husserl. I R. A. L. Makreel, Sebastian (Red.), *Neo-Kantianism in Contemporary Philosophy* (s. 41-58). Indiana University Press.
- Biagioli, Francesca. (2016). *Space, number, and geometry from Helmholtz to Cassirer*. Springer.
- Biagioli, Francesca. (2020). Ernst Cassirer's transcendental account of mathematical reasoning. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 79, 30-40.
- Bourget, David & Chalmers, David J. (2021). Philosophers on Philosophy: The 2020 PhilPapers Survey. <https://survey2020.philpeople.org/>
- Cartwright, Nancy. (1983). *How the laws of physics lie*. Oxford University Press.
- Cartwright, Nancy. (1999). *The dappled world: A study of the boundaries of science*. Cambridge University Press.
- Cassirer, Ernst. (1907). Kant und die moderne Mathematik. (Mit Bezug auf Bertrand Russells und Louis Couturats Werke über die Prinzipien der Mathematik.). *Kant-Studien*, 12, 1-49.
- Cassirer, Ernst. (1910). *Substanzbegriff und Funktionsbegriff*. Verlag von Bruno Cassirer.
- Cassirer, Ernst. (1923). Einstein's theory of relativity. I *Substance and function and Einstein's theory of relativity* (s. 347-460). The Open Court Publishing Company. (Opprinnelig utgitt 1921)
- Cassirer, Ernst. (1923). Substance and function. I *Substance and function and Einstein's theory of relativity* (s. 1-346). The Open Court Publishing Company. (Opprinnelig utgitt 1910)
- Cassirer, Ernst. (1946). *The myth of the state*. Yale University Press.
- Cassirer, Ernst. (1956). *Determinism and Indeterminism in Modern Physics* (O. T. Benfey, Overs.). Yale University Press. (Opprinnelig utgitt 1936)
- Cassirer, Ernst. (1971). Goethe und die mathematische Physik. Eine erkenntnistheoretische Betrachtung *Idee und Gestalt: Goethe, Schiller, Hölderlin, Kleist* (s. 33-80). Wissenschaftliche Buchgesellschaft. (Opprinnelig utgitt 1921)
- Cassirer, Ernst. (1980). Determinismus und Indeterminismus in der modernen Physik. I *Zur Modernen Physik* (s. 127-397). Wissenschaftliche Buchgesellschaft. (Opprinnelig utgitt 1936)
- Cassirer, Ernst. (1980). Zur Einsteinschen Relativitätstheorie. I *Zur Modernen Physik* (s. 1-125). Wissenschaftliche Buchgesellschaft. (Opprinnelig utgitt 1921)
- Cassirer, Ernst. (1994). *Kulturvitenskapenes logikk: fem studier* (Å. Birkeland & D. Østerberg, Overs.). Pax. (Opprinnelig utgitt 1942)
- Cassirer, Ernst. (1995). *Das Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der neueren Zeit* (Bd. Bd. 1). Yale University Press. (Opprinnelig utgitt 1906)
- Cassirer, Ernst. (2004). „Geist“ und „Leben“ in der Philosophie der Gegenwart. I *Gesammelte Werke: Aufsätze und kleine Schriften (1927-1931)* (Hamburger utg., Bd. 17., s. 185-205). Felix Meiner Verlag.

- Cassirer, Ernst. (2006). "Ånd" og "liv" i samtidens filosofi (I. Folkevord, Overs.). I I. Folkevord & A. S. Hoel (Red.), *Form og Teknikk. Utvalgte tekster* (s. 143-169). Cappelen forlag. (Opprinnelig utgitt 1930)
- Cassirer, Ernst. (2006). Mytisk, estetisk og teoretisk rom (I. Folkevord, Overs.). I I. Folkevord & A. S. Hoel (Red.), *Form og Teknikk. Utvalgte tekster* (s. 170-189). Cappelen forlag. (Opprinnelig utgitt 1931)
- Cassirer, Ernst. (2006). Symbolproblemet og dets plass i filosofiens system (I. Folkevord, Overs.). I I. Folkevord & A. S. Hoel (Red.), *Form og Teknikk. Utvalgte tekster* (s. 52-73). Cappelen forlag. (Opprinnelig utgitt 1927)
- Cassirer, Ernst. (2009). Mythischer, ästhetischer und theoretischer Raum. I *Schriften zur Philosophie der symbolischen Formen* (s. 169-190). Felix Meiner Verlag. (Opprinnelig utgitt 1931)
- Cassirer, Ernst. (2010). *Philosophie der symbolischen Formen - Dritter Teil: Phänomenologie der Erkenntnis* (Bd. 609). Felix Meiner Verlag. (Opprinnelig utgitt 1929)
- Cassirer, Ernst. (2010). *Philosophie der symbolischen Formen - Erster Teil: Die Sprache* (Bd. 607). Felix Meiner Verlag. (Opprinnelig utgitt 1923)
- Cassirer, Ernst. (2010). *Philosophie der symbolischen Formen - Zweiter Teil: Das mythische Denken* (Bd. 608). Felix Meiner Verlag. (Opprinnelig utgitt 1925)
- Cassirer, Ernst. (2020). *The Philosophy of Symbolic Forms, Volume 1: Language* (S. G. Lofts, Overs.). Routledge. (Opprinnelig utgitt 1923)
- Cassirer, Ernst. (2020). *The Philosophy of Symbolic Forms, Volume 2: Mythical thinking* (S. G. Lofts, Overs.). Routledge. (Opprinnelig utgitt 1925)
- Cassirer, Ernst. (2020). *The Philosophy of Symbolic Forms, Volume 3: Phenomenology of Cognition* (S. G. Lofts, Overs.). Routledge. (Opprinnelig utgitt 1929)
- Cassirer, Ernst. (2021). *An essay on man*. Yale University Press. (Opprinnelig utgitt 1944)
- Cohen, Hermann. (1885). *Kants Theorie der Erfahrung* (2. utg.). Ferd. Dümmler.
- Cohen, Hermann. (2015). Introduction to *Principle of the Infinitesimal Method and its History* (D. P. Hyder, Lydia, Overs.). I S. Luft (Red.), *The Neo-Kantian Reader* (s. 101-106). Routledge. (Opprinnelig utgitt 1883)
- Dicken, Paul. (2016). *A critical introduction to scientific realism*. Bloomsbury Publishing.
- Eckes, Christophe. (2018). Weyl's philosophy of physics: From apriorism to holism (1918-1927). *Philosophia Scientiæ. Travaux d'histoire et de philosophie des sciences*, (22-2), 163-184.
- Everett, Jonathan. (2015). The constitutive a priori and the distinction between mathematical and physical possibility. *Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 52, 139-152.
- Ferrari, Massimo. (2010). Is Cassirer a neo-Kantian methodologically speaking? I R. A. Makkreel & S. Luft (Red.), *Neo-Kantianism in Contemporary Philosophy* (s. 293-314).
- Ferrari, Massimo. (2012). Between Cassirer and Kuhn. Some remarks on Friedman's relativized a priori. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 43(1), 18-26.
- Ferrari, Massimo. (2015). Cassirer and the philosophy of science. I N. d. S. Warren, Andrea (Red.), *New Approaches to Neo-Kantianism* (s. 261-284). Cambridge University Press.
- Finke, Ståle R. S. (2016). The Imagination of Cultural Modernity: Heidegger and Cassirer in Davos. I K. K. Mikalsen, E. Skjei & A. Øfsti (Red.), *Modernity - Unity in Diversity* (Bd. 479-503). Novus.
- Folkevord, Ingvald. (2006). Oversettelses forord. I I. Folkevord & A. S. Hoel (Red.), *Form og Teknikk. Utvalgte tekster* (s. 47-51). Cappelen forlag.
- French, Steven & Ladyman, James. (2003). Remodelling structural realism: Quantum physics and the metaphysics of structure. *Synthese*, 136(1), 31-56.

- Friedman, Michael. (2000). *A parting of the ways: Carnap, Cassirer, and Heidegger*. Open Court.
- Friedman, Michael. (2001). *Dynamics of reason*. CSLI Publications.
- Friedman, Michael. (2005a). Ernst Cassirer and contemporary philosophy of science. *ANGELAKI journal of the theoretical humanities*, 10(1), 119-128.
- Friedman, Michael. (2005b). Ernst Cassirer and the Philosophy of Science. I G. Cutting (Red.), *Continental Philosophy of Science* (s. 71-83). Blackwell Publishing.
- Friedman, Michael. (2008). Ernst Cassirer and Thomas Kuhn: The neo-Kantian tradition in history and philosophy of science. *The Philosophical forum*, 39(2), 239-252.
- Friedman, Michael. (2012). Reconsidering the dynamics of reason: Response to Ferrari, Mormann, Nordmann, and Uebel. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 43(1), 47-53.
- Gilje, Nils. (2013). Myten som symbolsk form: Kontroversen mellom Cassirer og Heidegger. I L. P. S. Torjussen & H. Berdinesen (Red.), *Cassirer og Heidegger i Davos* (s. 282-303). Dreyers forlag.
- Gordon, Peter Eli. (2010). *Continental divide: Heidegger, Cassirer, Davos*. Harvard University Press.
- Gower, Barry. (2000). Cassirer, Schlick and 'structural' realism: The philosophy of the exact sciences in the background to early logical empiricism. *British Journal for the History of Philosophy*, 8(1), 71-106.
- Guyer, Paul & Wood, Allen. (1998). *Introduction to the Critique of pure reason*. I *Critique of Pure Reason* (s. 1-80). Cambridge University Press.
- Habermas, Jürgen. (1997). Die befreiende Kraft der symbolischen Formgebung. Ernst Cassirers humanistisches Erbe und die Bibliothek Warburg. I D. Frede & R. Schmücker (Red.), *Ernst Cassirers Werk und Wirkung. Kultur und Philosophie* (s. 79-104). Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Hahn, Hans, Neurath, Otto & Carnap, Rudolf. (1973). The scientific conception of the world: The Vienna Circle. I M. Neurath & R. S. Cohen (Red.), (s. 299-318). Ride Publishing Company. (Opprinnelig utgitt 1929)
- Hamlin, Cyrus & Krois, John Michael. (2004). Introduction. I C. Hamlin & J. M. Krois (Red.), *Symbolic forms and cultural studies: Ernst Cassirer's theory of culture* (s. xi-xxviii). Yale University Press.
- Hawking, Stephen. (1999). *Does God play dice?* Hentet 14.03.2022 fra <https://www.hawking.org.uk/in-words/lectures/does-god-play-dice>
- Heidegger, Martin. (2002). *Gesamtausgabe / Martin Heidegger: Abt. 1: Veröffentlichte Schriften 1910-1976. Band 8. Was heißt denken?* Vittorio Klostermann. (Opprinnelig utgitt 1951)
- Heis, Jeremy. (2014a). Ernst Cassirer's Substanzbegriff und Funktionsbegriff. *HOPOS: The Journal of the International Society for the History of Philosophy of Science*, 4(2), 241-270.
- Heis, Jeremy. (2014b). Realism, functions, and the a priori: Ernst Cassirer's philosophy of science. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 48, 10-19.
- Heis, Jeremy. (2015). Arithmetic and Number in the Philosophy of Symbolic Forms. I J. T. Friedman & S. Luft (Red.), *The Philosophy of Ernst Cassirer. A Novel Assessment* (s. 123-140). De Gruyter.
- Heis, Jeremy. (2018). Neo-Kantianism. I E. N. Zalta (Red.). *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Sommer 2018 utg). <https://plato.stanford.edu/archives/sum2018/entries/neo-kantianism/>

- Heis, Jeremy. (2020). "If Numbers Are to Be Anything At All, They Must Be Intrinsically Something": Bertrand Russell and Mathematical Structuralism. I *The Prehistory of Mathematical Structuralism* (s. 303-328). Oxford Scholarship.
- Heraklit. (overs. 2019). Fragmenter (G. O. Green, Overs.). I J. H. Sværen (Red.), *Den Engelske kanal*. Kolon forlag.
- Ivanova, Milena. (2015). Conventionalism, structuralism and neo-Kantianism in Poincaré's philosophy of science. *Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 52, 114-122.
- Kant, Immanuel. (1974). Erste Fassung der Einleitung in die Kritik der Urteilskraft. I *Kritik der Urteilskraft* (s. 9-68). Suhrkamp. (Opprinnelig utgitt 1790)
- Kant, Immanuel. (2004). *Prolegomena to Any Future Metaphysics* (G. Hatfield, Overs.). Cambridge University Press. (Opprinnelig utgitt 1783)
- Kant, Immanuel. (2009). *Kritikk av den rene fornuft* (S. Mathisen, C. Serck-Hanssen & Ø. Skar, Overs.). Pax. (Opprinnelig utgitt 1781)
- Krois, John Michael. (1987). *Cassirer, symbolic forms and history*. Yale University Press.
- Krois, John Michael. (2004). Why Did Cassirer and Heidegger Not Debate. I J. M. Krois (Red.), *Symbolic forms and cultural studies: Ernst Cassirer's theory of culture* (s. 244-262). Yale University Press.
- Kuhn, Thomas S. (2012). *The structure of scientific revolutions*. University of Chicago Press. (Opprinnelig utgitt 1962)
- Ladyman, James. (1998). What is structural realism? *Studies in history and philosophy of science. Part A*, 29(3), 409-424.
- Ladyman, James. (2020). Structural realism. I E. N. Zalta (Red.), 2020. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Vinter 2020 utg.). <https://plato.stanford.edu/archives/win2020/entries/structural-realism/>
- Ladyman, James, Ross, Don, Spurrett, David & Collier, John. (2007). *Every thing must go: Metaphysics naturalized*. OUP Oxford.
- Laudan, Larry. (1981). A confutation of convergent realism. *Philosophy of science*, 48(1), 19-49.
- Liebmann, Otto. (2015). Kants Chief Doctrines and his Chief Mistakes, fra *Kant and the Epigones* IS. Luft (Red.), *The Neo-Kantian Reader* (s. 40-62). Routledge. (Opprinnelig utgitt 1865)
- Liston, Michael. (u.å.). Scientific Realism and Antirealism. Hentet 26.11.21, fra <https://iep.utm.edu/sci-real/>
- Longuenesse, Béatrice. (1998). *Kant and the Capacity to Judge: Sensibility and Discursivity in the Transcendental Analytic of the Critique of Pure Reason* (C. T. Wolfe, Overs.). Princeton University Press.
- Longuenesse, Béatrice. (2005). *Kant on the human standpoint*. Cambridge University Press.
- Luft, Sebastian. (2009). The philosophy of the Marburg School: from the critique of scientific cognition to the philosophy of culture. I N. de Warren & A. Staiti (Red.), *New Approaches to Neo-Kantianism* (s. 221-239). Cambridge University Press.
- Meland, Ingmar. (2011). *Meaning, Reason and Freedom—an Inquiry into the Philosophical Motives for the Rehabilitation of Ernst Cassirer's Philosophy* [Doktorgrad]. Universitetet i Bergen.
- Mormann, Thomas. (2008). Idealization in Cassirer's philosophy of mathematics. *Philosophia Mathematica*, 16(2), 151-181.
- Mormann, Thomas. (2012). A place for pragmatism in the dynamics of reason? *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 43(1), 27-37.
- Natorp, Paul. (1912). Kant und die Marburger Schule. *Kant-Studien*, 17(1-3), 193-221.
- Natorp, Paul. (1997). Kant og Marburgerskolen. *Agora*, 2, 37-45. (Opprinnelig utgitt 1912)

- Natorp, Paul. (2015). The Problem of a logic of the Exact Sciences, fra *The Logical Foundations of the Exact Sciences*. I S. Luft (Red.), *The Neo-Kantian Reader* (s. 198-213). Routledge. (Opprinnelig utgitt 1921)
- Oberdan, Thomas. (2014). Russell's Principles of Mathematics and the Revolution in Marburg Neo-Kantianism. *Perspectives on Science*, 22(4), 523-544.
- Østerberg, Dag. (2011). *Kritisk situasjonsfilosofi*. Gyldendal.
- Patton, Lydia. (2005). The critical philosophy renewed: The bridge between Hermann Cohen's early work on Kant and later philosophy of science. *ANGELAKI journal of the theoretical humanities*, 10(1), 109-118.
- Pedersen, Esther Oluffa. (2013). Cassirers mytefilosofi - en utvidelse av den kritiske filosofiens sfære. I L. P. S. Torjussen & H. Berdinesen (Red.), *Cassirer og Heidegger i Davos* (s. 267-281). Dreyers forlag.
- Planck, Max. (1906). Das Prinzip der Relativität und die Grundgleichungen der Mechanik. *Verhandlungen Deutsche Physikalische Gesellschaft*, 8, 136-141.
- Planck, Max. (1907). Zur Dynamik bewegter Systeme. I *Sitzungsberichte der Königlich-Preussischen Akademie der Wissenschaften* (Bd. Erster Halbband, s. 542-570). Verlag der Königlich-Akademie der Wissenschaften.
- Poincaré, Henri. (1905). *Science and hypothesis* (W. J. Greenstreet, Overs.). Walter Scott Publishing Company. (Opprinnelig utgitt 1902)
- Reck, Erich H. (2020). Cassirer's Reception of Dedekind and the Structuralist Transformation of Mathematics. I *The Prehistory of Mathematical Structuralism* (s. 329-351). Oxford Scholarship.
- Rohlf, Michael. (2020). Immanuel Kant. I E. N. Zalta (Red.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Høst 2020 utg.). <https://plato.stanford.edu/archives/fall2020/entries/kant/>
- Ross, Don, Ladyman, James & Collier, John. (2007). Rainforest Realism and the Unity of Science. I *Every thing must go: Metaphysics naturalized* (s. 190-257). OUP Oxford.
- Ryckman, Thomas. (2005). *The reign of relativity: philosophy in physics 1915-1925*. Oxford university press.
- Schwemmer, Oswald. (2004). The Variety of Symbolic Worlds and the Unity of Mind. I C. Hamlin & J. M. Krois (Red.), *Symbolic forms and cultural studies: Ernst Cassirer's theory of culture* (s. 3-18). Yale University Press.
- Skidelsky, Edward. (2008). *Ernst Cassirer: The last philosopher of culture*. Princeton University Press.
- Torjussen, Lars Petter Storm & Berdinesen, Hein (Red.). (2013a). *Cassirer og Heidegger i Davos*. Dreyers forlag.
- Torjussen, Lars Petter Storm & Berdinesen, Hein. (2013b). Innledning. I *Cassirer og Heidegger i Davos* (s. 9-23). Dreyers forlag.
- Van Fraassen, Bas C. (1980). *The scientific image*. Oxford University Press.
- Van Fraassen, Bas C. (2006). Structure: Its Shadow and Substance. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 57(2), 275-307.
- Veal, Damian. (2005). Editorial Introduction: Continental philosophy and the sciences. *ANGELAKI journal of the theoretical humanities*, 10(1), 1-31.
- Verene, Donald Phillip. (1969). Kant, Hegel, and Cassirer: the origins of the philosophy of symbolic forms. *Journal of the History of Ideas*, 30(1), 33-46.
- Verene, Donald Phillip. (2004). Cassirer's Concept of Philosophy of Human Culture. I C. Hamlin & J. M. Krois (Red.), *Symbolic forms and cultural studies: Ernst Cassirer's theory of culture* (s. 19-27). Yale University Press.
- Williamson, Charles HK. (1996). Vortex dynamics in the cylinder wake. *Annual review of fluid mechanics*, 28(1), 477-539.



- Worrall, John. (1989). Structural realism: The best of both worlds? *Dialectica*, 43(1-2), 99-124.
- Worrall, John. (2007). Miracles and Models: Why reports of the death of Structural Realism may be exaggerated. *Roy. Inst. Philos. Suppl*, 61(61), 125-154.
- Zeidler, Kurt Walter. (2014). Begriff und 'Faktum' der Wissenschaft. I C. Krijnen & K. W. Zeidler (Red.), *Wissenschaftsphilosophie im Neukantianismus. Ansätze–Kontroversen–Wirkungen* (s. 85-116). Königshausen & Neumann.

