”Fysikaliska teorier som implicita definitioner”
s. 119–37 i:

Från Skaradjäkne till Uppsalaprofessor: Festskrift till Lars-Göran Johansson
(Uppsala Philosophical Studies 60 – 2017)

Innehållsförteckning

Fysikaliska teorier som implicita definitioner

Ingvar Johansson
Umeå universitet

1 Uppsatsens bakgrund[1]

Idén att skriva en uppsats av det slag som nu föreligger fick jag när jag lyssnade på Lars-Göran Johanssons tankeväckande föredrag på Filosofidagarna 2015 i Linköping. Rubriken på föredraget var ”Induktion och naturlagar”, och i sitt abstrakt hade han skrivit (notera kursiveringen):

> Det avgörande momentet i lyckosamma induktiva generaliseringar är när man lyckats konstruera ett nytt begrepp för att kunna formulera ett generellt samband. Och detta generella samband, *som på en gång fungerar som implicit definition av ett nytt begrepp, och en empiriskt grundad generalisering* är det som vi [vetenskapsfilosofer] sedan kallar en naturlag. (Johansson, L-G 2015)

I föreläsningen hävdade LGJ så att begreppet om kraft i Newtons mekanik ska förstås enbart som en *explicit* nominaldefinition och inte som en naturlag, men att de centrala begreppen i Maxwells ekvationer bör förstås både som *implicita* definitioner och som empiriskt grundade generaliseringar.

Det sägs att optimister beskriver ett glas bara till hälften fyllt som halvfullt, medan pessimisterna beskriver det som halvtomt. De förra betonar att något värdefullt finns, de senare betonar bara vad som fattas. Jag ser det vetenskapsfilosofiska glas som LGJ hällde upp i Linköping som halvfullt, och jag ser min uppsats som ett försök att fylla på det lite till; jag ser mig som samtidigt kritiserande och bejakande ”LGJs Linköpingstes”.

Inledningsvis ska jag avgränsa det begrepp om implicita definitioner som jag finner bäst lämpat i sammanhanget (avsnitt 2). Därefter ska jag presentera vad jag uppfattar som LGJs vetenskapsfilosofiskt nyskapande syn på Maxwells ekvationer (avsnitt 3). Sedan följer kritik, men kritik som utvecklar vidare åsikten att vissa fysikaliska teorier bäst förstås som implicita definitioner.

Först kritiserar jag den traditionella och av LGJ omfattade uppfattningen att kraftbegreppet i Newtons mekanik kan *explicit* definieras med hjälp av Newtons andra lag, men sedan hävdar jag att den däremot kan ges en i LGJs anda *implicit* definition med hjälp av hela Newtons mekanik (avsnitt 4). Därpå preciserar jag min uppfattning om på vilket sätt en teoribyggnad kan ge både

---

[1] För hjälp med uppsatsen vill jag tacka Ingemar Nordin och George Masterton. Jag ser det som mycket beklagligt att jag p.g.a. festskriftens tilltänkta överraskningskaraktär inte kunnat ta hjälp av Lars-Göran Johansson själv. Någon månad efter uppsatsens avslutande dök (Johansson, L-G 2016) upp, men den ändrar inget i det jag hävdar.

implicita definitioner av begrepp och samtidigt vara en empiriskt grundad generalisering (avsnitt 5). Utifrån denna precisering visar jag hur tanken om fysikaliska teorier som implicita definitioner kan ge ökad filosofisk förståelse av relationen mellan rent teoretisk och experimentell fysik, och mellan fysiker som varit rationalister respektive empirister (avsnitt 6). Avslutningsvis kommer några ord om huruvida det jag hävdat är applicerbart också på andra fysikaliska teoribyggnader, samt om hur jag tycker det kastar nytt ljus över den Kuhn-Feyerabendska inkommensurabilitetstesen (avsnitt 7).

2 Implicita definitioner – vad är det?

Om vi håller oss till nominaldefinitioner av enskilda termer eller begrepp, dvs. definitioner där både definiendum och definiens är språkliga uttryck, så är det för den här uppsatsens syfte viktigt att skilja på tre olika slags definitioner: *explicita, kontextuella* och *implicita*. Detta därför att ibland också kontextuella definitioner får beteckningen 'implicita definitioner' trots att det finns en avgörande skillnad mellan dem. Men här ett citat där de hålls isär:

> An *explicit* definition defines one expression (the *definiendum*) by means of another (the *definiens*) which can replace the first wherever it occurs. A contextual definition supplies a replacement for certain longer expressions in which the *definiendum* occurs but not an equivalent for that expression itself. [...] A set of axioms is sometimes said to give an *implicit* definition of its primitive terms. (Haack 1978: 245)

Enklast tänkbara exempel på explicita definitioner är förkortningar:
kg $=_{\mathrm{df}}$ kilogram, FN $=_{\mathrm{df}}$ Förenta nationerna, etc. Men om Newtons andra lag ($F = ma$) antas representera en identitet, så kan även det newtonska kraftbegreppet (F) ges en explicit definition, $F =_{\mathrm{df}} ma$. Ett exempel på en kontextuell definition är satslogikens definition av materiell implikation ($\rightarrow$): $p \rightarrow q \; =_{\mathrm{df}} \neg(p \wedge \neg q)$. I en explicit definition står definiendum ensamt på vänstra sidan i definitionen, men i en kontextuell definition är definiendum del av en hel sats. Båda definitionstyperna kan vara antingen intensionala eller extensionala. Och i båda fallen är det adekvat att säga: ur teoretisk synpunkt är att definiera detsamma som att göra överflödigt, dvs. att eliminera. Om kraftbegreppet definieras på det angivna sättet blir det teoretiskt överflödigt, och dess förmenta referenter kan elimineras från den ontologiska kartan.

Vanliga exempel på implicita nominaldefinitioner är de odefinierade logiska konstanterna i satslogik, termerna 'punkt' och 'linje' i geometri, samt termerna 'noll', 'efterföljare' och 'tal' i Peanos axiomatisering av aritmetiken. De nämnda termerna sägs bli implicit definierade av det axiomsystem de ingår i. Vid denna typ av definitioner – och det är viktigt att notera – är att definiera *inte* att teoretiskt eliminera. Ingen enskild sats som innehåller definiendum kan ersättas av satser med enbart definiens-termer.

I implicita definitioner blir, såvitt jag kan se, oftast flera termer samtidigt definierade av det axiomsystem de ingår i. De definierade begreppen får därför en viss likhet med korrelativa begreppspar som ’vänster–höger’ och ’upp–ned’. I dessa gäller att man inte kan förstå det ena begreppet utan att förstå det andra, och används det ena begreppet för att referera till något, så måste också det andra begreppet ha någon form av referent.

3 Maxwells ekvationer – vad är det?

Maxwells ekvationer förekommer i två symbolvarianter, en som kallas mikroskopisk och en makroskopisk; jag ska hålla mig till den förstnämnda. Båda kan framställas antingen i en form där den centrala matematiska operationen är integrering, eller i en där den matematiska operationen är derivering. Ur rent matematisk synpunkt är de ekvivalenta i den meningen att de kan härledas ur varandra; jag kommer att presentera dem i form av differentialekvationer. LGJs Linköpingstes är att Maxwells ekvationer inte ska förstås som fyra åtskilda naturlagar med begreppsöverlappning, utan som del av ett axiomsystem där också Lorentz lag/ekvation ingår, och genom vilket alla de ingående elektromagnetiska begreppen blir samtidigt implicit definierade.

Det väsentliga i det jag kommer att sägas kan (hoppas jag) förstås utan kunskap om hur de matematiska operationerna exakt fungerar. Operationerna i fråga symboliseras av termerna ’$\cdot$’ (skalär multiplikation), ’$\times$’ (vektoriell multiplikation), ’$\partial\mathbf{X}/\partial t$’ (derivatan av **X** med avseende på tiden) och ’$\nabla\cdot\mathbf{X}$’ (summan av partiella derivator av komponenter av **X** med avseende på de tre rumsdimensionerna); termer i fet stil symboliserar vektoriella storheter. För att förstå den poäng som ska göras, så räcker det att man håller isär *matematiska operationer* (se ovan), *konstanter* (ε_0, μ_0) och *variabler* (**E** för elektriskt fält, **B** för magnetfält, **J** för elektrisk ström per ytenhet, ρ för elektrisk laddningstäthet). Så här ser ekvationerna ut:

1. $\nabla\cdot\mathbf{E} = \rho/\varepsilon_0$	Gauss lag (för elektricitet; Coulombs lag)
2. $\nabla\cdot\mathbf{B} = 0$	Gauss lag för magnetism
3. $\nabla\times\mathbf{E} = -\partial\mathbf{B}/\partial t$	Faradays induktionslag
4. $\nabla\times\mathbf{B} = \mu_0\,(\mathbf{J} + \varepsilon_0\partial\mathbf{E}/\partial t)$	Ampères lag (med Maxwells utvidgning)
5. $\mathbf{F} = q\mathbf{E} + q\mathbf{v}\times B$	Lorentz lag[2]

[2] Framställda med vanliga ord, vilka egentligen passar bättre till integralformen av ekvationerna, så säger Maxwells ekvationer ungefär som följer. (1) Det elektriska fält (**E**) som lämnar en viss volym är proportionell mot den elektriska laddningen inuti. (2) Det totala magnetflödet (**B**) genom en sluten yta är lika med noll. (3) Spänningen runt en strömslinga är proportionell mot förändringshastigheten hos det magnetflöde (**B**) som innesluts. (4) Elektriska strömmar (**J**) och förändringar i elektriska fält ($\partial\mathbf{E}/\partial t$) är proportionella till det magnetfält (**B**) som finns i den yta de genomströmmar. I (5) representerar **F** en kraft som påverkar en partikel med den elektriska laddningen q och hastigheten **v**.

På grund av de namn fysikerna gett de fem ekvationerna, så är det lätt att uppfatta dem som fem olika empiriska generaliseringar. Men de fyra första introduceras alltid som en enhet, och eftersom dessutom de mätinstrument som används för att mäta de elektromagnetiska storheterna tar alla fem ekvationerna för givna, så tycks det mig i LGJs efterföljd rimligt att betrakta de ingående elektromagnetiska begreppen som implicit definierade av de fem ekvationerna tillsammantagna. Ekvationerna innehåller också variabler för tid- och rumsdimensioner samt mekanikens kraftbegrepp, men dessa ses i förhållande till axiomsystemet som externt definierade.[3]

LGJs Linköpingstes – numera också min – är alltså att dessa fem ekvationer ska anses tillsammans ge implicita definitioner av variablerna ρ, **E**, **B** och **J**. Variablerna **F**, t och rumsvariablerna som finns dolda i ∇ antas redan ha fysikalisk mening; ekvationerna kan inte förstås som bestående av enbart de elektromagnetiska variablerna och rent matematiska variabler. Men för att förstå ρ, **E**, **B** och **J** som variabler för elektromagnetiska kvantiteter krävs ändå något mer än att förstå **F**, t och ∇. Ingenting av det om implicita definitioner hittills sagda hindrar att variablerna också kan appliceras på andra fysikaliska fenomen än de elektromagnetiska. På vilket sätt blir variablerna variabler för just elektromagnetiska fenomen?

Det ”problem” jag konstruerat får sin lösning genom att begreppen om elektricitet och magnetism fanns långt före Maxwells ekvationer blev formulerade. Man kan därför se de implicita definitionerna ifråga som en – i Carnaps mening – explikation av dessa äldre ”elektromagnetiska” begrepp. I en explikation blir ett begrepp som är relativt oprecist, *explikandum*, ersatt av andra med explikandum *vare sig intensionalt eller extensionalt ekvivalenta* begrepp, *explikatum*, genom vilka det får en mer precis och för vetenskapligt systematisk empiri bättre ägnad innebörd. Jag anser att de för-Maxwellska elektromagnetiska begreppen kan ses som explikanda med ett visst fysikaliskt-semantiskt innehåll, vilka sedan blir explikerade med hjälp av de i Maxwells ekvationer och Lorentz ekvation implicit definierade begreppen. Uttryckt på annat sätt: för att förstå ρ, **E**, **B** och **J** som implicit definierade av de nämnda ekvationerna, så måste man redan ha en till dessa knuten förförståelse av termer som ’elektrisk laddningstäthet’, ’elektriskt fält’, ’magnetiskt fält’ och ’elektrisk ström’.

***

[3] Kopplingen till mekaniken genom Lorentz lag kräver ytterligare några ord. Maxwells ekvationer förutsätter Lorentztransformationer mellan olika tröghetssystem, medan Newtons mekanik med dess kraftbegrepp har Galileitransformationer inbyggda i sin formulering. Men detta problem löstes av den speciella relativitetsteorin, så jag hoppar över det här; men jag återkommer till det i avsnitt 7.

Slutsats av avsnitt 3: med tillägget om explikationer – vilket kan uppfattas som kontextuellt givet hos LGJ – nu klart formulerat, så skriver jag under på LGJs tes att Maxwells ekvationer plus Lorentz lag ger en implicit nominaldefinition av de i dem ingående elektromagnetiska begreppen.

4 Newtons andra lag – vad är det?

LGJ säger i sin i mångt och mycket fina introduktionsbok till vetenskapsteori följande om Newtons andra lag:

> Slutligen hur bestämmer vi kraften? Svaret är helt enkelt att det definieras som $m{\cdot}a$! […] Newtons andra lag är inget annat än en definition av begreppet kraft. (Johansson, L-G 2011: 185)

Han knyter här an till en lång tradition med både en empiristisk och en nykantiansk rot. Enligt Ernest Nagel var Ernst Mach 1868 först ut med åsikten (Nagel 1961: 187n22). För Mach var denna definition bara en del av hans allmänna kamp mot begrepp vars referenter inte är observerbara; och i denna anda övertogs ståndpunkten inte bara av logiska positivister utan också av en mängd andra 1900-talsempirister, däribland alltså också LGJ. Men åsikten fördes dessutom redan 1894 fram av den framstående fysikern och nykantianen Heinrich Hertz (Hertz 1955). Man ska ha i minnet att Newton själv *inte* var missnöjd med kraftbegreppet som sådant, utan endast med begreppet om avståndsverkan, dvs. krafter som direkt förbinder partiklar på *avstånd* från varandra. Den nämnde Nagel skriver:

> Far from being an axiom of motion, the second axiom seems on this [Mach-Hertz] analysis to collapse into a blatant logical truism.
>
> There can be little doubt that Newton did not intend anything like this by his axiom. But whatever he did mean by it, the view that the second axiom is simply a nominal definition of the term "force" has been widely adopted, especially by those physicists who believe such a definition of "force" to be the only alternative to an anthropomorphic and "metaphysical" account of the notion. This view is fostered by the common practice of stating the second axiom in the equational form $F = ma$, which suggests that what is being asserted is an *identity*, and therefore that the formula expresses an analytical truth. (Nagel 1961: 187)

Nagel kritiserar Mach-Hertz-traditionen. Han anser visserligen att det i princip är möjligt att komma bort från en metafysisk uppfattning av kraftbegreppet med hjälp av den presenterade definitionen, men han anser att det finns ett annat och bättre sätt som gör det möjligt att hålla kvar uppfattningen att Newtons andra lag verkligen är en lag och inte en definition, nämligen hans eget (vilket jag hoppar över här). Den kritik jag ska leverera går längre än Nagels.

Jag hävdar att det noga besett är omöjligt att förstå kraftbegreppet som givet enbart av en explicit nominaldefinition. Två argument, var för sig tillräckliga, visar detta. Jag kallar dem *predikatsargumentet* respektive *proportionalitetsargumentet*. Båda är så enkla att det för mig är lite av en gåta hur de kunnat förbises.

Innan jag presenterar dem vill jag påpeka, att jag kommer att använda mig av rent skalära formuleringar, men ändå hålla mig till enbart den andra och den tredje lagen. Detta därför att i modern vektoriell formulering den andra lagen ($\mathbf{F} = m\mathbf{a}$) implicerar den första (om $\mathbf{F} = 0$, så är $\mathbf{a} = 0$; och alltså vektorn $\mathbf{v}$ konstant, varken den skalära hastigheten eller riktningen ändras).

4.1 Predikatsargumentet

I en explicit nominaldefinition måste ”ställigheten” hos definiendum-predikatet och definiens-predikaten vara densamma. Man kan inte definiera ett tvåställigt predikat med hjälp av enbart enställiga, men det är vad som görs i den föreslagna definitionen: $F =_{\mathrm{df}} ma$. Låt oss titta närmare på de tre ingående variablerna/predikaten.

I Newtons mekanik är ’*F*’ en variabel för en relation mellan minst två kroppar; i en tänkt newtonsk värld med en enda kropp finns inga krafter. Det är viktigt att skriva ”minst två”, ty kraften som talas om är en resultantkraft som kan uppstå genom addition av många partialkrafter (teoretiskt adderade m.h.a. superpositionsprincipen för krafter); och dessa partialkrafter kan ha sin grund i flera olika kroppar. Detta faktum är underförstått i Newtons andra lag, men den tredje lagen kan inte formuleras utan att tvåställigheten kommer till explicit uttryck. Lagen säger: $F_{\mathrm{AB}} = -F_{\mathrm{BA}}$; om kroppen A påverkas av kroppen B, så påverkas B av A med en lika stor men motsatt riktad kraft. Förhållandet kommer till explicit uttryck också i gravitationslagen:

$$F_{\mathrm{AB}} = G\ (m_{\mathrm{A}} m_{\mathrm{B}})/r2.$$

Det som nu sagts kan uttryckas som att variabeln ’*F*’ är likvärdig med ett predikat som är minst tvåställigt. Variabeln ’*m*’ är däremot likvärdig med ett enställigt predikat; variabeln är en variabel för egenskapen massa, och massa ses i den newtonska mekaniken som en monadisk egenskap hos enskilda materiella kroppar. Variabeln ’a’ är visserligen en variabel för en relation, men inte (som ’*F*’) för en relation mellan kroppar, utan för en relation mellan en kropp och Newtons absoluta rum. Men eftersom det absoluta rummet är detsamma för alla kroppar, så kan man i praktiken i Newtons mekanik betrakta också acceleration som en monadisk egenskap hos enskilda kroppar. Predikatet ’accelererar’ blir härigenom, precis som predikatet ’massa’, ett enställigt predikat.

Sammanfattning: i den explicita nominaldefinitionen $F =_{\mathrm{df}} ma$ definieras ett minst tvåställigt predikat med hjälp av två enställiga predikat. Och det kan av logiska skäl inte tillåtas. Däremot kan ’*F*’ ges en *implicit* definition av hela Newtons mekanik, dvs. rörelselagarna plus gravitationslagen. Inget hindrar att i ett axiomsystem både flerställiga och enställiga predikat blir samtidigt implicit definierade av systemet. Men det naturliga nu blir att se inte bara kraftbegreppet som implicit definierat av Newtons lagar, utan också massabegreppet. Externt till systemet givna är begreppen om hastighet och acceleration. Med de symboler som använts tidigare (och med den första rörelselagen inkorporerad i den andra) kan man enligt min mening betrakta 'F' och 'm' som på en och samma gång implicit definierade av följande tre ekvationer:

I.	$F_{\mathrm{A}} = m_{\mathrm{A}} a_{\mathrm{A}}$	Newtons första och andra rörelselag
II.	$F_{\mathrm{AB}} = -F_{\mathrm{BA}}$	Newtons tredje rörelselag
III.	$F_{\mathrm{AB}} = G\ (m_{\mathrm{A}} m_{\mathrm{B}})/r2$	Newtons gravitationslag

Jag anser alltså, att LGJs synsätt på Maxwells ekvationer kan och bör utsträckas till att omfatta också Newtons mekanik. De implicita definitionerna av kraft och massa kan ses som explikationer av de för-Newtonska begreppen om kraft och vikt. En intressant konsekvens av detta är att trög massa (ekvation I) och gravitationell massa (ekvation III) blir samma slags massa. Och det var väl så saken från början uppfattades inom den newtonska mekaniken.

4.2 Proportionalitetsargumentet

Newton säger i sin egen formulering av den andra rörelselagen att "the alteration of motion [ma] is ever *proportional* [kursiv tillagd] to the motive force [F] impressed" (Nagel 1961: 158). Detta innebär att han ger lagen formen $F \propto ma$, vilken i modern matematisk formulering blir $F = kma$, där k är en proportionalitetskonstant. (Eftersom k är ett rent tal upphäver detta inte predikatsargumentet. Ett rent tal kan inte ändra ställigheten hos något predikat. Men låt mig fortsätta med proportionalitetsargumentet.)

För att få den vanliga formuleringen '$F = ma$' och den på denna grundval föreslagna explicita nominaldefinitionen av 'F', så måste man på något sätt få bort konstanten k. Nagel skriver helt korrekt: "By a suitable choice of units k can be set equal to unity" (Nagel 1961: 159). Sedan lämnar han emellertid – tyvärr – som de allra flesta, denna insikt åt sitt öde.

Reduceringen av $F =_{\mathrm{df}} kma$ till $F =_{\mathrm{df}} ma$ kräver, vilket följer av Nagels påpekande, specifika definitioner av standardenheter för kraft, massa och acceleration. Detta innebär att den förmenta nominaldefinitionen $F =_{\mathrm{df}} ma$ är en explicit nominaldefinition endast relativt de definitioner av standardenheterna som låter k bli lika med ett.[4] Det är alltså fel att utan denna kvalifikation tala om $F =_{\mathrm{df}} ma$ som en explicit nominaldefinition.

---

[4] Det bör noteras att vad som sagts om möjligheten att göra en proportionalitetskonstant k lika med 1, bara gäller när man betraktar en lag/ekvation isolerat. Om samma variabler förekommer i mer än en naturlag, och konstanten k_1 i en lag sätts lika med 1, så kan detta göra det omöjligt att sätta en konstant k_2 i en annan

Mitt påpekande om proportionalitetskonstanten har generell relevans; det gäller t.o.m. för den vanliga definitionen av medelhastighet: v = (Δs/Δt). Om standardenheterna för de tre variablerna väljs till meter/sekund, meter och sekund, så stämmer ekvationen. Men om enheten för hastighet ändras till yard/sekund, så blir (identitets)ekvationen $v = (\Delta s/\Delta t)$ falsk. Sann blir istället (proportionalitets)ekvationen: $v = 0{,}9144^{-1}(\Delta s/\Delta t)$, eftersom 1 yard = 0,9144 meter. Men det är alltid sant att $v \propto \Delta s/\Delta t$ och att $v = k(\Delta s/\Delta t)$; när $v = (\Delta s/\Delta t)$ är k satt lika med ett. Ur rent matematisk synpunkt är det likgiltigt om man multiplicerar eller inte multiplicerar en faktor med 1, men ur definitionsteoretisk synpunkt gör det stor skillnad om man genom att sätta $k = 1$ glömmer eller inte glömmer bort att där finns en proportionalitetskonstant.

Det sagda har ingen större relevans för fysikers normala arbete, men det är av betydelse för vetenskapsfilosofin. Det innebär nämligen att *den Mach-Hertzka explicita nominaldefinitionen av 'F' förutsätter andra definitioner som redan givna*. Och dessa definitioner är inte nominaldefinitioner, utan vad Hans Reichenbach döpt till *koordinativa definitioner* (Reichenbach 1958: §4). Låt mig utveckla.

Historien om den i vetenskapsfilosofisk litteratur ofta förekommande "standardmetern i Paris", kan efter 1889 indelas i tre faser: 1889 till 1960, 1960 till 83 och 83 till dags dato och den närmaste framtiden. I den första fasen fanns det verkligen hos den Internationella byrån för mått och vikt (BIPM) i Sèvre utanför Paris en *artificiellt tillverkad* meterprototyp.[5] Längden mellan två skåror i detta materiella objekt hade naturligtvis inte av naturen tilldelats egenskapen att vara 1 meter långt. Det var en utvald grupp vetenskapsmän som bestämde att uttrycket '1 meter' skulle appliceras på denna längd, och alla andra som var lika långa. Denna stipulativa definition är vare sig en explicit eller en implicit *nominaldefinition*; och inte heller en aristotelisk *realdefinition*, dvs. en definition i vilken essensen/identiteten hos något i naturen redan givet antas ha abstraherats fram. I meterdefinitionen *stipuleras* en relation mellan å ena sidan ett uttryck/begrepp och å andra sidan en egenskap hos ett objekt i den språkexterna världen. En lingvistisk entitet koordineras genom stipulation med en icke-lingvistisk.

Det är naturligtvis viktigt att en standardprototyp inte förändras över tid, men detta kan inte helt förhindras hos materiella makroobjekt. Därför ersattes 1960 standardmetern av en annan entitet i en ny koordinativ definition av '1 meter'. Uttrycket omstipulerades nu till att vara koordinerat med *en egenskap hos ett visst slags i naturen förekommande objekt*; nämligen längden hos

---

lag lika med 1. Om detta se (Simons 2013: 520–1). Denna komplikation tycks Nagel inte ha lagt märke till.

[5] BIPMs standardenheter kallas SI-enheter, vilka fastläggs i en broschyr som kallas *The International System of Units*. Den nuvarande åttonde utgåvan är från 2006 (SI8 2006); en ny nionde förväntas bli antagen 2018.

1 650 763,73 våglängder hos en viss typ av elektromagnetisk strålning, vilken antas överallt och alltid ha samma våglängd. Låt mig kalla båda dessa typer av definitioner direkta koordinativa definitioner. Uttrycket '1 meter' koordineras i båda dessa fall direkt med någonting som har utsträckning. Den första är prototypbaserad och den andra är naturkonstansbaserad.

1983 infördes en *indirekt* koordinativ definition av meterbegreppet. Då gjordes meterdefinitionen inte längre direkt beroende av en given längd, utan av ljushastighetens konstans i vakuum, c. Som jag visat på annan plats, så innebär detta ur logisk synpunkt att standardenheterna för längd och hastighet blir *samtidigt* definierade (Johansson, I 2014: avs. 6, 201?: avs. 6). Det finns ingen anledning att här gå in på några detaljer, ty det viktiga här är enbart det faktum att inte heller denna tredje definition är en nominaldefinition, utan en koordinativ definition.

Rent allmänt gäller: definitioner av standardenheter kräver någonstans existensen av minst en koordinativ definition. Förment rena nominaldefinitioner av applicerbara fysikaliska begrepp är därför egentligen nominaldefinitioner endast *relativt* vissa koordinativa definitioner.

4.3 Enhetsbyte-ekvivalenta ekvationer

Eftersom Maxwells ekvationer och Newtons mekanik utgör det nav kring vilket den här uppsatsen roterar, så vill jag utifrån det i 4.2 sagda göra ytterligare en kommentar till vardera.

BIPMs standardenhet för massa, SI-enheten 1 kilogram, utgörs alltsedan 1889 av kilogramprototypen i Sèvre, men den kommer inom ett par år att tas bort från definitionen av '1 kilogram'. Den officiellt föreslagna nya definitionen har samma logiska (om än mer komplicerade) struktur som den nuvarande (indirekta) meterdefinitionen, medan ett alternativförslag har samma logiska form som (den direkta) meterdefinitionen mellan 1960 och 1983 (Johansson, I 2014: avs. 6, 201?: avs. 6). Vilket beslut som än kommer att tas, så kommer därför också den nya kilogram-definitionen att bli en koordinativ definition; frågan är endast om den blir indirekt eller direkt.

Att naturlagar formuleras på ett sätt som gör dem beroende av val av standardenheter, kommer automatiskt fram i åtskilliga framställningar av Maxwells ekvationer (t.ex. Wikipedias). Den första och fjärde ekvationen ges en formulering i SI-enheter och en annan i Gaussenheter, dvs. det görs klart att ekvationerna får olika matematisk formulering beroende på vilka standardenheter som valts. Jag har redan beskrivit dem i SI-enheter: (1) $\nabla \cdot \mathbf{E} = \rho/\varepsilon_0$ och (4) $\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 (\mathbf{J} + \varepsilon_0 \partial\mathbf{E}/\partial t)$. I Gaussenheter blir det: (1) $\nabla \cdot \mathbf{E} = 4\pi\rho$ och (4) $\nabla \times \mathbf{B} = 1/c\,(4\pi\mathbf{J} + \partial\mathbf{E}/\partial t)$.

Jag har tidigare nämnt att det finns två matematiskt ekvivalenta formuleringar av Maxwells ekvationer, en som använder differentialekvationer och en som använder integralekvationer. De två nu nämnda formerna av Maxwells första och fjärde ekvation är inte matematiskt ekvivalenta, men naturligtvis ändå i någon mening ekvivalenta. Jag kommer att kalla dem *enhetsbyte-ekvivalenta* teoriformuleringar. Det som skiljer dem åt är bara valet av standardenheter.

***

Om man vill, som jag, hävda att Newtons mekanik och Maxwell-Lorentz ekvationer innehåller implicita definitioner av sina centrala begrepp, så måste man ur vetenskapsfilosofisk synpunkt säga, att begreppen – givet en viss formulering av ekvationerna – *är implicit definierade av dessa ekvationer och med dem både matematiskt och enhetsbyte-ekvivalenta formuleringar*.

5 Empiriskt grundade generaliseringar – vad är det?

LGJs Linköpingstes, jag upprepar, är att Maxwells ekvationer tillsammans med Lorentz ekvation fungerar både som implicita definitioner av de elektromagnetiska begreppen och som empiriskt grundade generaliseringar. I avsnitt 2 preciserade jag det begrepp om implicita definitioner som jag tycker bäst passar för tesens vidare utveckling. Nu vill jag säga några ord om hur jag ser på begreppet om empiriskt grundade generaliseringar. Viktigt att notera är, att medan de fem ekvationerna/lagarna i sig själva kan (med de kvalifikationer jag lyft fram) verkligen fungera som implicita definitioner av de elektromagnetiska begreppen, så kan de *inte* i sig själva fungera som empiriska generaliseringar. För detta krävs något mer, och det är om detta det här avsnittet handlar.

Empiriskt grundade generaliseringar kan skapas på flera olika sätt, med hjälp av induktion, abduktion eller hypotetisk-deduktiv metod. Vad metoderna har gemensamt är att universella samband mellan fysikaliska fenomen på något sätt får empiriskt stöd av observationer eller mätprocedurer. Induktion kan i sammanhanget lämnas därhän, ty här kan genom induktionsprocessen inga nya och genom ett axiomsystem implicit definierade begrepp dyka upp. Men anta, att en fysiker genom abduktion eller den hypotetiskt-deduktiva metoden postulerar ett axiomsystem som knyter an till redan givna empiriska data. För att knyta ihop axiomsystemet med sådana data räcker inte axiomsystemet självt. Det måste kompletteras med initialvillkor som beskriver rumstidsligt lokaliserade fenomen. Alla naturlagar som är formulerade som universella samband mellan fysikaliska variabler kräver för sin applicering och empiriska prövning initialvillkor beskrivna i variablernas termer.

Atomer och subatomära partiklar uppfattas vanligen i likhet med makroskopiska objekt som stenar och träd som naturligen diskreta entiteter, även om den exakta rumsliga gränsen för dem ofta är oklar (Johansson, I 2011). Predikaten som används för att referera till dem och kvantifiera över dem är i språkfilosofisk terminologi ”count nouns”.[6] Alla variabler som förekommit tidigare i min diskussion representerar däremot fenomen som är naturligen kontinuerliga. ”Count nouns” behöver för sin applicering på utomlingvistiska entiteter inte kopplas ihop med någon standardenhet; de är s.a.s. sin egen standardenhet (Johansson, I 2010a: avs. 4). Men variabler som kan ges kontinuerliga värden kan omöjligen appliceras innan en standardenhet valts ut. Man kan t.ex. inte säga hur kvantitativt lång en sak är utan ett föregående val av standardenhet för längd. Standarmetern i Paris föregicks ur svensk synpunkt av en lång historia av längdenheter typ fot, steg, tvärhand, aln (underarmslängd) och stenkast.

Alla standardenheter för kontinuerliga variabler kräver någonstans, som jag sade i förra avsnittet, koordinativa definitioner. Utan sådana kan inga nominaldefinitioner av kontinuerliga variabler – vare sig explicita eller implicita – knytas till initialvillkor, och därigenom inte heller till empiriska generaliseringar.

***

Varken Maxwells ekvationer (utan eller tillsammans med Lorentz ekvation) eller Newtons mekanik kan fungera som empiriskt grundade generaliseringar utan stöd av koordinativa definitioner. Detta är ytterligare en detalj som LGJs tes måste kompletteras med, eftersom inget axiomsystem med kontinuerliga variabler kan i sig självt vara en empirisk generalisering.

6 Teoriers fakta-fiktion dubbelhet – vad är det?

Låt mig sammanfatta innan jag går vidare. Jag har hävdat att LGJs Linköpingstes bör utökas med några ord om explikationer (avsnitt 3), tillämpas också på Newtons mekanik (avsnitt 4), utökas med begreppen om enhetsbyte-ekvivalenta teoriformuleringar (avsnitt 4) och koordinativa definitioner (avsnitt 4 och 5). Men uppfattningen att vissa fysikaliska teorier är implicita definitioner får synnerligen intressanta konsekvenser om den kombineras med min uppfattning att teorier kan rymma en *fakta-fiktion dubbelhet*. Låt mig förklara vad jag avser med detta uttryck.

Bertrand Russell kritiserade i några uppsatser under åren 1905–07 Alexius Meinongs åsikt att det finns olika *existenssätt*; bl.a. i den mycket berömda ”On Denoting” (Russell 1905). Av intresse för den här uppsatsen är, att om Russell har rätt, så kan vårt vanliga tal om fiktioner inte tas på filosofiskt allvar. Och denna åsikt kom – tyvärr, som jag ser det – att dominera huvudfåran

[6] George Masterton har gjort mig medveten om att det idag finns vetenskapsfilosofer som anser att bosoner *inte* är diskreta entiteter. Substantivet ’boson’ bör då förstås som ett ”mass noun”.

i analytisk filosofi och vetenskapsfilosofi under resten av 1900-talet.[7] Nu har den emellertid äntligen fått ge lite vika; se t.ex. den ontologiintroducerande boken (Berto och Plebani 2015: kap. 6, 7, 13). Jag har också själv lagt ut texten filosofiskt om vad som gör det möjligt att i vanligt språk både identifiera och åter-identifiera fiktioner, utan att tillskriva dem en helt medvetandeoberoende existens (Johansson, I 2010b). Men här ska jag helt enkelt utgå från att vårt vardagliga sätt att skilja på verklighet och fiktion låter sig, *pace* Russell, filosofiskt försvaras.

Noteras kan för övrigt att barn mycket tidigt lär sig en distinktion mellan fakta och fiktion. Man kan till mycket små barn som fått höra t.ex. berättelserna om Jesus liv och uppståndelse utan problem säga: vissa människor tror att det är sant, men vissa tror det bara är sagor. Barn förstår också mycket tidigt skillnaden mellan att i en lek låtsas vara något, t.ex. en förälder, och att vara det på riktigt.

Men det är inte bara så att vi redan sedan barnsben lärt oss att skilja på fakta och fiktion. Med normal språkinlärning följer också tre förmågor som jag gett följande namn: *fakta-fiktion blandningsförmågan*, *fakta-fiktion växlingsförmågan* och *sanning-falskhet växlingsförmågan* (Johansson, I 2013: avs. 3). Några introducerande ord om varje innan jag återvänder till begreppet om teoriers *fakta-fiktion dubbelhet*, och då introducerar också en växlingsförmåga som de flesta som läst filosofi skaffat sig, en förmåga att växla mellan att betrakta ett påstående som syntetiskt eller analytiskt. Kort uttryckt: en *syntetisk-analytisk växlingsförmåga*.[8] Alla de nämnda växlingsförmågorna betraktar jag som analoga med den förmåga vi har att se vissa bilder på två olika sätt och snabbt växla mellan dessa. Tänk t.ex. på den i filosofin efter Wittgenstein ofta förekommande ank-haren.

När vi läser skönlitteratur har vi vid behov en förmåga att i en berättelse väva ihop fakta och fiktion. Vi kan placera fiktionen Sherlock Holmes i ett en gång i tiden verkligt existerande London. Och med utnyttjande av samma *fakta-fiktion blandningsförmåga* kan vi, när vi läser vetenskapshistoria, placera in fiktiva entiteter i verkliga rumstidsligt existerande system. Här tre exempel. Vi kan utan svårighet tänka oss den en gång felaktigt antagna planeten Vulkan som en fiktiv planet i det verkliga solsystemet, och där placera denna fiktion mellan Solen och Merkurius. Vi kan utan svårighet tänka oss den en gång felaktigt

---

[7] Låt mig tillägga, att det tycks mig som om många filosofers tal om ”möjliga världar” har blivit ett dolt substitut för tal om fiktioner. Detta gäller emellertid inte David Lewis och hans modala realism. Han anser uttryckligen att tal om fiktioner faktiskt är tal om *aktuellt existerande* världar som är skilda från vår (Lewis 1978). För mig har han aldrig på ett tillfredsställande sätt lyckats förklara hur vi i vår värld lyckas referera till entiteter i andra (i hans mening) möjliga världar. Att hypostasera av oss skapade fiktioner förefaller mig betydligt rimligare än att hypostasera andra oberoende av vår värld aktuellt existerande möjliga världar.

[8] Jag tackar Ingemar Nordin för denna idé.

postulerade kemiska substansen flogiston som en fiktiv entitet, vilken *avges* av verkliga brinnande föremål där vi nu istället anser att syre *tas upp* av samma föremål. Och vi kan utan svårighet tänka oss Galenos postulerade ”pneuma” eller ”naturliga ande” som en fiktiv entitet i människors verkliga blodsystem (Johansson och Lynøe 2008: kap. 3.5).

Anta att du hittar en dagbok från en gammal släkting där hen dag för dag berättar vad hen gjort på dagen, men att du senare får reda på att dagboken är ett practical joke från en yngre släkting. Denne har själv hittat på allt som står i dagboken. I ett slag förvandlas för dig de förmenta faktaberättelserna till ren fiktion; jfr. det stora falsariet med *Hitlers dagböcker* 1983. Du behöver för att förstå dagbokens egentliga innehåll inte läsa om dagboken. Detta därför att det är samma begrepp som används såväl i verkliga berättelser som i sagor. Översättningslexikon går t.ex. lika bra att använda på utländska tidningars faktaberättelser som på utländsk skönlitteratur. Man kan också tänka sig fall där någon läser en text, tror det vara en rent fiktiv novell, men sedan får reda på att det faktiskt var en berättelse om verkligt inträffade händelser. Exemplen visar att vi har en *fakta-fiktion växlingsförmåga* som kan användas i båda riktningarna.

Även om vi får reda på att en berättelse som vi trott vara sann bara var påhittad, eller omvänt, så finns det alltså ingen anledning att läsa om berättelsen. Detsamma gäller om vi trott att en viss beskrivning är sann, men sedan får reda på att den är falsk. Vi har också en *sanning-falskhet växlingsförmåga.*

Som lätt inses, så kan dessa förmågor samspela med varandra. Om du själv av någon anledning börjar betrakta en allmänt vedertagen empirisk teori som falsk, så har du använt sanning-falskhet växlingsförmågan. Men om alla upphör att tro på teorin, så kan ni använda fakta-fiktion växlingsförmågan och i fortsättningen gemensamt tala om de av teorin postulerade entiteterna som fiktiva entiteter. Ni torde dessutom kunna använda fakta-fiktion blandningsförmågan, och tolka in de fiktiva entiteterna i tidigare faktiskt utförda experiment med verkliga föremål. Men för enkelhets skull ska jag här nöja med att tala om hur fakta-fiktion växlingsförmågan kan användas när man betraktar axiomatiserade fysikaliska teoribyggnader som ger implicita definitioner av sina centrala begrepp.

Det om fiktioner sagda innebär, att man kan betrakta en teori och dess implicit definierade begrepp på minst två olika sätt. Antingen (à la LGJ) som empiriskt grundade generaliseringar eller som generaliseringar giltiga i en fiktiv värld. Teorier har i denna mening en fakta-fiktion dubbelhet. När de teoretiska entiteterna ses som fiktioner fungerar de implicita definitionerna naturligtvis på ungefär samma sätt som personbeskrivningar fungerar i traditionell skönlitteratur. Ingenting kan rucka den identitet de ges av teorin/boken. En poäng med att se fakta-fiktion dubbelheten är att inse, att precis samma sak gäller även när de implicita definitionerna betraktas som empiriska generaliseringar. Det skapande momentet i all teoriutveckling blir härigenom tydliggjort. Men dubbelheten gör än fler saker uppenbara.

När en teori ses som implicit definierande sina centrala begrepp, och som handlande om fiktioner, så blir teorins fundamentalsatser analytiskt sanna. Betraktas teorin däremot som handlande om fakta, så blir fundamentalsatserna syntetiskt sanna. Att kunna växla mellan att betrakta en teori som handlande om fakta respektive fiktioner är också att kunna växla mellan att betrakta en teori som syntetiskt respektive analytiskt sann. En motsvarande förmåga för enskilda påståenden förmodas filosofistudenter ha tillägnat sig när de som övningsuppgifter får frågor av typen 'Är påståendet som följer syntetiskt eller analytiskt sant?' För att kunna besvara frågan måste de kunna betrakta påståendet ur båda perspektiven.

Accepterar man att teorier har den fakta-fiktion dubbelhet som jag hävdar de har, så måste man alltså också acceptera att de har en syntetisk-analytisk dubbelhet. Denna dubbelhet försvinner inte även om man – som LGJ – anser att Quine visat att en strikt distinktion mellan syntetiska och analytiska påståenden inte låter sig göras (Johansson, L-G 2015: 185–186). Den ersätts då istället av en dubbelhet mellan att se en teori som belägen vid en tillfällig kunskapstotalitets periferi (syntetiska påståenden) eller i dess centrum (analytiska påståenden).

Existensen av den syntetisk-analytiska dubbelheten gör det möjligt att på ett enkelt sätt besvara följande fråga: hur kan det komma sig att i mekanikens historia vissa stora fysiker varit rationalister medan andra varit empirister? Svar: vardera gruppen har bara sett ena sidan av teoriernas ank-hare-liknande karaktär. Här ett citat från en vetenskapshistoriker:

> A large proportion of the inventors of modern mechanics believed that its foundations could be reached by pure reasoning, without appeal to experience. In this view, the laws of mechanics were necessary; experiments could not contradict them. Roughly, there were two kinds of rationalist arguments: theological and conceptual. […] Descartes, Leibniz, and Maupertuis favored theological arguments; Huygens, Euler, and d'Alembert favored conceptual arguments. […] The adversaries of the rationalists were the contingentists who believed that the principles of mechanics could only be discovered by observation and experimentation, or at least that the only justification of these principles was the experimental validity of their consequences. Galileo, Newton, Carnot, and Saint-Venant all were contingentists, though for different reasons. (Darrigol 2014: 45)

På grund av den avancerade matematiken i modern fysik, så blir mycket teoretiskt arbete detsamma oberoende av från vilken sida av fakta-fiktion dubbelheten en fysiker väljer att betrakta teorin hen arbetar med. Vare sig den ännu inte experimentellt verifierade strängteorin en dag blir verifierad eller falsifierad, så rymmer den angripbara fysikalisk-matematiska problem. Och den fysiker som så vill, kan fortfarande försöka hitta en fullständig analytisk lösning till den falsifierade newtonska mekanikens trekropparsproblem. Många fysiker arbetar idag med matematiska problem i diverse kvantfältteorier, utan att för den skull ta för givet att de kan förbättra den s.k. standardmodellen, vilken allmänt antas beskriva vår värld. De bara hoppas på sådan framgång.

Många fysikalisk-matematiska problem blir alltså desamma vare sig man ser en teori som beskrivande vår rumstidsliga verklighet eller som beskrivande en fiktiv värld. Även om den enskilde fysikern sällan använder fakta-fiktion växlingsförmågan, så finns den och gör det för utomstående lätt att byta perspektiv. Och den förklarar varför realistiskt och anti-realistiskt sinnade fysiker kan, trots sina diametralt motsatta filosofiska positioner, ha teoretiskt utbyte av varandra.

Har man väl accepterat existensen av de ovan nämnda förmågorna, så kan man notera att vi har ytterligare en besläktad förmåga, nämligen en *neutraliseringsförmåga*. Frågan huruvida en teori är om fakta eller om fiktioner kan helt enkelt för en stund sättas inom parentes. Vi kan medvetet låta bli att ta ställning till fakta-fiktion dubbelheten; vi kan, för att låna en term från Edmund Husserl, göra en *neutralitetsmodifiering* (Husserl 1982: §§109–12). Men när en teori ska testas empiriskt, så är det endast fakta-tolkningen med dess tillhörande krav på koordinativa definitioner som kan användas.

7 Några avslutande tankar ur uppsatsens perspektiv

Jag ser min uppsats som sönderfallande i två huvuddelar. En (avsnitt 2–5) i vilken jag utvecklar och förfinar LGJs Linköpingstes, och en (avsnitt 6) där jag kombinerar den med min uppfattning att vetenskapsfilosofin i flera olika avseenden är betjänt av att anse distinktionen mellan faktabeskrivningar och fiktionsbeskrivningar som filosofiskt acceptabel. Med tanke på LGJs och mitt gemensamma efternamn (vilket inte indikerar släktskap), så skulle den helhet jag försvarar kunna ges beteckningen ’Johansson gånger Johansson-tesen’, eller kortfattat ’Johansson^2-tesen’.

Intuitivt tycks mig inget hindra, att tesen tillämpas på andra axiomatiserade fysikaliska teorier än klassisk mekanik och klassisk elektromagnetism. Men jag avhåller mig från att spekulera över gränserna för tillämpningsområdet. Trots alla likheter med axiomatiserad klassisk fysik, så innehåller den allmänna relativitetsteorin, de kvantmekaniska teorierna och strängteorierna en betydligt mer avancerad matematik. Och om vad detta kan ställa till med för mina intuitioner vågar jag inte uttala mig; jag känner mig inte kompetent nog.

Men jag vågar hävda att Johansson^2-tesen åtminstone kan tillämpas också på den speciella relativitetsteorin (i fortsättningen kallad bara relativitetsteorin). Denna tillämpning kastar dessutom lite nytt ljus över den gamla Kuhn-Feyerabendska inkommensurabilitetstesen; se (Kuhn 1970: ch. X; Feyerband 1975: ch. 17; Oberheim och Hoyningen-Huene 2013). En av de klassiska diskussionsfrågorna runt denna tes blev huruvida massabegreppen i Newtons mekanik och relativitetsteorin kan anses vara inkommensurabla eller inte. Jag ska enbart hålla mig till frågan om semantisk (till skillnad från perceptuell och metodologisk) inkommensurabilitet, och hävda att accepterar man tesen att axiomatiserade fysikaliska teorier ger implicita definitioner av sina centrala begrepp, så följer att massabegreppen i Newtons mekanik och relativitetsteorin är semantiskt inkommensurabla, men teorierna trots detta jämförbara.

I sitt efterord till andra upplagan av *The Structure of Scientific Revolutions* särskiljer Kuhn analytiskt fyra komponenter i sitt paradigmbegrepp (nu också kallat disciplinär matris): symboliska generaliseringar, den metafysiska komponenten, värderingar och urtyper (”exemplars”). Om de symboliska generaliseringarna säger han:

> These generalizations look like laws of nature, but their function for group members is not often that alone. Sometimes it is: for example the Joule-Lentz Law, H = RI^2. When that law was discovered, community members already knew what H, R, and I stood for, and these generalizations simply told them something about the behavior of heat, current, and resistance that they had not known before. But more often, as discussion earlier in the book indicates, symbolic generalizations simultaneously serve a second function, one that is ordinarily sharply separated in analyses by philosophers of science. Like $f = ma$ or $I = V/R$, they *function in part as definitions of some of the symbols they employ*. Furthermore, *the balance between their inseparable legislative and definitional force shifts over time*. In another context these points would repay detailed analyses, for the nature of the commitment to a law is very different from that of a commitment to a definition. Laws are often corrigible piecemeal, but definitions, being tautologies are not. For example, part of what the acceptance of Ohm’s Law demanded was a redefinition of both ‘current’ and ‘resistance’; if those terms had continued to mean what they had meant before, Ohm’s Law could not have been right; that is why it was so strenuously opposed as say, Joule-Lentz Law was not. (Kuhn 1970: 183; viss kursivering tillagd)

Kuhn skiljer inte på explicita, kontextuella och implicita definitioner. Hade han gjort det, hoppas och tror jag han skulle ha skrivit: ”they [de symboliska generaliseringarna] function as implicit definitions of some of the symbols they employ”. Och hans åsikt att “their definitional force shifts over time” kan sägas i tysthet förutsätta den fakta-fiktion dubbelhet jag lyft fram.

Den semantiska Kuhn-Feyerabendska inkommensurabilitetstesen säger, att i historien på varandra följande fysikaliska teorier innehåller inkommensurabla begrepp. Och tesen ställs naturligtvis på sin spets i de fall där åtminstone ytligt sett samma begrepp förekommer i de två aktuella teorierna. Och så är fallet med massabegreppet i Newtons mekanik och relativitetsteorin. Låt oss nu se vad som händer om vi i sammanhanget för in tanken om fysikaliska teorier som implicita definitioner.

Som sagts i avsnitt 2, så är ett vanligt exempel på implicita nominaldefinitioner termerna 'punkt' och 'linje' i geometri. De sägs bli implicit definierade av det geometriska axiomsystem de ingår i. Men eftersom parallellaxiomet ser olika ut i euklidisk, hyperbolisk och elliptisk geometri, så måste med denna uppfattning de tre typerna av geometri sägas ge termen 'rät linje' var sin innebörd, trots att de övriga geometriska axiomen är desamma. Och eftersom implicita definitioner är holistiska till sin karaktär, så blir de olika begreppen om rät linje semantiskt inkommensurabla; de kan inte översättas till varandra. Tvistefrågan huruvida inkommensurabilitet implicerar ojämförbarhet får här ett omedelbart svar. Naturligtvis är de olika typerna av geometrier jämförbara trots att begreppen om rät linje är semantiskt inkommensurabla.[9]

I resonemanget ovan görs åtskillnad mellan de för euklidisk, hyperbolisk och elliptisk geometri gemensamma basala geometriaxiomen och det åtskiljande parallellaxiomet. Jag anser att man på analogt sätt kan göra en åtskillnad mellan de för Newtons mekanik och relativitetsteorin gemensamma newtonska lagarna (rörelselagarna och gravitationslagen) och de olika till dessa knutna ekvationerna för transformationer av tids- och rumskoordinater mellan olika tröghetssystem, dvs. Galileitransformationer respektive Lorentztransformationer. Vanligtvis betraktas Galileitransformationerna som en tyst men integrerad del av Newtons mekanik. Jag har däremot med mitt grepp gjort dem till egna axiom vid sidan av de newtonska lagarna.

Av det nyss sagda följer att massabegreppet får en innebörd när det blir implicit definierat av de newtonska lagarna tillsammans med Galileitransformationer, och en annan när det blir implicit definierat av de newtonska lagarna tillsammans med Lorentztransformationer. Och den holistiska karaktären hos implicita definitioner gör de två massabegreppen inkommensurabla. Att relativitetsteorin till skillnad från Newtons mekanik tillåter en distinktion mellan vilomassa och relativistisk massa är bara ett extra tydligt uttryck för denna semantiska inkommensurabilitet. Men lika lite som i geometrifallet gör detta Newtons mekanik och relativitetsteorin ojämförbara.

***

[9] Jag vill gärna skjuta in att oberoende av det argument jag nu fört fram, så har min egen åsikt alltsedan doktorsavhandlingen 1973 varit att inkommensurabilitet och jämförbarhet är förenliga (Johansson 1975: 124–9, 144–5).

Att betrakta fysikaliska teorier som implicita definitioner har många intressanta konsekvenser.

Referenser

Berto, Francesco och Matteo Plebani. (2015). Ontology and Metaontology. A Contemporary Guide. London: Bloomsbury Publishing.
Darrigol, Olivier. (2014). Physics and Necessity. Rationalist Pursuits from the Cartesian Past to the Quantum Present. Oxford: Oxford University Press.
Feyerabend, Paul. (1975). Against Method. London: New Left Books.
Haack, Susan. (1978). Philosophy of Logics. Cambridge: Cambridge University Press.
Hertz, Heinrich. (1956). The Principles of Mechanics. New York: Dover.
Husserl, Edmund. (1982). Ideas Pertaining to a Pure Phenomenology and to a Phenomenological Philosophy. Dordrecht: Kluwer.
Johansson, Ingvar. (1975). A Critique of Karl Popper's Methodology. Gothenburg: Scandinavian University Books.
Johansson, Ingvar. (2010a). ”Metrological thinking needs the notions of parametric quantities, units and dimensions”. Metrologia 47: 219–30.
Johansson, Ingvar. (2010b). ”Fictions and the Spatiotemporal World – in the Light of Ingarden”. Polish Journal of Philosophy IV: 81–103.
Johansson, Ingvar. (2011). ”The Mole is Not an Ordinary Measurement Unit”. Accreditation and Quality assurance 16:467–70.
Johansson, Ingvar. (2013). ”The Ideal as Real and as Purely Intentional – Ingarden Based Reflections”. Semiotica 194: 21–37.
Johansson, Ingvar. (2014). ”Constancy and Circularity in the SI”. Metrologybytes.net (OP EDs). <http://www.metrologybytes.net/> läst juni 2016.
Johansson, Ingvar. (201?). ”The SI and the Problem of Spatiotemporal Constancy”. Journal for General Philosophy of Science kommande.
Johansson, Ingvar och Niels Lynøe. (2008). Medicine & Philosophy. A Twenty-First Century Introduction. Frankfurt: Ontos Verlag.
Johansson, Lars-Göran. (2011). Introduktion till vetenskapsteorin (tredje och utvidgade upplagan). Stockholm: Thales.
Johansson, Lars-Göran. (2015). ”Induktion och naturlagar”. I Abstracts Filosofidagarna 2015, 61. (Ej längre tillgänglig på Internet.)
Johansson, Lars-Göran. (2016). ”Vad är en naturlag”. Filosofisk tidskrift 37: 45–55.
Kuhn, Thomas. (1970). The Structure of Scientific Revolutions (andra och utvidgade upplagan). Chicago: The University of Chicago Press.
Lewis, David. (1978). ”Truth in Fiction”. *American Philosophical Quarterly* 15: 37–46.
Nagel, Ernest. (1961). The Structure of Science. London: Routledge & Kegan Paul.
Oberheim, Eric och Paul Hoyningen-Huene. (2013). ”The Incommensurability of Scientific Theories”. I Edward N. Zalta (ed.), Stanford Encyclopedia of Philosophy. http://plato.stanford.edu/entries/incommensurability/#ComKuhFeyInc. Stanford: The Metaphysics Research Lab.

Reichenbach, Hans. (1958). The Philosophy of Space and Time. New York: Dover.
Russell, Bertrand. (1905). ”On Denoting”. Mind 14: 479–93.
Simons, Peter. (2013). ”Density, Angle, and other Dimensional Nonsense: How Not to Standardize Quantity”. I C. Svennerlind, J. Almäng, and R. Inghtorsson (utg.), Johanssonian Investigations. Frankfurt: Ontos Verlag, 516–34.
SI8. (2006). The International System of Units, 8th edition. Bureau International des Poids et Mesures <http://www.bipm.org/en/si/si_brochure/> läst juni 2016.