

Helge Kragh

Uorganisk darwinisme – Udviklingstanken i de fysiske videnskaber

Darwins epokegørende teori om arternes oprindelse var selvsagt en biologisk teori – eller, for at undgå anakronismer, en naturhistorisk teori (ordet 'biologi' optræder ikke i *On the Origin of Species*). Den vedrørte udviklingen af især plante- og dyrearter, ikke en mulig udvikling af den uorganiske natur. Ikke desto mindre fik den en vis betydning også for de fysisk-kemiske videnskaber, hvor adskillige forskere fandt det naturligt at søge efter analogier til den organiske udvikling. Man kan med rimelighed tale om en darwinistisk tendens i disse videnskaber i slutningen af 1800-tallet, hvor 'darwinisme' typisk blev forbundet med en generel udviklingslære snarere end med en teori om naturlig selektion. Af denne grund – og fordi fysikere og kemikere i samtiden rent faktisk associerede deres udviklingsideer med Darwins teori – er det berettiget at tale om 'uorganisk darwinisme' og ikke blot uorganisk udvikling.

Især kemihistorikere har interesseret sig herfor, men der findes ingen samlet fremstilling af emnet, og det har heller ikke påkaldt sig synderlig interesse fra de mange historikere, der har beskæftiget sig med Darwin ud fra et biologisk, ideologisk eller samfundsmæssigt perspektiv. Den blomstrende Darwinindustri synes ikke at omfatte de uorganiske naturvidenskaber. Denne artikel er et forsøg på at råde bod herpå, om end det kun kan ske i form af en noget skematisk oversigt.

Darwin og fysikerne

Det afgørende element i den biologiske udviklingsteori, Darwin lancerede i 1859, var en progressiv ændring af arterne gennem naturlig selektion. Det nyskabende var ikke udviklingstanken som sådan, for den var blevet foreslået langt tidligere og havde i midten af 1800-tallet vundet betydelig accept. Hvad mere er, denne generelle form for udvikling var ikke begrænset til den levende

natur, men omfattede også den uorganiske verden. Ideen om, at Jorden og det øvrige univers har en udviklingshistorie, går tilbage til oplysningstiden, hvor den i forskellige versioner blev argumenteret af Comte du Buffon i Frankrig og Immanuel Kant i Tyskland (Toulmin og Goodfield 1982). Mens Buffon i sin *Époques de la nature* fra 1778 fokuserede på Jorden, var Kants ambitiøse projekt i sin *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels* fra 1755 at give en dynamisk kosmogoni på basis af Newtons fysik.

Sådanne ideer om en generel udviklingstendens i naturen var ganske populære også før fremkomsten af *Origin*. De blev med styrke fremført i det kontroversielle værk *Vestiges of the Natural History of Creation* fra 1844, anonymt forfattet af skotten Robert Chambers (Secord 2000). Selv om Chambers gjorde sit bedste for at fremstille sin bog som et bidrag til den naturlige teologi, blev den hårdt angrebet på grund af dens implicite deisme, der for mange i samtiden knapt var til at skelne fra den skinbarlige ateisme. Netop på den tid *Vestiges* udkom, foregik der i fysikken en vigtig begrebsmæssig udvikling, der skulle komme til at kolliderede med den darwinske evolutionslære.

Den gren af fysikken, der var mest relevant for Darwins nye teori for naturhistorien, var den termodynamik, der blev udviklet ca. 1840-60, og som aksiomatisk blev formuleret som to principper eller hovedsætninger. Mens det første princip er loven om energiens bevarelse, er det andet loven om energiens stadige dissipation eller, som Rudolf Clausius kaldte den, loven om entropiens vækst (Brush 1978). Når den nye energilære eller termodynamik syntes i konflikt med darwinismen, skyldtes det især to forhold. Det ene var problemet om Jordens alder, og det andet var entropilovens budskab om en generel 'devolution' snarere end evolution (Kragh 2008: 23-46).

Ud fra sin teori om gradvis biologisk udvikling kunne hverken Darwin eller andre angive en tidsramme, bortset fra at udviklingen måtte have fundet sted over enorme tidsrum. I praksis accepterede Darwin en form for uniformitarianisme, som han overtog fra Charles Lyell og andre geologer, hvilket indebar en næsten uendelig gammel Jord. Kun et enkelt sted i *Origin* kommenterede Darwin den geologiske tidsskala, og da på en ganske uheldig måde, idet han estimerede, at det ville have taget vandet ca. 300 millioner år at erodere et stort dalsystem (the Weald) i England. Han blev for sent klar over, at dette løse estimat var kritisabelt og kunne bruges af hans modstandere. I tredjeudgaven fra 1861 var kommentaren da også udeladt, men da var skaden sket.

Den store skotske fysiker William Thomson, der fra 1892 var bedre kendt som Lord Kelvin, havde ud fra termodynamiske beregninger fundet, at Jordens alder måtte være betydelig mindre end antydte af Darwin, hvilket han brugte til at angribe såvel den geologiske uniformitarianisme som den darwinistiske evolutionsteori. Den efterfølgende kontrovers var primært mellem geo-

loger og fysikere, mens Darwin selv holdt sig udenfor (Burchfield 1975; Smith & Wise 1989: 579-612). Kontroversen havde dog relevans for den biologiske udviklingslære, da Thomsons værdi for Jordens alder – som han i 1899 konkluderede var omkring 20-30 millioner år – var lige så uspiselig for darwinistiske biologer som for geologerne. Først med udviklingen af dateringsmetoder baseret på radioaktive målinger blev det klart, at Jordens alder er langt højere end, hvad både geologer og fysikere havde forestillet sig.

Den matematisk ukyndige Darwin var ikke i stand til at gennemskue og besvare Thomsons udfordring, selv om den i høj grad generede ham, sådan som han indrømmede i et brev fra 1869 til Alfred Russel Wallace, der uafhængigt var nået frem til ideen om udvikling gennem naturlig selektion (Burchfield 1975: 75). Han var ligeledes bekymret over det mere generelle budskab fra termodynamikkens 2. lov, nemlig at ethvert fysisk system spontant vil omdannes til en livløs suppe af varmeenergi. Fremtidssceneriet om denne såkaldte 'varmedød' var accepteret af de fleste fysikere, der forudså en fjern fremtid for solsystemet, hvor intet liv og ingen aktivitet kunne eksistere. Darwin kommenterede ikke offentligt denne pessimistiske spådom, men han gjorde det i sine selvbiografiske skitser, der først blev udgivet efter hans død, og som i 1889 kom i en norsk-dansk oversættelse. Her henviste han til "den af de fleste fysikere delte mening, at solen tillige med alle planeterne i tidens løb vil blive for kolde til al slags liv, medmindre et eller andet stort legeme falder ned på solen og gir den nyt liv." Han fortsatte:

Dersom man som jeg tror, at mennesket i en fjern fremtid vil bli langt fuldkomnere, end det nu er, saa er det en uudholdelig tanke, at det og alle andre sanssevæsener er dømte til fuldstændig tilintetgørelse efter en saa længe fortsat og langsom udvikling. Dem, som fuldt ud tror paa den menneskelige sjæls udødelighed, vil vor verdens ødelæggelse ikke synes saa frygtelig. (Darwin 1889, bd. 1: 353)

Men Darwin selv fandt ingen trøst i sjælens udødelighed, for på det tidspunkt troede han hverken på den eller på den kristne Gud.

Den indbyggede konflikt, der tilsyneladende var mellem den progressive biologiske udvikling og fysikernes termodynamik, optog ikke blot Darwin, men også mange andre. Der var i årene omkring 1900 adskillige forsøg på at vise, at livsprocesser og den organiske udvikling ikke var underlagt den 2. hovedsætnings tyranni. Den fremtrædende tyske udviklingsbiolog Ernst Haeckel afviste ganske varmedøden, og Georg Hirth, Hans Driesch, Felix Auerbach og andre opfandt mod-entropiske mekanismer, der skulle sikre fortsatte livsprocesser. Disse forsøg på en slags moderne vitalisme resulterede i hypotetiske begreber som 'enteleki' og 'ektropi', men de vandt ikke stor tilslutning.

Først senere stod det klart, at der ikke er nogen virkelig modsætning mellem termodynamikkens 2. hovedsætning og udviklingen af nye livsformer (Patterson 1983).

Fra nebularhypotese til astrokemi

Den almindelige udviklingstanke optrådte i en astronomisk sammenhæng, næsten et århundrede før den indgik i Darwins biologiske teori. Det er da også blevet hævdet, at sidstnævnte stod i gæld til den fysisk-astronomiske udviklingsteori, men den empiriske evidens for en sådan forbindelse er ikke overbevisende (Schweber 1977). Gennem det meste af det 19. århundrede var den såkaldte nebularhypotese populær, om end den også var kontroversiel og i perioder plaget af problemer (Numbers 1977; Brush 1987). Hypotesen er også kendt som Kant-Laplace-hypotesen, idet den overtog træk fra Kants kosmologi fra 1755, og før solsystemets vedkommende fik et mere videnskabeligt grundlag i Pierre-Simon Laplaces berømte *Exposition du système du monde* fra 1796; desuden fik den støtte og autoritet fra William Herschels observationer fra ca. 1785-1815 af de fjerne tågelignende objekter i universet.

Ifølge nebularhypotesen var solsystemet og alle andre stjerner og planeter opstået gennem en 'historisk' proces, hvor en oprindelig roterende tåge- eller gasmasse havde givet anledning til planetdannelse, og hvor himmellegemerne var kondenseret fra de varme urtåger. Hele den kosmiske historie var styret af naturlovene, mens der ikke var plads til en direkte guddommelig skabelse. Det var et sådant scenario, der blev fremført i bl.a. *Vestiges*, og noget senere blev forsvaret af Herbert Spencer og mange andre. I litteraturen om den omstridte nebularhypotese blev der hyppigt gjort brug af biologiske metaforer, der i udviklet form kan findes allerede hos Herschel i hans vigtige række af artikler om "The Construction of the Heavens" fra 1780'erne. Der var dog typisk tale om, at man brugte plante- og dyreverdenen til at illustrere udviklingen af den astronomiske verden, snarere end at man argumenterede den modsatte vej.

Blandt de værker, der gjorde nebularhypotesen kendt, var Alexander von Humboldts voldsomt populære *Kosmos* fra 1844, hvor den prædarwinistiske udviklingstanke blev udfoldet for både den organiske og uorganiske natur. Ligesom Herschel analogiserede Humboldt fra den organiske verden til den uorganiske, sådan som den fandtes på en kosmisk målestok. I den danske oversættelse fra 1855, foretaget af officeren og skribenten Christian Anders Schumacher, hedder det:

Den genetiske Udvikling, den uafbrudte Dannelses-Proces, som denne Deel af Himmelfrummene synes at være i Begreb med, har ledet den tænkende Iagttagelse til Analogier i de organiske Phænomener. Ligesom vi i vore Skove see den samme Dannelsesmaade samtidig i alle Vegetationens Trin, og fra denne Betragtning, fra denne Coexistents modtage et synligt Indtryk af den fremadskridende Livs-Udvikling, saaledes erkjende vi ogsaa de forskjellige Stadier af Stjernerdannelsen i den store Verdenshave. Fortætnings-processen, som Anaximenes og den hele Ioniske Skole lærte, synes her at foregaae ligesom for vore Øine. (Humboldt 1855, bd. 1: 63-64)

Omkring den tid, da Humboldt udgav sin *Kosmos* og Chambers sin *Vestiges*, kom nebularhypotesen dog i vanskeligheder som følge af astronomiske observationer, der viste at flere af tågerne kunne opløses i individuelle stjerner. Dette blev ikke blot set som et stort problem for nebularhypotesen, men også for spekulationerne om organisk udvikling fra en biologisk art til en anden (Numbers 1977). På trods af disse vanskeligheder forblev udvikling at være à la mode blandt mange videnskabsmænd, uanset om de beskæftigede sig med planter eller stjerner. Med lidt snilde kunne man fremstille den kosmiske udviklingstanke som værende i harmoni med den kristne tro på en guddommelig plan, sådan som Glasgow-astronomen John Pringle Nichols gjorde i sin populære *Architecture of the Heavens* fra 1837 (som Darwin læste samme år).

På den tid, da Darwin publicerede sit hovedværk, var nebularhypotesen velkendt, dog uden at have stor videnskabelig troværdighed. Darwin var bekendt med hypotesen, men hans interesse var geologisk og ikke astronomisk. Intet tyder på, at den spillede nogen væsentlig rolle for de tanker, der førte ham til teorien om den naturlige selektion (Schweber 1977). Forbindelsen mellem organisk og uorganisk evolution fik en ny drejning netop på denne tid, hvilket skyldes to faktorer: Den ene var debatten omkring *Origin*, og den anden var den nye form for spektroskopisk teknik, der opstod med Gustav Kirchhoffs og Robert Bunsens opfindelse af spektroskopet i 1859-60.

Den astronomiske brug af spektroskopet kom ikke blot den trængte nebularhypotese til hjælp, den åbnede også op for en ny fase af spekulationer om uorganisk udvikling på det atomare niveau. De astrospektroskopiske undersøgelser satte forskerne i stand til at bestemme den kemiske sammensætning af stjerner og tåger, dvs. deres bestanddele af grundstoffer. I 1860'erne opstod en ny videnskab om stjernernes kemi, astrokemien, der fokuserede på grundstoffernes art og hyppighed under de meget anderledes omstændigheder, der fandtes i verdensrummet. Ved at studere spektrallinjer fra stjernerne og sammenligne dem med de spektrer, der var optaget i laboratoriet, blev flere kemikere, fysikere og astronomer overbevist om, at atomer er de midlertidige

slutprodukter af en kosmisk udviklingsproces. Ifølge denne tankegang, der især var populær i England, var kemiens atomer ikke udelelige og permanente objekter. Derimod stammede de fra mere primitive 'arter', hvorfra de havde udviklet sig. Ud fra denne tankegang var der ingen grundlæggende forskel på den biologiske og den uorganisk-atomare udvikling (Knight 1978).

Et dansk eksempel på kemisk darwinisme

Astrokemiske versioner af en udviklingslære, hvor de nuværende atomer så at sige svarede til de højest udviklede biologiske arter, fandtes i adskillige former i perioden fra omkring 1870 til 1910. Bortset fra den evidens, der stammede fra stjernernes spektrer, stod denne uortodokse tradition i gæld til to andre kemiske teorier, nemlig Prouts hypotese og det periodiske system. Ifølge førstnævnte hypotese, der oprindeligt var fremsat af den engelske læge William Prout i 1815, var atomvægten af alle grundstoffer multipla af brints atomvægt, hvilket antydede at brintatomet var et primitivt 'protyl', hvoraf de tungere grundstoffer var opbygget (Brock 1985). Senere målinger af atomvægtene viste ganske vist, at grundlaget for Prouts hypotese var mere end tvivlsomt, men alligevel vedblev hypotesen at være attraktiv. Hvis uratomet ikke kunne identificeres med brint, kunne man altid forestille sig endnu mindre uratomer, der blot ikke var opdaget endnu.

Det periodiske system i omtrent dets nuværende form blev foreslået af den russiske kemiker Dmitri Mendeleef i 1869 og gav anledning til mange ideer om sammenhænge mellem de ca. 70 grundstoffer, man dengang kendte. Mendeleef selv benægtede, at der var sådanne sammenhænge, men andre kemikere så systemet som et slags stamtræ for grundstoffer og et indicium for hypotesen om sammensatte atomer opstået gennem naturlig udvikling. Det var uklart, hvordan en sådan udviklingsproces var foregået, men den almindelige hypotese byggede på ideer om kosmiske kondensationsprocesser, hvor atomerne var opstået ud fra oprindelige brintatomer eller endnu mindre enheder. Omvendt kunne man antage eksistensen af dissociationsprocesser, hvor grundstoffer blev nedbrudt til primitive enheder. Disse uratomer blev af og til eksplicit sammenlignet med biologernes hypotetiske protoplasma (Preyer 1896: 126).

Blandt de kemikere, der med forkærlighed spekulerede om materiens enhed og fælles ophav, var den danske Julius Thomsen, der nød international anerkendelse på grund af sine vigtige termokemiske arbejder. Thomsen var gennem fyrré år professor i kemi ved Københavns Universitet og i én årrække direktør for Polyteknisk Lærestanstalt samt præsident for Det kgl. danske Videnskabernes Selskab, så han var en anset og indflydelsesrig forsker. Allerede i 1865 gjorde han sig til talsmand for en version af Prouts hypotese, og han fort-

satte livet igennem med at undersøge hypotesen om en fælles ursubstans for alt stof (Kragh 1982). Denne hypotese så han ikke blot som støttet af analyser af atomvægtene, men også af det periodiske system.

Det vides ikke, hvornår Thomsen stiftede bekendtskab med Darwins tanker, der i Danmark var velkendte i 1860'erne fra aviser og tidsskrifter. Ej heller vides det, hvornår han læste Darwins *Origin*, eller formentlig J. P. Jacobsens danske oversættelse *Om arternes Oprindelse* (1871-72), men det er ganske klart, at hans ideer om materiens enhed stod i gæld til den også i Danmark meget diskuterede udviklingslære (Kjærgaard og Gregersen 2006). De stod formentlig også i gæld til nebularhypotesen, som han var nøje bekendt med og i 1856 havde beskrevet indgående i en populær bog (Thomsen 1856: 255-287).

I et skrift fra 1884 omtalte Thomsen en klasse af kemiske processer ved den darwinistiske metafor ”den Stærkeres Ret”, sådan som den viste sig i, at et stof af typen $A + BC$ spontant blev omdannet til $AB + C$ (Thomsen 1884). I kemisk sprogbrug blev dette udtrykt ved at B havde større ”affinitet” til A end til C, og Thomsen mente, at læren om kemiske affiniteter med fordel kunne forstås inden for darwinismens rammer. Han antydede, at de almindelige grundstoffer var resultatet af en kosmisk udviklingskamp, hvor kun de bedst egnede havde overlevet. Tre år senere gav han en stærkt udvidet og mere visionær version af disse tanker, hvor han ved henvisning til de spektroskopiske undersøgelser af stjerner forsvarede Prouts hypotese om materiens enhed og kompleksitet. Det er muligt, skrev han, at vi ”i Solens Atmosfære maa kunne forefinde i fri Tilstand en Del af de primitive materielle Smaadele, af hvilke Atomerne tænkes opstaaede ved Sammenlejring” (Thomsen 1887: 29).

I Thomsens fremstilling fra 1887 spillede darwinistiske metaforer en endnu større rolle, end de gjorde i hans tidligere arbejde. Når det drejede sig om spørgsmålet om grundstoffernes opståen, så befandt kemikeren sig ”i en lignende Stilling som Biologen med Hensyn til Spørgsmaalet om Arternes Konstans.” Lige som biologen måtte slutte sig til udviklingslæren uden at kunne eksperimentere med arternes udvikling, således måtte kemikeren basere sin viden om uorganisk udvikling på indirekte argumenter. Thomsen udpenslede analogien med disse ord:

Ligesom Biologen antager, at den Stærkeres Ret har gjort sig gjældende under en saadan Udvikling, [...] saaledes ogsaa Kemikeren; han viser, at grundstoffernes Atomvægt ikke danner en fortløbende Talrække, men at der savnes mange Led imellem de bekjendte Grundstoffer, og han fristes til at søge Aarsagen deri, at den Stærkeres Ret har gjort sig gjældende og kun tilstedet Dannelsen af saadanne Atomer, hvis Bygning frembyder den fornødne Fasthed for en vedvarende Bestaaen. (Thomsen 1887: 37)

Den slags ideer, som Thomsen fremførte, var populære i sidste del af 1800-tallet, men på ingen måde alment anerkendte. James Clerk Maxwell talte utvivlsomt på vegne af flertallet af fysikere og kemikere, da han i 1873 argumenterede for, at atomer og molekyler var permanente objekter, som ikke havde gennemgået nogen form for naturlig udvikling. Ifølge den stærkt religiøse Maxwell var atomerne skabt af Gud ved verdens begyndelse, og de havde ikke ændret sig siden (Maxwell 1965, 2. del: 376).

Dissociationshypotesen

Den engelske astrofysiker Norman Lockyer er i dag måske mest kendt som grundlægger af tidsskriftet *Nature*, men i sin samtid var han også en velkendt astronom og videnskabelig forfatter. I artikler og bøger som *Solar Physics* (1874), *Chemistry of the Sun* (1887) og *Inorganic Evolution* (1900) udviklede han en teori om, at grundstofatomerne var under dannelse i stjernerne, og at de dér fandtes sammen med mere simple, subatomiske bestanddele. Denne såkaldte dissociationshypotese var spekulativ, men den havde en vis evidens i form af spektrallinjer og vandt betydelig tilslutning blandt Victoriatidens videnskabsmænd. Lignende anskuelser blev fremført i USA af geologen Thomas Sterry Hunt, i England af astronomen William Huggins og kemikerne William Crookes og Thomas Carnelley, og som nævnt i Danmark af Julius Thomsen.

Lockyer var overbevist om, at såvel atomer som stjerner havde en udviklingshistorie, og at denne var i harmoni med den darwinistiske form for biologisk udvikling. Han gav udtryk for denne overbevisning ved mange lejligheder, f.eks. således:

Lige som planter og dyr udgør den organiske eller levende verden, således udgør de såkaldte grundstoffer den uorganiske eller ikke-levende verden. Vi må nu overveje [...] hvorvidt vi må acceptere, at grundstofferne er produkter af udviklingen, på samme måde som planter og dyr. [...] Svaret på spørgsmålet, 'fremviser stjernerne en progressiv udvikling af kemiske former, lige som de geologiske aflejringer fremviser en progressiv udvikling af organiske former?', er klart og præcist. Der er et fremskridt. (Lockyer 1900: 157-160)

Der var fra omkring 1870 adskillige fysikere og kemikere, der direkte henviste til Darwins teori som en ramme, inden for hvilken atomers og molekylers udvikling kunne forstås. Blandt de første var Morris Birkbeck Pell, der var professor i fysik og matematik ved universitetet i Sydney, og som i 1872 gjorde brug af "princippet om den naturlige selektion" og andre darwinistiske begreber i en artikel om materiens opbygning. Ifølge Pell ville selektionsprincip-

pet virke allerede i den oprindelige urtåge bestående af primitive molekyler, hvilket han beskrev med en noget militaristisk sprogbrug: ”I krigen mellem molekylerne ville enhver besejret fjende blive sejrherrens allierede. De molekyler, der udmærker sig ved antal og styrke, ville gradvis komme til magten ved at ødelægge de svagere molekyler” (Pell 1872: 185). Året efter diskuterede den tyske filosof Carl du Prel emnet i en bog med den karakteristiske titel *Der Kampf ums Dasein am Himmel*, som han i 1874 sendte til Darwin.

Højdepunktet i den uorganiske darwinisme var på mange måder en tale, som den fremtrædende kemiker William Crookes gav i 1886 på mødet i British Association for the Advancement of Science. Hans emne var de kemiske grundstoffer, som han i overensstemmelse med Lockyer og den proutske hypotese opfattede som stabile konglomerater af mindre dele, der i sidste instans kunne føres tilbage til en enkelt ursubstans. Hermed mente han i princippet at kunne forklare, hvorfor der kun er et bestemt antal grundstoffer og at disse har bestemte atomvægte. Uden direkte at nævne debatten om darwinismen, sagde han:

For det overfladiske og hurtige blik kan design og udvikling forekomme at være modsætninger; men den mere omhyggelige forsker indser, at udviklingen, som til stadighed foregår på en skala mod større fuldkommenhed, er det stærkeste argument for en forudfattet plan. (Crookes 1886: 561)

Ifølge Crookes var der en næsten perfekt analogi mellem den biologiske udvikling og den, der var ansvarlig for udviklingen af vore grundstoffer. Nogle grundstoffer var meget almindelige, ligesom nogle arter var det; og de mere sjældne grundstoffer, som de såkaldte lanthanider eller sjældne jordarter, sammenlignede han med ”Australiens og Ny Guineas Monotremata”, dvs. med den sjældne orden af kloakdyr, der kun omfatter arterne myrepindsvin og næbdyr. Idet han direkte henviste til ”uorganisk darwinisme” fortsatte Crookes med at fremhæve, hvor naturligt det var at ”opfatte de eksisterende grundstoffer, ikke som oprindelige, men som det gradvise produkt af en udviklingsproces, måske endda af en ’kamp for tilværelsen.’” Ligesom en bestemt dyreart kunne omdannes til en anden, sådan mente han, at grundstofforvandling var en mulighed, og at sådanne transmutationer foregik naturligt i stjernerne. Efter at have foreslået en evolutionær fortolkning af det periodiske system opsummerede Crookes sin vision om uorganisk udvikling på denne måde:

Vi har foreslået at [grundstofferne] har deres oprindelse i en udviklingsproces, ligesom tilfældet er med himmellegemerne ifølge Laplace og med vor klodes planter og dyr ifølge Lamarck, Darwin og Wallace. I grundstoffernes almindelige

system, sådan som vi kender det, har vi set en slående tilnærmelse til den organiske verden. (Crookes 1886: 576)

Der er næppe tvivl om, at Julius Thomsen var bekendt med Crookes' tale, for der er betydelige ligheder mellem denne og Thomsens egen fremlæggelse af de uorganiske udviklingsprocesser fra 1887.

Den molekylære tilværelseskamp

De spekulationer, der skyldtes forskere som Thomsen, Lockyer og Crookes, var inspireret af debatten om Darwins udviklingslære, men gik ikke videre end til at antyde, at princippet om den naturlige selektion kunne overføres til det uorganiske område. Muligheden af en forbindelse mellem Darwins udviklingslære og den proutske hypotese om en fælles stamform for alle grundstoffer var blevet nævnt så tidligt som 1860, og da af en botaniker snarere end en kemiker, nemlig af Asa Gray i hans berømte essay om *Origin* i *American Journal of Science and Arts*. Ifølge Gray, der var en personlig ven af Darwin og blandt hans vigtigste støtter, var der endda bedre empirisk evidens for Darwins hypotese end for Prouts spekulation.

En mere eksplicit brug af darwinismen i de fysisk-kemiske videnskaber blev foreslået af to mindre kendte naturforskere, Leopold Pfaundler i Østrig og William Preyer i Tyskland (Snelders 1977). Pfaundler, der var professor ved universitetet i Innsbruck, arbejdede på grænsefladen mellem fysik og kemi og især med dissociationsprocesser (f.eks. den termiske spaltning af salmiak til ammoniak og klorbrinte). I arbejder fra 1873-74 argumenterede han for, at der var en ”dybtgående analogi” mellem sådanne processer og arternes oprindelse; kun ved at anlægge et darwinistisk perspektiv kunne man forklare, hvorfor nogle molekyler spaltes ved opvarmning, mens andre ikke gør det. I stedet for at bruge det normale udtryk ”dynamisk ligevægt” for en dissociationsproces valgte Pfaundler at tale om ”konkurrence mellem molekyler” og en ”tilværelseskamp” (Kampf ums Dasein) mellem dem (Snelders 1977).

Ifølge Pfaundler ville kun de ”stærkere” molekyler overleve i den stadige kamp for tilværelsen, mens de ”svagere” ville dø, dvs. spaltes til andre molekyler. I den naturlige selektion, som den finder sted i dyre- og planteverdenen, vil en egenskab, der er gavnlig i kampen for tilværelsen reproduceres i et større antal individer. Pfaundler mente, at en lignende forklaring kunne bruges for molekyler i en lukket beholder. En sådan Theorie der Konkurrenz der Moleküle anvendte han på en række områder af den fysiske kemi, herunder ligevægte, krystaldannelse og den såkaldte massevirkningslov. ”Darwins principper har også gyldighed i den molekylære verden”, konkluderede han (Snelders 1977: 60).

Pfaunders interesse i darwinismen kan muligvis spores tilbage til hans deltagelse i et møde for tyske naturforskere, der blev afholdt i Innsbruck i 1869, og hvor Darwins teori blev indgående og positivt diskuteret af bl.a. Hermann von Helmholtz og Carl Vogt. Blandt talerne ved mødet var også den engelskfødte Thierry William Preyer, der var professor i fysiologi ved universitetet i Jena og en begejstret tilhænger af det darwinistiske evangelium. Sammen med Haeckel var han den mest prominente talsmand for darwinismen i Tyskland, og han korresponderede i årene 1868-81 med Darwin. I 1896 udgav han en biografi om sin helt (Preyer 1896). Når Preyer er af interesse i denne sammenhæng, er det fordi, han delte Pfaunders og andres tro på, at principperne for organisk udvikling kunne overføres til den uorganiske materie. Så tidligt som 1872 havde han argumenteret for, at såvel den darwinistiske eksistens-kamp som det tilknyttede afstammingsprincip havde generel gyldighed. Disse principper var ikke begrænset til den organiske verden, men gjaldt også for kemiske og fysiske processer.

I arbejder fra omkring 1890, kulminerende i en monografi fra 1893, gav Preyer en detaljeret fortolkning af det periodiske system som et stamtræ udformet efter darwinismens forskrifter (Preyer 1893). Sådanne fortolkninger var ikke nye, men de nåede deres klimaks med *Das genetische System der chemischen Elemente*, hvori Preyer forklarede, hvordan alle de kendte grundstoffer havde udviklet sig fra en fælles stamform, der kunne være enten brint eller verdensæteren. Hans tapre forsøg på at 'darwinisere' det periodiske system vandt dog ikke tilslutning blandt kemikerne.

Du Prel og Preyer hørte til de mange tyske tænkere, der i en generel forstand nærrede sympati for det monistiske verdensbillede, der ved 1800-tallets afslutning i forskellige versioner blev fremlagt af Haeckel og den fysiske kemiker Wilhelm Ostwald. Ingen af disse to fremtrædende åndspersonligheder accepterede dog en uorganisk udvikling af atomer fra simple til mere komplekse strukturer, sådan som man kan finde ideen hos Crookes, Thomsen og Preyer. For Ostwalds vedkommende var den udelukket, al den stund han benægtede eksistensen af atomer og molekyler. Haeckel tilsluttede sig ganske vist en uortodoks og spekulativ form for atomteori, men uden at knytte den til et udviklingsperspektiv.

Charles Darwin synes ikke selv at have delt fysikernes og kemikernes interesse for den uorganiske udvikling. Interessen var der til gengæld hos hans søn George Howard Darwin, der var en fremtrædende geofysiker og astronom og fra 1883 til sin død i 1912 virkede som professor i Cambridge. Ved årsmødet i British Association i 1905 holdt han som præsident for selskabet en tale, hvori han opridsede den uorganiske udviklingstanke i lyset af de nye opdagelser af røntgenstråling, radioaktivitet og elektronen. Som han

så det, havde disse opdagelser blot styrket hypotesen om den uorganiske darwinisme:

Det er kommet dertil, at grundstofferne og stjernesystemernes oprindelse og historie nu optager langt mere plads i naturvidenskaben, end hvad tidligere var tilfældet. Jeg vil diskutere i hvilket omfang ideer, der svarer til dem, som har gjort så meget til at afklare livets problemer, også har gyldighed i materiens verden; og jeg tror, det vil være muligt at vise, at i denne henseende er der en lighed mellem de to områder af naturen, som ikke blot skyldes fantasien. [...] Vi føres til at formode, at adskillige grundstoffer repræsenterer de forskellige samfund af korpuskler [dvs. elektroner], som har vist deres stabilitet ved deres succes i kampen for livet. (Darwin 1905: 7, 12)

Konklusion

Som det er fremgået af denne oversigt, spillede udviklingslæren i almindelighed og darwinismen i særdeleshed en betydelig rolle i de fysiske videnskaber i sidste del af 1800-tallet. Specielt var dette tilfældet i kemien, hvor den generelle interesse for udvikling syntes at finde støtte i det periodiske system, spektrer fra stjernerne og dissociationsprocesser. Den omfattende diskussion om Darwins teori gav nyt liv til den ellers diskrediterede proutske hypotese, der af flere forskere nu blev set i lyset af 'uorganisk darwinisme'. Meget af denne litteratur vedrørte dog kun udvikling i en generel forstand, og ikke det særegne ved netop Darwins teori. Darwinistiske metaforer optrådte hyppigt, men det gik sjældent dybere end det metaforiske og analogiske plan.

Vi ved i dag, at mange af de spekulationer, der var populære i den victorianske æra, er grundlæggende korrekte. Selv om dette måske er irrelevant ud fra et historistisk synspunkt, er det dog værd at notere sig, at uorganisk udvikling i dag anses for et videnskabeligt faktum. Derimod er uorganisk darwinisme og naturlig selektion ikke anerkendt blandt fysikere og kemikere. Alligevel er ideen ikke ganske død, og i en kosmologisk sammenhæng er den blevet genoplivet i forbindelse med teorier om kvantegravitation og såkaldt kaotisk inflation (Smolin 1997; se også *New Scientist*, 15. januar 1994: 38). Darwinistisk inspireret kosmologi er dog udpræget spekulativ og har kun en perifer position i den moderne kosmologiske videnskab.

Litteratur

- Brock, William H. (1985): *From Protyle to Proton: William Prout and the Nature of Matter*, 1785-1985, Bristol: Adam Hilger.
- Brush, Stephen (1978): *The Temperature of History: Phases of Science and Culture in the Nineteenth Century*, New York: Burt Franklin & Co.
- Brush, Stephen (1987): "The Nebular Hypothesis and the Evolutionary Worldview", *History of Science*, vol. 25, s. 245-278.
- Burchfield, Joe (1975): *Lord Kelvin and the Age of the Earth*, London: Macmillan.
- Crookes, William (1886): "On the Nature and Origin of the so-called Elements", *Report of the British Association for the Advancement of Science*, s. 558-576.
- Darwin, Charles (1889): *Charles Darwins Liv og Breve*, med et Kapitel Selvbiografi, 3 bd., Fagerstrand: Bibliotek for de Tusen Hjem.
- Darwin, George H. (1905): "President's Address", *Report of the British Association for the Advancement of Science*, s. 3-32.
- Humboldt, Alexander von (1855): *Kosmos: Udkast til en Physisk Verdensbeskrivelse*, København: F. H. Gibes Forlag.
- Kjærgaard, Peter C. & Gregersen, Niels H. (2006): "Darwinism Comes to Denmark: The Early Danish Reception of Darwin's Origin of Species", *Ideas in History*, vol. 1, s. 151-176.
- Knight, David M. (1978): *The Transcendental Part of Chemistry*, Folkestone: Dawson.
- Kragh, Helge (1982): "Julius Thomsen and 19th-Century Speculations on the Complexity of Atoms", *Annals of Science*, vol. 39, s. 37-60.
- Kragh, Helge (2008): *Entropic Creation: Religious Contexts of Thermodynamics and Cosmology*, Aldershot: Ashgate.
- Lockyer, J. Norman (1900): *Inorganic Evolution, as Studied by Spectrum Analysis*, London: Macmillan.
- Maxwell, James C. (1965): *The Scientific Papers of James Clerk Maxwell*, New York: Dover Publications.
- Numbers, Ronald L. (1977): *Creation by Natural Law: Laplace's Nebular Hypothesis in American Thought*, Seattle: University of Washington Press.
- Patterson, John (1983): "Thermodynamics and Evolution" i Laurie R. Godfrey (red.): *Scientists Confront Creationism*, New York: Norton, s. 99-116.
- Pell, Morris B. (1872): "On the Constitution of Matter", *Philosophical Magazine*, vol. 43, s. 161-185.
- Preyer, William (1893): *Das genetische System der chemischen Elemente*, Berlin: Friedländer & Sohn.
- Preyer, William (1896): *Darwin. Sein Leben und Wirken*, Berlin: Ernst Hofman & Co.
- Schweber, Silvan (1977): "The Origin of the Origin Revisited", *Journal of the History of Biology*, vol. 10, s. 229-316.
- Secord, James (2000): *Victorian Sensation: The Extraordinary Publication, Reception, and Secret*

- Authorship of Vestiges of the Natural History of Creation*, Chicago: University of Chicago Press.
- Smith, Crosbie W. & Wise, M. Norton (1989): *Energy & Empire. A Biographical Study of Lord Kelvin*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Smolin, Lee (1997): *The Life of the Cosmos*, New York: Oxford University Press.
- Snelders, Harry A.M. (1977): "Dissociation, Darwinism and Entropy: A Case-Study from the History of Physical Chemistry", *Janus*, vol. 64, s. 51-75.
- Thomsen, Julius (1856): *Vandringer paa Naturvidenskabens Gebeet*, København: C.A. Reitzel.
- Thomsen, Julius (1884): *Om Molekyler og Atomer*, København: Københavns Universitet.
- Thomsen, Julius (1887): *Om Materiens Enbed*, København: Københavns Universitet.
- Toulmin, Stephen & Goodfield, June (1982): *The Discovery of Time*, Chicago: University of Chicago Press.