

JAGTEN PÅ SANDHEDEN BAG RUTHERFORDS ATOMMODEL

Af Sanne Knudsen (Roskilde Universitetscenter)

1. Indledning

Den kognitive lingvistik grundhypotese er, at man ud fra sproglige iagttagelser kan sige noget om underliggende kognitive processer, at lingvistiske klassifikationer afspejler kognitive klassifikationer. Det gælder dog ikke nødvendigvis omvendt, nemlig således at de kognitive kategorier entydigt udtrykkes med de 'naturlige' sproglige kategorier. Det gælder i al fald ikke for metaforen. Derfor bør man være varsom i sine fortolkninger og ikke mindst i generaliseringen af disse fortolkninger.

Moderne metaforforskning har været domineret af dette kognitive synspunkt. Min måde at træde varsomt på, er ved at udvide udgangspunktet en anelse. Mit udgangspunkt for metaforanalyse er derfor, hvad med et lidt belastet ord kunne kaldes 'diskursteoretisk' (jf. Gerard Steen, 1992 & 1994). Det betyder, at metaforen ikke udelukkende bør betragtes som et kognitivt fænomen men også som et sprogligt og kommunikativt, og derfor i lige så høj grad må undersøges semantisk og pragmatisk.

2. Metaforer i videnskab

Jeg vil starte med at sige, at mit metaforbegreb er analogisk struktureret, og at jeg bruger metaforen som et overbegreb for figurativt sprogbrug. Jeg arbejder i denne forbindelse først og fremmest med to størrelser: analogien og metaforen, og dette arbejde skal lede hen imod en større forståelse af forholdet mellem de to. Analogien ses som et udtryk for den proces, der ligger bag det metaforiske udsagn; altså den proces der styrer en overførsel af betydning mellem to domæner eller kategorier. Her er det et spørgsmål, om man *forstår* noget som struktureret ud fra en anden kategoris struktur. Det centrale er her en overførsel af betydning mellem systemer. Metaforen er derimod, i min terminologi, bundet til det sproglige udtryk. En analogi behøver under ingen omstændigheder at være udtrykt metaforisk, men metaforiske udtryk har altid en analogi som styrende princip bag sig.

Derfor er det interessant at studere de videnskabelige metaforer, fordi de altid i en eller anden udstrækning rører noget om den videnskabelige tænkning.

Traditionelt siges det, at metaforen/analogien har to centrale roller i videnskab; dels som hypotese og dels i processen omkring teorikonstruktion.

Den videnskabelige analogi er en hypotese: "Forestil jer, at elektricitet er struktureret ligesom vandmasser. Det var måske en meget god idé, lad os undersøge på hvilke punkter elektricitet opfører sig som vand." - Herfra kan man så arbejde videre med at eksplicittere berøringspunkter mellem de to områder. Det vigtigste spørgsmål, når man bedømmer en videnskabelig analogi, er i første omgang ikke om den holder, men hvor og hvordan den holder.

Den videnskabelige analogi udmønter sig i dette tilfælde blandt andet i en videnskabelig metafor: 'strøm', der tydeligvis er en overførsel af betydning fra et vand-domæne til et elektricitetsdomæne.

Netop undersøgelserne omkring holdbarhed er det videnskabelige arbejde i en nøddeskal. Teorikonstruktionen er det lange og seje arbejde fra hypotesen til den er udviklet som en passende videnskabelig teori, hvor betydningsoverførelserne er formuleret og afprøvet.

3. Problem, metode og materiale

Gødt nok har metaforer som forskningsobjekt været vældig moderne i det sidste årti, både hos litterater, psykologer, dataloger, sociologer og lingvister, men den dominerende lingvistiske forskning har været teoretisk. Det er i al fald sjældent, at man støder på nogen faktiske lingvistiske analyser. Det synes jeg er lidt af en problem, og derfor ville jeg i denne anledning prøve at udføre et eksperiment: Er der overhovedet metaforer - figurativt sprogbrug - i videnskabelige *tekster*?

Som eksempel har jeg valgt Rutherfords atommodel fra 1911. Jeg har først og fremmest truffet dette valg, fordi den dukker op i stort set alle artikler eller værker om metaforer i videnskab. Den er supereksemplet over alle supereksempler, måske fordi de fleste af os har lært den i skolen - og husker man noget om atomfysik fra folkeskolen, så er det nok den.

I følge Rutherfords atommodel forstås atomet som opbygget som et miniaturessystem. De to objekttyper fra afsenderdomænet, solen og planeterne,

overføres til to objekttyper i modtagerdomænet, kernen og elektronerne. Herefter fokuseres på nogle relationer mellem de to afsenderobjekter, som overføres på modtagerobjekterne: At elektronen er i kredsløb om kernen, at kernen er mere massiv end elektronerne, og at der er en tiltrækkende kraft, som holder objekterne på deres plads.

Senere - med Bohrs artikler i 1913 - kommer så elektronernes rotation i baner omkring kernen. Disse artikler af Bohr betragtes også som den første videnskabelige udvikling af Rutherfords model.

En anden overførsel i denne analogi, som lingvisterne sjovt nok ikke har med - men som er nok så vigtig i denne sammenhæng - er forestillingen om det tomme rum.

Betegnelsen 'atom' kommer fra græsk: 'det udelelige'. Før denne solsystems-model vandt det videnskabelige slag om sandheden, var forestillingen om atomet struktureret som en slags byggesten. Den allermindste byggesten i den store arkitekts værk. Det vigtige i forståelsen af denne byggesten var dens masse, at den var solid. Denne tanke prægede alle andre atommodeller.

Men hvordan bliver den solare analogi så udtrykt i de videnskabelige tekster? Et oplagt gæt er, at det bliver den metaforisk. Og det var det, jeg gerne ville vide. Det vil sige, at jeg leder efter direkte repræsentationer i form af metaforer, der har basis i astronomi eller anden mere almen sprogbrug omkring solsystemet. Med andre ord: jeg leder efter det, der står skrevet i sol og måne.

Det, jeg præsenterer her, er altså en forholdsvis overfladisk analyse med fokus på selve det sproglige udtryk. Hvis man skulle undersøge, om de forskere, der står bag artiklerne, rent faktisk tænkte analogisk eller i metaforer, kræver det, at man går længere ned i teksterne. Her ville man fx være nødt til at sammenligne sprogbrugen mellem to forskellige atommodeller - her fx Thomsons model og Rutherfords model - for at se, om de to modeller genererer forskelligt sprogbrug. Man kan forestille sig, at der er nogle ord, som falder mere naturligt for en tilhænger af solsystemsmodellen, men som ikke umiddelbart eller isoleret kan betragtes som metaforer.

Jeg vil heller ikke gå ind i disse metaforers udseende: om de er metonymier, synekdoke, metaforiske sammenligninger, rene metaforer etc. Som vi vil se findes

der flere forskellige metaforiske stilfigurer i teksterne. For mit overordnede spørgsmål betyder denne form for typologi ikke noget - selvom jeg bestemt ikke vil afvise, at det har betydning.

Jeg har arbejdet med 11 originale videnskabelige tekster fra 1891 til 1911 på i alt 198 sider og præsenterer her resultaterne i omvendt kronologisk orden: de yngste og berømte først.

4. Bohr, Rutherford og Nagaoka

Fordi miniaturesolsystemsmodellen i mange sammenhænge er kendt som 'Rutherfords model' eller som 'Rutherford-Bohr-modellen', forestillede jeg mig at analysere de artikler af hhv. Rutherford og Bohr, hvor modellen præsenteredes første gang. Det drejer sig om fem artikler udgivet i 1911 og 1913.

I Bohrs tre artikler fandt jeg *ingen* direkte metaforer, der kunne siges at være i familie med solsystemsanalogien. På de tre artiklers i alt 68 tætbeskrevne sider var der ikke en eneste metafor, der på nogen måde kunne siges at have forbindelse med et miniaturesolsystem. Når Bohr taler om stjerner, så mener han himmellegemer. I det hele taget var der faktisk ikke særlig mange metaforer, og de der var, var stærkt konventionaliserede.

Bohr beskriver sin egen model bla. således:

According to this theory, the atoms consists of a positively charged nucleus surrounded by a system of electrons kept together by attractive forces from the nucleus; the total negative charge of the electrons is equal to the positive charge of the nucleus. Further the nucleus is assumed to be the seat of the essential part of the mass of the atom, and to have linear dimensions exceedingly small compared with the whole atom.

(Bohr, 1913 a)

De metaforer, man med sin gode vilje kan finde her, er fx almene kognitive metaforer, der er indlejret i hverdagssproget så som "be the seat of" - "at være hovedsædet for". Eftersom videnskabelige tekster også er prosa; bestående af såkaldt almindeligt sprog - og almindeligt sprog vrirler med mere eller mindre døde basis-metaforer, så er det ikke så underligt. De kunne være interessante, hvis man gerne ville vide noget om forfatternes forståelse af den videnskabelige proces - men er ikke relevante i denne sammenhæng.

En anden type metaforer, man kan se her, er de såkaldte etymologiske

metaforer eller metaforer brugt i funktionen katakres - det vil sige i tilfælde, hvor der var opstået et mangel i leksikon. Det vil i denne forbindelse sige begreber, der hovedsagelig bruges som benævnelser for en videnskabelig konstruktion, med en vis metaforisk historie. Eksempler på den slags er 'elektrisk ladning', 'magnetfelter', 'matematiske værdier', 'dyre- og planteceller', 'strøm' etc.

De etymologiske metaforer er ikke så kønsløse, som man kunne tro, men i dette eksempel spiller de ikke den store rolle. Man kunne dog i princippet forestille sig, at miniaturesolsystemsmodellen kunne have medført den form for metaforer. Det ville ikke være utænkeligt, at kernen i stedet for 'kerne' eller 'nucleus' kunne have heddet atomets 'sol' eller 'helium'. Betegnelsen 'elektron' kommer i øvrig fra græsk i betydningen 'rav' - jf. en anden atommodel, der skulle bestå af en slags 'harpiksholdig elektricitet' (Lord Kelvin, 1904, p.528)

Netop de etymologiske metaforer kan være ufatteligt svære at få øje på. De kræver en meget finmasket analyse. Mange af de faglige udtryk har en metaforisk oprindelse - men gennem gradvis accept i det videnskabelige samfund og medfølgende brug har den overførte betydning stabiliseret sig og metaforen er så at sige faldet i søvn. Den betydningsvariant, der gælder inden for fysikken, er blevet fastlagt.

Det medfører for analytikeren det problem, at man skiftevis er mistænksom over for hvad som helst - og det et givetvis den sundeste men noget opslidende udvikling - og at man overser dem.

Men at de har metaforiske aner ser man tydeligt, når man støder på samme ord i en ældre tekst. Et eksempel kan være et udtryk som 'en kemisk binding', 'a chemical bond' eller bare 'bond'. Det er udtryk som fx Bohr bruger i flæng uden at forklare eller på anden måde distancere sig fra det. Bare 39 år tidligere var det nødvendigt med en forklaring, der klart viser de metaforiske aner:

The word bond is here used of the connexions between atoms when they enter into combination. When we use this, which seems the proper signification of the word, the bonds are to be distinguished from the hands or feelers which each atom has, and which, by grappling with the hands or feelers of other atoms, establish bonds between them.
(G. Johnstone Stoney, 1881/1874, p.387)

Bohr vælger altså at udtrykke sin atommodel geometrisk og uden metaforer. Det betyder ikke, at Bohr ikke tænkte efter denne model - der er bare ikke noget

umiddelbart belæg for det i hans sprogbrug i disse artikler. Hvis man gik dybere ned i teksten, kunne man måske finde mere. Der er i dog heller ikke noget belæg for, at han ikke gjorde det - han beskriver bare systemet geometrisk i stedet for metaforisk. Jeg vil altså ikke afvise analogiens eksistens alene ud fra Bohrs artikler.

At solsystemsanalogien af nogen tilskrives Bohr, skyldes at han faktisk udvikler Rutherford-modellen, således at han også argumenterer for flere baner - eller ringe - rundt om kernen/solen:

We can, however, hardly assume the existence of a stable configuration in which the two electrons have the same angular momentum round the nucleus and move in different orbits, the one outside the other.

(Bohr, 1913b, p.41)

Let us consider two rings rotating round a nucleus in a single plane, the one outside the other.

(Bohr, 1913b, p.45)

Forestillingen om baner kan siges at have bund i solsystemsmodellen. I virkeligheden er der ikke tale om baner, men om noget mere abstrakt som energiniveauer. Selvom det umiddelbart kunne virke som en udvidelse af modellen - og beskrives som sådan i teori om metaforer i videnskab - holder den nu ikke, hverken den gang eller nu:

Hvis en elektron i et atom udsender et kvantum energi, hv, må elektronens energi ændre sig med præcis den tilsvarende energi E. Bohr forklarede, at elektronerne "i bane" omkring atomkernen bliver på plads, fordi de ikke kontinuert kan udstråle energi. Men inden for denne forklaringsmodel kan de godt udtstråle (eller absorbere) et helt kvant energi - dvs. en foton - og hoppe fra et niveau (en bane i gammeldags forstand) til et andet. Denne tilsyneladende enkle forklaring markerer i imidlertid endnu et brud med de klassiske ideer. Tænk hvis Mars pludselig forsvandt fra sin bane og samtidig dukkede op igen i Jordens bane, efter at have udsendt et kvantum energi. Man kan sige sig selv, hvor elendigt billedet af atomet i virkeligheden er til at forklare hvad der egentlig sker.

(Gribbin, 1987, p.62)

I Rutherfords to artikler fra 1911 havde jeg mere held med mig. I slutningen af den anden artikel fandt jeg noget, der smager af fisk:

It is of interest to note that Nagaoka has mathematically considered the properties of a 'Saturnian' atom which he supposed to consist of a central attracting mass surrounded by rings of rotating electrons. He showed that such a system was stable if the attractive force was large. From the point of view considered in this paper, the change of large deflexion would practically

be unaltered, whether the atom is considered to be a disk or a sphere.
(Rutherford, 1911b)

Lad os lade den stå et øjeblik og straks se, hvad denne Nagaoka havde at sige. Han havde allerede i 1904 udgivet en artikel i *Philosophical Magazine*, samme tidsskrift som både Bohrs og Rutherfords model blev udgivet i. I denne artikel, "Kinetics of a System of Particles illustrating the Line and the Band Spectrum and the Phenomenon of Radioactivity", finder jeg flere metaforiske udtryk, der er i familie med solsystemsmodellen:

The system, which I am going to discuss, consists of a large number of particles of equal mass arranged in a circle of equal mass arranged in a circle at equal angular intervals and repelling each other with forces inversely proportional to the square of distance; at the centre of the circle place a particle of large mass attracting the other particles to the same law of force (...) **The system differs from the Saturnian system considered by Maxwell in having repelling satellites instead of attracting satellites. The present case will evidently be approximately realized if we replace these satellites by negative electrons and the attracting centre by a positively charged particle.** The investigations on cathode rays and radioactivity have shown that such a system is conceivable as an ideal atom. In his lectures, Sir Oliver Lodge calls attention to a **Saturnian system**, which probably will be of the same arrangement as that above spoken of. (p.445/446)

The oscillations of mutually attracting particles have already engaged the attention of Maxwell in his discussion of Saturn's rings: **the equations here to be considered are nearly of the same form as those given by Maxwell**, but they can conveniently be deduced by means of Lagrange's equation. (p.447)

There are various problems which will possibly be capable of being attacked on the hypothesis of a **Saturnian system**(...)
(Nagaoka, 1903/1904, p.455)

Her kan man først og fremmest konkludere, at denne variant af solsystemsmodellen slet ikke er Rutherfords men Nagaokas. Han har nu heller ikke fundet på det selv, men det vil jeg vende tilbage til om lidt.

Det kan selvfølgelig forklares med den status metaforerne har, nemlig som bærere af hypoteser. Nagaoka siger direkte: "the hypothesis of the Saturnian system". Hvis man ser direkte på udviklingen af metaforen i Nagaokas tekst finder man først præsentation af metaforen som hypotese - og derefter ligheder og forskelle: de to systemer ligner hinanden, hvis man læser satellitterne som negative elektroner og selve planeten som en positivt ladet partikel og lader

systemet fungere således at den centrale masse frastøder partiklerne i stedet for at tiltrække satellitter. Metaforerne står ikke alene.

Både Nagaoka og Rutherford udtrykker en vis distance til deres metaforer. De bruger anførselstegn og Nagaoka understreger, at man *nogenlunde* (approximately) kan realisere atomets struktur ved hjælp af Saturn opbygning. Han postulerer lighed mellem de to systemer, ikke identitet.

Saturn-modellen kan jo virke som lidt af et sidespring i forhold til solsystemsmodellen, selvom den i indhold ligner til forveksling. I begge tilfælde har vi en central kerne med en ring af roterende partikler uden om. Kernen er væsentligt større end partiklerne omkring og udøver en tiltrækningskraft på dem. Saturnmodellen er i Nagaokas udformning en smule mere avanceret, fordi han taler om flere ringe. Rutherford-modellen indeholder kun en. Selvom Saturn-modellen teknisk set også kan rumme mulighed for flere baner omkring kernen er solsystemsmodellen mere illustrativ på netop dette punkt.

5. Lodge, Perrin og Stoney

Her har vi altså belæg for, at solsystemsmodellen faktisk udtrykkes figurativt. Men det er ikke de eneste eksempler. Lad os se, hvilke kæmper Bohr og Rutherford stod på ryggen af.

Der er dog et mindre problem med disse kæmper, og det er, at deres artikler ikke findes i Danmark og skal bestilles hjem fra udlandet - og det tager sin tid. Så dette afsnit bygger desværre også på andre værker end de originale, hvor de pågældende artikler har været citeret. Og det er disse citater der ligger til grund for det følgende, og ikke hele artikler. Det må komme senere, og jeg har dem kun med for at illustrere, at det er her, mellem 1881 og 1906 at vi kan finde oprindelsen til solsystemsmodellen både i tanke og i tekst.

I en artikel "On Electrons" fra 1903 skriver Oliver Lodge:

Among the early contributions that have been made to the theory of moving charges, few are more remarkable than those of Dr. Johnstone Stoney in connection with the process of radiation long before there had been any experimental verification of the separate existence of these electrons, or of the fact the emission of light from a substance is due to their motion. Dr. Stoney had treated them in an **astronomical manner**, in 1891, dealing with an electron moving round an atom as if it were a satellite moving

round a planet, (...) (O.Lodge, 1903)

Lidt uden for den pæne sammenhæng af forskere, der henviser til hinanden og hinandens teorier, eksperimenter og metaforer er Jean Perrin, der ikke desto mindre er den næste i min optrævling af miniaturesolsystemets sproglige historie og udvikling. Men i kronologien er vi nået til hans artikel fra 1901 med titlen "Les hypothèses moléculaires". Han nævnes ikke eller refereres til af nogen af de andre fysikere, og jeg ved faktisk ikke mere om ham. Det eneste jeg ved, er, at han er fransk, er blevet oversat til engelsk af Fr. Soddy - der arbejdede sammen med Rutherford.

Men i denne artikel præsenterer han en atommodel bygget over solsystemet og det gør han metaforisk og ind imellem ganske uden forbehold:

Hvert atom kunne være sammensat, dels af en eller flere masser med en høj ladning af positiv energi, **en slags positive sole**, hvis ladning ville være meget større end en partikels ladning, dels af en mængde partikler, **en slags negative planeter**. Disse masser drages mod hinanden på grund af den elektriske tiltrækning og tilsammen danner de det elektrisk neutrale atom, hvor den sammenlagte negative ladning er nøjagtig lige så stor som den sammenlagte positive ladning. **De negative planeter** som tilhører to forskellige atomer er ens: Hvis det skulle vise sig, at **de positive sole** også var ens, så ville hele **det materielle univers** være udformet af grupperinger med kun to slags primære elementer, den positive og den negative elektricitet. Hvis man påvirker et atom (...) så kan de skille **en af de små planeter**, en partikel, fra (...) Med hensyn til at fjerne **en positiv sol**, så ligger det uden for vores magt i øjeblikket. (...) Hvis atomet er meget tungt, vil den partikler er længst fra centrun - **systemets Neptun** - i sit **kredsløb** ikke være så stærkt tiltrukket af elektriciteten i resten af atomet. (J.Perrin, 1901, p.460 - oversat af Rita Therkelsen. Tak, Rita!)

Her har vi metaforer i deres mest metaforiske udformning - metaforen erstatter i flere tilfælde et mere bogstaveligt udtryk og står alene. På den måde påstår nogle af metaforerne som udtryk faktisk identitet og ikke bare lighed. Hermed vil jeg ikke påstå, at Jean Perrin ligefrem mener, at atomkernen er identisk med en sol - og omvendt (!). Men enkelte af metaforerne er faktisk metaforer - overfører betydning - i deres reneste form. Bemærk at den yderste planet i 1901 var Neptun - en mere nutidig metafor ville være 'systemets Pluto'.

Oliver Lodge udgav i 1906 bogen *Electrons or The Nature and Properties of Negative Electricity*; kapitel 15 i denne bog er en præsentation af fem forskellige hypoteser om atomets indre struktur. Den 5. hypotese, som Lodge i øvrigt afviser,

bekrøver han således:

A fifth view of the atom would regard it as a **central 'sun'** of extremely concentrated positive electricity at the centre, with a multitude of electrons **revolving in astromical orbits, like asteroids**, within its range of attraction. But this would give a law of inverse square for the force, and consequently periodic times dependent on distance, which appears not to correspond with anything observed. (O.Lodge, 1906)

Med denne karakteristik er det måske meget naturligt, at denne optrævling af mit astro-fysiske strikketøj slutter her. Johnstone Stoney kan nemlig med stor sandsynlighed betragtes som den, der opfandt solsystemsmodellen - inspireret af astrologi som forskningsområde og Maxwell i særdeleshed.

Den artikel fra 1891, som Lodge refererer til, findes ikke i Danmark, men jeg har fået opsnuset et abstract fra *Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society* fra 1891. Her står:

(...) the forces that determine the path of the electron are some of them strong and some feeble. We may regard these latter as perturbing forces; and distinguishing the undisturbed orbit - that which the electron would have pursued if the strong forces alone had acted on it - from the actual orbit, we can represent later by applying perturbations to the undisturbed orbit.

The character of the perturbations likely to occur, is known from the elaborate investigations which astronomers have made into the cause of the motions that go on within the solar system, and one of the most familiar of them is an apsidal motion affecting the elliptic partials into which the undisturbed orbit may be revolved.

(Johnstone Stoney, 1891)

Dette ligner en regulær videnskabelig analogi, og er det sådan set også, da Stoney også er astronom. Her overføres - som arbejdshypotese - egenskaber fra et videnskabeligt felt til belysning af et andet. Det, der overføres her, er forestillingen om kræfter, som indvirker på hinanden, så elektronens bevægelse bliver et kredsløb. Her er med andre ord ikke tale om, at nogle almene menneskelige erkendelser spiller ind i forståelsen af atomet (Jeg antager, at videnskabelige erfaringer med astronomisk fysik og teori hverken kan eller kunne betegnes som 'almen').

Her skal lige indskydes, at i 1891 var atomteorien endnu ikke generelt accepteret inden for de relevante videnskabelige samfund. Som tankeredskab eller logisk nødvendighed måske, men ikke som en fysisk realitet. Først i 1897 blev

elektronens eksistens påvist af J.J. Thomson, men ikke under det navn - kun som 'negativ ladning', 'negativ elektricitet'. Det Stoney's abstract indeholder, er altså en slags arbejdshypotese og ikke egentlig teoretiske konklusioner ud fra eksperimentelle data.

Jeg vil for denne gang slutte min søgen her i 1891. Jeg har referencer, der siger, at Stoney skulle have formuleret analogien - eller dele heraf - så tidligt som i 1874, men den artikel har jeg ikke kunnet få fat på endnu. Ud fra materialet her kan vi altså sammenfatte denne videnskabelige analogis udvikling af metaforer eller metaforiske sammenligninger som lige efter bogen.

I begyndelsen, om det så er i 1874 eller 1891 er ligegyldigt i denne sammenhæng, fungerer det sproglige billede som hypotese. Derefter bliver denne hypotese udviklet til en model mellem 1911 og 1913 (blandt andre modeller) - her udbygges og benævnes billedet: De overførte egenskaber ekspliciteres og formuleres og modellen navngives som 'den astronomiske model' eller senere 'den Saturniske model'. Og så dør metaforen; det metaforiske sprogbrug forsvinder gradvis; først ved en enkelt reference til modellen som i Rutherfords tilfælde og så helt væk fra teksten som eksplicit benævnelse som hos Bohr.

Og så er denne model for eftertiden kendt som 'Rutherfords atommodel' eller som 'Bohr-Rutherfords atommodel.' Det kan virke uretfærdigt, men det Bohr og Rutherford gjorde - og som er videnskabens dyd og formål - var at omsætte modellen til videnskabeligt sprog: til beregnelige data, udførlige eksperimenter og matematiserede modeller. Og det er beviserne man bliver kendt for, ikke ideerne.

6. Konklusion og diskussion

I lyset af det kan man besvare mit indledende spørgsmål om den videnskabelige analogi mellem solsystemet og atomets indre struktur, med både et 'nej' og et 'ja'.

(1) Nej, som stiltræk markerer metaforen sig med sit fravær. De videnskabelige analogier kommer sjældent til udtryk. Jeg vil her gerne erindre om, at eksemplerne her repræsenterer ALLE metaforer i de i alt 200 siders atomfysik. Her betyder spørgsmålet både om national stil og mere videnskabelig stil også en del. Samtidig ændrer kommunikationssituationen sig også fra 1881 til 1913: Bohr skriver om andre ting og med et andet fokus; hans interesse er detaljer ved

modellen og deres bevisførelse - og det er også det, hans modtagere interesserer sig for. Derfor (blandt andet) er også en sjældenhed at møde friske, sprælske eller bare nye metaforer i de videnskabelige tekster, jeg har læst.

Der er dog en hel del konventionaliserede metaforer, og disse metaforer er fundamentale. De er det, man kunne kalde sovende metaforer, og bruges altså ikke metaforisk i teksterne. De fungerer som regel som katakreser, men har en metaforisk fortid - enten overført fra latin eller med en ganske almindelig borgerlig fortid, hvor det metaforiske element nu er stivnet som en fast betydningsmulighed.

(2) Sideløbende kan man også svare: 'ja, de videnskabelige analogier manifesterer sig faktisk som metaforer og metaforiske sammenligninger i teksterne. De er nok få, men de er der og de er der ret markant som bærere af hypoteser. Videnskabelige tekster er jo ikke hypoteser alene, men også megen bevisførelse og anden akademisk jongleren - og det er hverken metaforens plads og funktion.

Det er også derfor, der er flere metaforer i de tidligere tekster end i de ældre. Det skyldes ikke bare en ændring i stil, men også en ændring i indhold og formål.