

**Engels, F.**

**Dialectiek van de Natuur**



[www.MinisterieVanPropaganda.org](http://www.MinisterieVanPropaganda.org)

## **Inhoud:**

**Woord vooraf, door J.B.S. Haldane, 1939**

**Het belang van Friedrich Engels voor een  
hedendaagse materialistische epistemologie  
Toelichting door Joost Kircz, 2020**

**Inleiding**

**Dialectiek**

**Basisvormen van de beweging**

**Het meten van de beweging – arbeid**

**Warmte**

**Elektriciteit**

**Getijdenwrijving. Kant en Thomson–Tait**

**De rol van de arbeid in de overgang van aap naar  
mens, 1876** — [ Dit is een kopie van de **eerdere  
vertaling** van LSP. Dit hoofdstuk als E-boek: **hier** ]

**Natuuronderzoek naar de geestenwereld, 1878**

**Nota's**

**Wetenschapsgeschiedenis**

**Natuurwetenschap en filosofie**

**Dialectiek**

**Bewegingsvormen van de materie.  
Classificatie van de wetenschappen**

**Wiskunde**

**Mechanica en astronomie**

**Fysica**

**Chemie**

**Biologie**

**Bijlagen**

**Titels en inhoud van de mappen — —  
Plannen en schetsen**

Woord vooraf, door J.B.S. Haldane, 1939

Marxisme heeft een tweeledige invloed op de wetenschap. In de eerste plaats bestuderen marxisten de wetenschap naast andere menselijke activiteiten. Ze laten zien hoe de wetenschappelijke activiteiten van een samenleving afhankelijk zijn van haar veranderende behoeften, en dus op de lange duur van haar productieve methoden, en hoe de wetenschap de productieve methoden, en dus de hele samenleving, verandert. Deze analyse is nodig voor elke wetenschappelijke benadering van de geschiedenis en zelfs niet-marxisten accepteren dit nu gedeeltelijk. Ten tweede waren Marx en Engels niet tevreden met de analyse van de veranderingen in de samenleving. In de dialectiek zagen zij de wetenschap van de algemene veranderingswetten, niet alleen in de maatschappij en in het menselijk denken, maar ook in de buitenwereld die door het menselijk denken wordt gespiegeld. Dat wil zeggen dat zij kan worden toegepast op de problemen van de “zuivere” wetenschap, maar ook op de maatschappelijke verhoudingen van de wetenschap.

Wetenschappers raken vertrouwd met de toepassing van marxistische ideeën met betrekking tot de wetenschap in de samenleving. Sommigen aanvaarden het geheel of gedeeltelijk, anderen vechten er krachtig tegen en zeggen dat ze pure kennis nastreven voor hun eigen bestwil. Maar velen

van hen zijn er niet van bewust dat het marxisme invloed heeft op wetenschappelijke problemen die buiten hun relatie tot de maatschappij vallen, bijvoorbeeld de problemen van tautomerie in de chemie of individualiteit in de biologie. En bepaalde marxisten zijn geneigd de studie van dergelijke wetenschappelijke en filosofische problemen als onbelangrijk te beschouwen. Toch hebben ze het voorbeeld van Lenin. In 1905 had de Russische Revolutie gefaald. Het was nodig om de revolutionaire beweging opnieuw op te bouwen. Lenin zag dat dit alleen op een goede theoretische basis kon gebeuren. Dus schreef hij *Materialisme en empiriokriticisme*. Het betrof een studie, niet alleen van filosofen als Mach en Pearson, die hij bekritiseerde, maar ook van natuurkundigen als Hertz, J.J. Thomson en Becquerel, wier ontdekkingen vanuit materialistisch of idealistisch oogpunt konden worden geïnterpreteerd. Lenin probeerde echter niet de hele wetenschap te bestrijken. Hij hield zich vooral bezig met de revolutie in de natuurkunde die toen aan de gang was, en had weinig te zeggen over astronomie, geologie, chemie of biologie.

Maar dertig jaar voor Lenin had Engels geprobeerd de hele wetenschap vanuit een marxistisch standpunt te bespreken. Hij had altijd al de wetenschap bestudeerd. Sinds 1861 stond hij in nauw contact met de chemicus Schorlemmer in Manchester en had hij jarenlang met hem en Marx over wetenschappelijke problemen gesproken. In 1871 kwam hij naar Londen en begon hij op grote schaal wetenschappelijke boeken en tijdschriften te lezen. Hij wilde een groot boek schrijven om aan te tonen “dat in de natuur dezelfde dialectische bewegingswetten plaatsvinden in de wirwar van de ontelbare veranderingen, zoals ze ook de schijnbare contingentie van de gebeurtenissen in de geschiedenis beheersen.” Was dit boek geschreven, het zou van groot belang zijn geweest voor de ontwikkeling van de wetenschap.

Maar naast het politieke werk waren er nog andere intellectuele taken voor Engels. Dühring moest worden beantwoord, en misschien was de *Anti-Dühring*, dat het hele gebied van de menselijke kennis bestrijkt, een grootser boek geweest als *Dialectiek van de Natuur* door Engels was voltooid. Na de dood van Marx in 1883 had hij de gigantische taak om *Het Kapitaal* te redigeren en compleet te maken,

daarnaast schreef hij *Feuerbach* en *De oorsprong van het gezin, van de particuliere eigendom en van de staat*. De *Dialectiek van de Natuur* is dus nooit voltooid. Het manuscript bestaat uit vier bundels, allemaal in Engels handschrift, behalve een aantal citaten van Griekse filosofen in dat van Marx. Een deel van het manuscript is klaar voor publicatie, maar zoals we zullen zien zou het vrijwel zeker zijn herzien. Veel ervan bestaat slechts uit ruwe aantekeningen die Engels later hoopte te kunnen verwerken. Ze zijn vaak moeilijk te lezen en zitten vol met afkortingen, bv. Mag. voor magneet en magnetisme. Er zijn af en toe krabbels en schetsen in de kantlijn. Tenslotte, hoewel het grootste deel van het manuscript in het Duits is, dacht Engels net zo goed in het Engels als in het Frans en schreef hij af en toe een hybride zin, zoals “Wenn Coulomb von particles of electricity spricht, which repel each other inversely as the square of the distance, so nimmt Thomson das ruhig hin als bewiesen.” Of “In der heutigen Gesellschaft, dans le mécanisme civilisé, herrscht duplicité d’action, contrariété de l’interêt individuel avec le collectif; es ist une queue universelle des individus contre les masses.” De vertaling is een zeer moeilijke taak geweest en de volgorde van de verschillende delen is enigszins onzeker.

Het grootste deel van het manuscript lijkt te zijn geschreven tussen 1872 en 1882, dat wil zeggen dat het verwijst naar de wetenschap van zestig jaar geleden. Daarom is het vaak moeilijk te volgen als men de geschiedenis van de wetenschappelijke praktijk en theorie van die tijd niet kent. Het idee van wat nu het behoud van energie wordt genoemd begon door te dringen tot de fysica, de chemie en de biologie. Maar het werd nog steeds zeer onvolledig gerealiseerd, en nog onvollediger toegepast. Woorden als “kracht”, “beweging” en “*vis viva*” werden gebruikt waar we nu over energie zouden moeten spreken.<sup>[0]</sup> De essays over “Basisvormen van beweging”, “Het meten van de beweging – arbeid” en “Warmte”, gaan grotendeels over de controverses die ontstonden uit onvolledige of foutieve theorieën over energie. Ze zijn interessant om te laten zien hoe de ideeën over dit onderwerp zich ontwikkelden en hoe Engels de controverses van zijn tijd aanpakte. Veel van deze controverses zijn nu echter opgelost. De uitdrukking *vis viva* wordt niet langer gebruikt voor het verdubbelen van de kinetische energie, en

“kracht” heeft een duidelijke betekenis gekregen in de natuurkunde. Engels zou ze niet in hun huidige vorm hebben gepubliceerd, al was het maar omdat hij in het latere essay over getijdenversnelling een modernere terminologie gebruikt. Hun belang ligt niet zozeer in hun gedetailleerde kritiek op theorieën, waarvan vele niet meer van belang zijn, maar in het laten zien hoe Engels met intellectuele problemen worstelde. Het essay over elektriciteit “dateert” nog meer. Als kritiek op Wiedemanns inconsistenties is het interessant, en het eindigt met een pleidooi voor een nader onderzoek naar het verband tussen chemische en elektrische werking, dat, zoals Engels zei, “zal leiden tot belangrijke resultaten in beide onderzoeksgebieden”. Deze profetie is natuurlijk ruimschoots vervuld. De ionentheorie van Arrhenius heeft de chemie getransformeerd, en de elektronentheorie van Thomson heeft de fysica gerevolutioneerd. Ook hier zou het manuscript zeker voor publicatie zijn herzien. In een brief aan Marx van 23 november 1882 wijst hij erop dat Siemens in zijn toespraak als voorzitter tot de British Association, een nieuwe eenheid heeft gedefinieerd, die van de elektrische stroom, de Watt, die evenredig is met de weerstand vermenigvuldigd met het kwadraat van de stroom, terwijl de elektromotorische kracht evenredig is met de weerstand vermenigvuldigd met de stroom. Hij vergelijkt deze met de uitdrukkingen voor momentum en energie, besproken in het essay over “Het meten van de beweging – arbeid”, en wijst erop dat we in elk geval een eenvoudige evenredigheid hebben (momentum als snelheid en elektromotorische kracht als stroom) wanneer we niet te maken hebben met de transformatie van de ene vorm van energie in de andere. Maar wanneer de energie wordt omgezet in warmte of arbeid wordt de juiste waarde gevonden door de snelheid of de stroom te kwadrateren. “Dus het is een algemene bewegingswet die ik als eerste heb geformuleerd.” We kunnen nu zien waarom dit zo is. Het momentum en de elektromotorische kracht, met richting, worden omgekeerd wanneer snelheid en stroom worden omgekeerd. Maar de energie blijft onveranderd. Dus de snelheid of de stroom moet in de formule komen als het kwadraat (of zelfs kracht) omdat  $(-x)^2 = x^2$ .

In het essay over “Getijdenversnelling” maakte Engels een ernstige fout, of beter gezegd een fout die ernstig zou zijn geweest als hij het had gepubliceerd. Maar ik betwijfel ten

zeerste of hij dat gedaan zou hebben. In de manuscripten voor de Anti-Dühring steunde hij de in de negentiende eeuw gangbare opvatting dat we waarheden zoals wiskundige axioma's vanzelfsprekend vinden omdat onze voorouders overtuigd zijn van hun geldigheid, terwijl ze voor een Bosjesman of een Aboriginal niet vanzelfsprekend zouden zijn. Nu is deze zienswijze vrijwel zeker onjuist, en Engels heeft waarschijnlijk de misvatting gezien, en heeft deze niet laten drukken. Ik twijfel er niet aan dat hij of één van zijn wetenschappelijke vrienden zoals Schorlemmer de fout zou hebben ontdekt in het essay over "Getijdenversnelling". Maar zelfs als een fout is het interessant, want het is een van de fouten die leiden tot een correct resultaat (namelijk dat de dag zou verkorten, zelfs als er geen oceanen waren) door een verkeerde redenering. Zulke fouten zijn uiterst vruchtbaar geweest in de geschiedenis van de wetenschap.

Elders zijn er uitspraken die zeker niet waar zijn, bijvoorbeeld in de paragrafen over sterren en protozoön. Maar hier kan het Engels niet worden verweten dat hij enkele van de beste astronomen en zoölogen van zijn tijd volgt. De technische verbetering van de telescoop en de microscoop heeft natuurlijk geleid tot een grote toename van onze kennis de laatste zestig jaar.

Aan de andere kant waren Engels' opmerkingen over de differentiaalrekening, hoewel ze niet van toepassing zijn op die tak van de wiskunde zoals die nu wordt onderwezen, correct in zijn eigen tijd, en nog enige tijd daarna. Hij wijst erop dat het eigenlijk door tegenspraak is ontstaan, en dat is nog niet zo erg. Tot op heden worden "rigoureuze" bewijzen gegeven van veel van de stellingen waarnaar hij verwijst, en sommige wiskundigen beweren dat ze de tegenstrijdigheden hebben geëlimineerd. Eigenlijk hebben ze de tegenstrijdigheden alleen maar naar de achtergrond geduwd, waar ze binnen de wiskundige logica blijven. Niet alleen heeft elke inspanning om alle wiskunde af te leiden uit een set van axioma's, en regels voor de toepassing ervan, gefaald, maar Gödel heeft bewezen dat het moest mislukken. Het feit dat de calculus kan worden onderwezen zonder de specifieke tegenstrijdigheden die Engels noemt, doet dus niets af aan de geldigheid van zijn dialectische argumentatie.

Na al deze kritiek, is het verbazingwekkend hoe Engels heeft geanticipeerd op de wetenschappelijke vooruitgang in de zestig jaren die sinds zijn schrijven zijn verstreken. Hij hield zeker niet van de atoomtheorie van elektriciteit, van invloed tussen 1900 tot 1930, en tot het bleek dat het elektron zich niet alleen als een deeltje gedroeg, maar als een systeem van bewegende golven zou hij wel gedacht kunnen hebben “op het verkeerde paard te hebben gewed”. Zijn aandrang dat leven het kenmerkende gedrag is van eiwitten, bleek voor de meeste biochemici zeer eenzijdig te zijn, omdat elke cel naast eiwitten nog vele andere gecompliceerde organieke stoffen bevat. Pas in de laatste vier jaar is gebleken dat bepaalde zuivere eiwitten wel degelijk een van de meest essentiële kenmerken van levende wezens vertonen, die zich in verschillende omgevingen voortplanten.

Hoewel we de denkwijze van Engels overal tot ons voordeel kunnen bestuderen, ben ik van mening dat de delen van het boek die over biologie gaan, onmiddellijk het meest waardevol zijn voor hedendaagse wetenschappers. Dit kan natuurlijk komen doordat ik als bioloog de subtiliteiten van Engels' denken kan ontdekken, die ik in de fysieke secties heb gemist. Misschien omdat de biologie in de laatste twee generaties minder spectaculaire veranderingen heeft ondergaan dan natuurkunde.

Om de lezers te helpen de ontwikkeling van de wetenschap sinds de tijd van Engels te volgen, heb ik wat aantekeningen gemaakt. Een paar lezers kunnen bezwaar hebben dat ik er op wijs dat Engels het af en toe bij het verkeerde eind had. Engels zou daar geen bezwaar tegen hebben gemaakt. Hij was zich er terdege van bewust dat hij niet onfeilbaar was en dat de arbeidersbeweging geen pausen of schriftelijke openbaringen wil. *De toestand van de arbeidersklasse in Engeland in 1844*, waarvan een Engelse vertaling in 1885 in Amerika was verschenen, werd voor het eerst in 1892 in Engeland gepubliceerd. In zijn voorwoord, geschreven na achtenveertig jaar, zegt hij:

“Ik heb er zelfs niet aan gedacht uit de tekst de vele voorspellingen te schrappen en vooral niet die betreffende een voor de deur staande sociale revolutie in Engeland, waaraan ik in mijn jeugdige overmoed toen geloofde. Ik heb geen



reden om mijn werk en mijzelf beter voor te stellen dan wij beiden toen waren. Wonderbaarlijk is niet dat zovele van deze voorspellingen fout waren, maar dat zovele uitgekomen zijn...”

Ik denk dat de lezers van *Dialectiek van de Natuur* tot een vergelijkbare conclusie zullen komen.

Ik heb de paragrafen over de geschiedenis van de wetenschap nog niet genoemd. Dit zijn de meest briljante passages in het hele boek, maar ze vertegenwoordigen een gedachtegang die door Marx en Engels in veel van hun boeken werd gevolgd en sindsdien door anderen is ontwikkeld, zodat de meeste lezers ze minder nieuw zullen vinden. Ten slotte is er nog het schitterende essay: “Natuurwetenschap en de geestenwereld”. Er is een tendens onder materialisten om de hier behandelde problemen te verwaarlozen. Het is de moeite waard om op te merken dat Engels dit niet heeft gedaan. Integendeel, hij stelde een aantal fenomenen vast die in zijn tijd als “occult” en mysterieus werden beschouwd en kwam tot dezelfde conclusies als de meeste wetenschappelijke onderzoekers op dit gebied, op voorwaarde dat zij, net als Engels, robuust gezond verstand en ook gevoel voor humor in hun werk legden.

Het was een groot ongeluk, niet alleen voor het marxisme, maar voor alle takken van de natuurwetenschap, dat Bernstein, in wiens handen het manuscript kwam toen Engels in 1895 stierf, het niet publiceerde. In 1924 legde hij het (of een deel ervan) voor aan Einstein, die het, hoewel hij het vanuit het oogpunt van de moderne natuurkunde niet erg interessant vond, over het geheel genomen voor publicatie was. Als Einstein, zoals het waarschijnlijk lijkt, alleen het essay over elektriciteit heeft gezien, is zijn aarzeling gemakkelijk te begrijpen, aangezien dit bijna volledig betrekking heeft op vragen die nu ver weg lijken. Het manuscript werd voor het eerst geredigeerd door Riazanov, en gedrukt in 1927. Adoratski's editie van 1935 is echter bevredigender, omdat een aantal passages, in de eerdere uitgave onzinnig, nu zijn ontcijferd.

Als Engels' denkwijze beter bekend was geweest, zouden de transformaties van onze ideeën over natuurkunde die zich de afgelopen dertig jaar hebben voorgedaan, soepeler zijn

verlopen. Als zijn opmerkingen over het darwinisme algemeen bekend waren geweest, zou ik mij een zekere mate van verward denken hebben bespaard. Ik juich daarom de publicatie van een Engelse vertaling van *Dialectiek van de Natuur* van harte toe en hoop dat toekomstige generaties wetenschappers zullen merken dat het hen helpt bij de beweeglijkheid van het denken.

Maar men moet niet denken dat *Dialectiek van de Natuur* alleen interessant is voor wetenschappers. Elke opgeleide persoon, en, vooral, iedereen die filosofie studeert, zal veel vinden om hem of haar te interesseren in het hele boek, hoewel in het bijzonder de hoofdstukken 1, 2, 7, 9, en 10. Een reden waarom Engels zo'n grote schrijver was, is dat hij waarschijnlijk de meest opgeleide man van zijn tijd was. Hij had niet alleen een grondige kennis van economie en geschiedenis, maar hij wist ook genoeg om de betekenis van een obscure Latijnse zin over het Romeinse huwelijksrecht te bespreken, of over de processen die plaatsvinden wanneer een stuk onzuiver zink in zwavelzuur wordt ondergedompeld. En hij heeft deze immense kennis weten te vergaren, niet door een afgezonderd leven van studie te leiden, maar door actief deel te nemen aan de politiek, een bedrijf te runnen en zelfs de vossenjacht te bedrijven!

Hij had deze kennis nodig omdat het dialectisch materialisme, de filosofie die hij samen met Marx stichtte, niet alleen een geschiedenisfilosofie is, maar een filosofie die alle gebeurtenissen belicht, van het vallen van een steen tot de verbeelding van een dichter. Zij legt vooral de nadruk op de onderlinge samenhang van alle processen en het kunstmatige karakter van het onderscheid dat de mens heeft gemaakt, niet alleen tussen gewervelde en ongewervelde dieren of tussen vloeistoffen en gassen, maar ook tussen de verschillende gebieden van de menselijke kennis, zoals economie, geschiedenis en natuurwetenschap.

Hoofdstuk 2 bevat een schets van deze filosofie in relatie tot de natuurwetenschappen. Een zeer zorgvuldige en beknopte samenvatting ervan wordt gegeven in hoofdstuk 4 van de *Geschiedenis van de CPSU(B)*, maar de belangrijkste bronnen voor de studie ervan zijn Engels' *Feuerbach* en *Anti-Dühring*, Lenins *Materialisme en empiriokriticisme*, en een

aantal passages in de werken van Marx. Juist omdat het een levende filosofie is met ontelbare concrete toepassingen kan haar volle kracht en belang pas geleidelijk aan begrepen worden, wanneer we haar toegepast zien op de geschiedenis, de wetenschap of welk studiegebied ons ook het meest interesseert. Om deze reden zal een lezer die zich vooral bezighoudt met politiek of economie, na bestudering van de manier waarop Engels de dialectiek op de natuur heeft toegepast, terugkomen op zijn belangrijkste belang, een beter dialectisch materialist zijn en dus een scherpziende politicus of econoom.

Op dit moment is helder denken van vitaal belang om de uiterst gecompliceerde situatie te begrijpen waarin de hele mensheid, en ons eigen land in het bijzonder, zich bevindt, en om de weg naar een betere wereld te zien. Een studie van Engels zal ons waarschuwen voor enkele van de gemakkelijke oplossingen die tot op heden worden aangedragen en ons helpen om een intelligente en moedige rol te spelen in de grote gebeurtenissen van onze tijd.

J.B.S. Haldane  
November 1939

---

**[0]** In de Duitse editie geen *vis viva*, maar “levende kracht”. Wat staat voor de hedendaagse kinetische energie: “**Zo werd bijvoorbeeld, voordat het moderne energiebegrip ingevoerd was, de kinetische energie met de, door Leibniz bedachte en nog door Helmholtz gebruikte, uitdrukking *vis viva*, levende kracht, gebruikt.**”; bron: Wikipedia, het lemma “Kracht”. – Vertaler

## **Het belang van Friedrich Engels voor een hedendaagse materialistische epistemologie**

Onderstaande is een vertaling van een oorspronkelijk in het Engels geschreven artikel ter gelegenheid van de 200ste geboortedag van Friedrich Engels

De originele versie is te vinden op:  
[www.kra.nl/Website/ArtikelenSP/Engels200-Final-preprint.pdf](http://www.kra.nl/Website/ArtikelenSP/Engels200-Final-preprint.pdf)

De vertalingen van citaten (in geval er geen Nederlandstalige uitgave is) zijn van de auteur). Let wel vertalingen zijn geen wiskunde en in verschillende uitgaven in verschillende talen, of zelfs verschillende vertalingen in dezelfde taal, kan een formulering net anders zijn.

### **Samenvatting**

In deze studie onderzoeken we in hoeverre de kentheoretische ideeën van F. Engels, gebaseerd in 19e-eeuwse wetenschap, als springplank kunnen dienen tot een nieuwe epistemologie binnen de kaders van hedendaagse wetenschap.

### **Inleiding**

Tegenwoordig gaat het niet meer om het bestrijden van een idealisme dat de wetenschap ontkent, maar veeleer om het bestrijden van een idealisme binnen de moderne wetenschap. Deze strijd houdt in: het handhaven van een materialistische epistemologie tegenover ofwel platonisch-theoretische ofwel empirisch-agnostische wetenschapsopvattingen die vandaag de dag de overhand hebben; het verwerpen van de antithese wetenschapsgeschiedenis (iets wat de anti-historici niet voldoende duidelijk hebben gedaan), het centraal stellen van de historische natuurwetenschappen en hun consolidatie

met de menswetenschappen; en ten slotte, het uitwerken van het verband tussen materialisme en hedonisme, met alle gevolgen van dien voor het model van het socialisme dat we voor onszelf voor ogen hebben. Het anti-Engelsisme staat voor een afwijzing van die zienswijze. (Timpanaro 1975a, 128)

In deze bijdrage voor Friedrich Engels zijn tweehonderdste verjaardag behandel ik Engels als een historische figuur in zijn negentiende-eeuwse context met sterke en pertinente emancipatorische ideeën, binnen een materialistische kentheorie die voorwaarde is voor het emancipatorische project dat hij en Karl Marx voor ogen hadden. In deze bijdrage zal ik me vooral richten op zijn *Anti-Dühring* en zijn *Dialectiek van de Natuur*, in hun negentiende-eeuwse context. Ten tweede zal ik zijn intenties die hij bij het schrijven van deze inspirerende werken had, gebruiken als basis voor een verdere reflectie op de wetenschappen en hun mogelijke bijdrage aan de menselijke emancipatie. In het bijzonder zal ik ingaan op de vraag in hoeverre wetenschappelijke theorieën de ons bekende wereld weergeven en in hoeverre theorieën in de natuurwetenschappen en de biologie als model kunnen dienen voor de geesteswetenschappen en de sociologie. Met andere woorden, als we de wereld materialistisch beschouwen, dat wil zeggen dat ze bestaat onafhankelijk van wat de mensheid ervan maakt, hoe kunnen ons nu dan de vroege aanzetten van Engels en Marx in het begrijpelijk maken van deze wereld, vandaag de dag, helpen bij het redden van de mensheid van een door zichzelf veroorzaakte catastrofe.

### **1) De uitdaging**

Een herdenking van een held als Friedrich Engels zou meer moeten zijn dan een terugblik op al zijn woorden en daden. Er zijn veel biografieën geschreven, zowel hagiografisch als haatdragend. Helaas zijn beide literaire genres van beperkte waarde als we de verdiensten van Engels aan de orde willen stellen om ons, hier en nu, te stimuleren een hedendaagse materialistische epistemologie te ontwikkelen, zonder de

halfgodsdienstige ondertoon die tijdens de stalinistische cultus kon worden waargenomen.

De tijd lijkt rijp voor een nieuwe benadering van Engels, die een einde maakt aan oude mystificaties. Een dergelijke benadering kan voortbouwen op de uitstekende uitgave van Engels' geschriften in de *Marx-Engels Gesamtausgabe* (MEGA2) en de uitstekende inleidende essays die deze werken duiden en in hun negentiende-eeuwse context situeren (Engels 1985), (Engels 1988).

Van Engels is vaak een karikatuur gemaakt. Dit kan gebaseerd zijn op de vermeende uni-lineaire opeenvolging: Marx, Engels, Lenin, Stalin en Mao. Critici van deze suggestie werken vaak terug en maken Engels tot de boosdoener bij het 'redden' van Marx. Hij is vaak afgeschilderd als een grote vereenvoudiger die de subtiële en briljante ideeën van Marx vervormde (Levine 1975), (Carver 1983) .

In het midden van de jaren zeventig viel Sebastiano Timpanaro de kunstmatige en ongefundeerde rol van Engels als de slechterik met kracht aan.

“In de loop van de twintigste eeuw heeft een bepaalde intellectuele stroming telkens de overhand gekregen in de burgerlijke cultuur ... sommige marxisten hebben getracht het denken van Marx zo te ‘interpreteren’ dat het zo homogeen mogelijk aansluit met de overheersende filosofie”. (Timpanaro 1975a, 73). “Zo kan Marx, terwijl Engels beladen is met materialistische ballast, het uiterlijk aannemen van een diepgaande en subtiële (en nog onbegrepen) grote intellectueel die de *rigueur* is in onze culturele wereld”.

In dezelfde geest vallen twee recentere boeken op. Elmar Altvater (Altvater 2015) benadrukt de eenheid van natuur en maatschappij en bespreekt kritisch Engels zijn critici en benadrukt zijn anticipatie op veel elementen binnen de huidige ecologiediscussie . Michael Krätke (Krätke 2020)

benadrukt de intieme intellectuele en praktische samenwerking tussen Engels en Karl Marx en de rol van Engels als initiatiefnemer van nieuwe ideeën en concepten.

We vinden daar een relevante en actuele kritiek op “Engels Bashing” zoals Krätke het noemt. Historische vervormingen kunnen alleen vermeden worden als we een denker in zijn of haar historische context plaatsen. We kunnen iemands streven en zoektocht nooit definiëren als ongepast, afwijkend of zelfs vals zonder rekening te houden met de hele historische maatschappelijke context en zijn beperkingen (bv. religie, politieke onderdrukingscultuur, moraal, enz.). We kunnen alleen stellen dat elke theorie voorlopig is en altijd herzien en overtroffen kan worden. Soms is de levensduur kort (zoals in het geval van de flogistontheorie in de chemie), en soms duurt het heel lang (zoals het begrip absolute ruimte). De historiciteit van de theorie is op zichzelf dialectisch, en dialectiek betekent het overstijgen van stadia. Intrinsiek betekent historisch materialisme zelfreflectie; de productieve krachten veranderen de maatschappij en omgekeerd: de geschiedenis van de marxistische theorie moet op een marxistische manier worden geschreven. De notie van historische contingenties is nog steeds slecht gedefinieerd in zijn brede economische, politieke, biologische en fysisch-chemische betekenis. Historisch materialisme is een analytische benadering met een eigen dynamiek en kan zeker niet gereduceerd worden tot zogenaamd meer fundamentele begrippen als dialectisch-materialisme (Diamat), zoals die in de stalinistische school worden geponeerd, noch als onbemiddelde “reflecties” in de bovenbouw van de materialistische basis (zoals in het vulgair materialisme).

Historische materialistische zelfreflectie is een uiting van menselijke arbeid en zoals Karl Marx in zijn tweede stelling over Feuerbach schreef: “De vraag of aan het menselijk denken objectieve waarheid mag worden toegekend, is geen theoretische, maar een praktische vraag. De mens moet de waarheid, d.w.z. de werkelijkheid en de macht, het aardse karakter van zijn denken in de praktijk bewijzen. De strijd over de werkelijkheid of niet-werkelijkheid van het denken, dat volledig losstaat van de praktijk, is een zuiver scholastische kwestie.” (Marx, 1976b)

Dit is een duidelijke oproep tot serieus wetenschappelijk onderzoek naar alle aspecten van de mensheid.

Engels moet daarom worden gesitueerd in *zijn* context met de daaraan verbonden beperkingen. In lijn met nieuwe ontwikkelingen in de geschiedschrijving van de wetenschap kan het nuttig zijn om Engels als *personage* te analyseren. Lorraine Daston en Otto Sibum, die dit concept ontwikkelen in de context van sociale studies van de wetenschap, schreven: “Tussen de individuele biografie en de sociale instelling ligt de *persona*: een culturele identiteit die tegelijkertijd het individu in lichaam en geest vormgeeft en een eenheid creëert met een gedeeld en herkenbaar uiterlijk” (Daston en Sibum 2003) , en “... de interactie tussen de maatschappij die betekenis moet toekennen aan een *persona* en de individuen die het moeten belichamen staat centraal, wat het hybride karakter van het *persona*-concept tussen individu en maatschappij onderstreept. Symbolen, waarden en betekenissen – de elementen van de cultuur – zijn essentiële componenten in deze interactie”.

Ik zal proberen de discussie over Engels een stap verder te brengen, over het waarom, vanwaar en wat hij schreef, en bovendien over de vraag hoe we vandaag de dag de fundamentele zoektochten van Engels kunnen voortzetten, in de context van ons huidige begrip van de mensheid als onderdeel van de natuur. Ik zal twee dingen proberen. Ten eerste zal ik proberen de basis te leggen voor een historisch-materialistische interpretatie van Engels’ historisch materialisme, waarbij ik me vooral zal richten op zijn *Anti-Dühring* en zijn *Dialectiek van de Natuur*. Ten tweede zal ik deze inspirerende werken gebruiken als basis voor verdere reflectie op de wetenschappen en hun mogelijke bijdrage aan de menselijke emancipatie in de hedendaagse wereld.

## **2) Engels in perspectief**

### *Vier noodzakelijke vragen*

Terugkijkende op twee eeuwen geleden moeten we ons op minstens vier zaken richten.

Ten eerste: wat was Engels’ politieke en morele motivatie? Waarom probeerde hij een theorie en praktijk te ontwikkelen



voor de emancipatie van de mensheid – van de afschaffing van de verschillende vormen van onderdrukking tot een nieuwe vorm van samenleving waarin iedereen (met plezier!) werkt naar zijn of haar capaciteiten en die goederen en onderdak ontvangt naar zijn of haar behoeften? En, hoe heeft Engels deze motivatie uitgedrukt in zijn culturele context en de concrete maatschappelijke kenmerken en beperkingen van zijn tijd?

Ten tweede: in hoeverre is de manier waarop Engels zijn emancipatorische politieke project heeft gekaderd, beïnvloed door de hegemonische cultuur van het mechanistische denken en door de fenomenale explosie van biologische, chemische, agrarische, geologische en fysische theorieën, alsmede door hun toepassingen in de technologie? In hoeverre heeft deze hegemonische cultuur zijn visie op sociale bewegingen als emancipatorische projecten vormgegeven?

Ten derde: Hoe integreren we vandaag de dag nieuwe wetenschappelijke inzichten en nieuwe modellen in het emancipatorische project zonder te proberen alle nieuwe kennis en inzichten in oude schema's te gieten? Essentieel hierbij is: hoe kunnen we beter – al is het maar een klein beetje – in de toekomst kijken. Met andere woorden: hoe kunnen de wetenschappelijke prestaties van de 20ste en 21ste eeuw veranderingen teweegbrengen in onze visie op een mogelijke toekomst?

Karl Marx ging als fundamenteel menselijk kenmerk uit van het unieke karakter van de menselijke soort in zijn vermogen tot teleologie:

“Niet alleen dat hij een vormverandering van het natuurlijke tot stand brengt, hij realiseert in het natuurlijke tevens zijn doel, een doel dat hij kent, dat als een wet zijn wijze van handelen bepaalt en waaraan hij zijn wil moet onderwerpen.”  
(Marx, 1976a,)

Marx drukt hier ook een typisch negentiende-eeuws geloof uit in eeuwige wetten, met een voorspelbare uitkomst, een begrip dat moet worden achtergelaten. Een betere wereld is geen vaststaand object op zich. We hebben eenvoudigweg geen

idee wat de maatschappelijke spanningen zullen zijn in een postkapitalistische samenleving, zelfs met diepe kennis van mislukte experimenten in de USSR, China, Cuba en vele andere kleinere projecten.

Ten vierde: hoe kunnen we op basis van voorlopige antwoorden op de eerste drie vragen bewust de betere toekomst die Engels nastreefde bevorderen – niet alleen door een strijd tegen kapitalistische uitbuiting en andere vormen van onderdrukking, maar ook door het verduidelijken van mogelijke wegen die moeten worden bewandeld? Zo'n project moet worden ingekaderd in termen van de spanning tussen hoop voor de toekomst en de concrete mogelijkheden van het heden. Een epistemologie voor het antropoceen, waar Jürgen Renn sterk op aandringt, is een integratie en transcendentie van oudere fasen van de menselijke cultuur en kennis (Renn 2020).

De huidige bijdrage beperkt zich tot Engels' (en Marx'!) veronderstelling dat de moderne wetenschap een model en motor voor emancipatie zou kunnen zijn. Wat betekenden de grenzen van het negentiende-eeuwse denken voor hun project? Wat onthullen recente theorieën en modellen over de (on)mogelijkheid om ons punt aan de horizon te definiëren? Met andere woorden, hoe verandert de historische contingentie? Gelijkheid voor alle mensen binnen de notie “volgens capaciteiten en behoeften” betekent niet dat mensen gelijk zijn als atomen zoals de rationele keuzetheorie in de neoklassieke economie beweert, die gebaseerd is op de negentiende-eeuwse thermodynamica (Mirowski 1991). We weten dat mensen allemaal verschillend zijn en nu accepteren zelfs economen dat.[\[1\]](#)

### *De context van de Anti-Dühring*

De successen van de negentiende eeuwse wetenschappen, zoals thermodynamica, elektromagnetisme, organische chemie, geologie en opkomende genetica in de vorm van evolutie en erfelijkheid, vulden de wereld met optimisme en het idee vatte post dat een theorie, indien “correct” toegepast, de mensheid oorlog en ellende zou overwinnen. Dit wetenschappelijk optimisme was een sterke impuls voor het idee dat het socialisme gebaseerd moet zijn op een solide theorie en dat het socialisme voortaan in staat zal zijn om op

een georganiseerde manier de Hobbese *oorlog van allen tegen allen* te overwinnen. Terwijl Marx en Engels probeerden een wetenschappelijk socialisme vorm te geven, was het ook een gemeenschappelijk en vasthoudend geloof dat de organisatie van de samenleving gebaseerd moet zijn op een bewust plan en dat zo'n plan gegrondvest kan worden door goed gebruik te maken van wetenschap en technologie.<sup>[2]</sup>

Zoals Griese en Pawelzig, beiden lid van de redactie van de *Mega2* publicatie van *Dialectiek van de Natuur*, aangeven, was in de vroege arbeidersbeweging de noodzaak tot een brede opvoeding (*Bildung*) een belangrijk aspect van de politieke activiteit. De uitgebreide commentaren op Dühring sluiten aan bij die opvatting aan. De auteurs stellen ook dat Engels' aantekeningen die *Dialectiek van de Natuur* zijn geworden, in die context moeten worden gezien. Engels' ambitie was niet zozeer een nieuwe theorie, zoals Marx' project over economie, maar om een breed overzicht te bieden dat de noodzaak van een "wetenschappelijke" sociale theorie bewijst, tegenover vormen van simplistisch materialisme à la Ludwig Büchner (Griese en Pawelzig 1995).

Eugen Karl Dühring was een briljante ideoloog, antisemiet en voorloper van het nationaalsocialisme (Kaltenbrunner 1970), met een grote invloed in de jonge Duitse sociaaldemocratische beweging. Hij publiceerde in zeer korte tijd een reeks boeken variërend van titels als *Kapital und Arbeit* (1865), en uiteindelijk zijn prefascistische boek *Die Judenfrage als Racen-, Sitten- und Culturfrage mit einer weltgeschichtlichen Antwort* (1881) (Muller 2004).

Tegen het opportunisme en de romantische luchtkastelen in de vroege arbeidersbeweging, wilde Engels het "wetenschappelijk socialisme" definiëren als een manier om de socialistische theorie systematisch te ontwikkelen. Dührings werken werden een voorwendsel om het socialistische denken te systematiseren.

"Enerzijds kreeg ik daardoor de gelegenheid op de zeer verschillende gebieden die hier behandeld worden mijn opvatting over tegenwoordig van meer algemeen wetenschappelijk of praktisch

belang zijnde vraagstukken positief te ontwikkelen” (Engels 2010a,5).

Engels schreef met actieve hulp van Marx in zeer korte tijd een monumentale tour d’horizon. Zoals hij in het voorwoord van de 1e editie uitlegt:

“Het volgende werk is geenszins de vrucht van een of andere ‘innerlijke’ drang. Integendeel” (Engels 2010a,5),

dit geeft aan dat het werk niet is gestructureerd als een zelfstandige verhandeling over het socialisme. De polemische aanval op Dühring had echter een duidelijk educatief doel.

Engels’ *Herrn Eugen Dührings Umwälzung der Wissenschaft* of *Herr Eugen Dühring’s Revolution in Science* (vaak afgekort tot *Anti-Dühring*) werd na de derde editie van 1894, een basis en centraal leerboek over historisch materialisme en dialectiek voor wereldwijde generaties socialisten. Het is duidelijk dat het vrij eenvoudig is om dit boek aan te vallen op basis van latere politieke ervaringen en opgebouwde kennis.

Het echte probleem is niet *Anti-Dührings* vele voorbeelden uit de losse pols, of onvoldoende onderzochte technische onderwerpen, maar het feit dat zo’n sterk polemisch en historisch contextueel educatief boek een bijbel is geworden voor de sociaaldemocratische beweging en zelfs een heilig geschrift in de stalinistische cultus. Dit in volledige tegenspraak met Engels’ nadruk op zelforganisatie en zelfemancipatie. Engels vele argumenten vanuit een voorbeeld, in plaats van opgebouwd te zijn vanuit de onderliggende dynamiek, dienden een educatieve rol. Echter, in latere jaren, en met name in Diamat (dit was de naam die binnen het stalinisme aan het dialectisch materialisme werd gegeven), vond er een omkering plaats van voorbeelden die een dynamiek blootleggen, naar wetten die een dynamiek bepalen. Op dezelfde manier werden wiskundige of logische wetten leidende vormen van denken. De drie zogenaamde dialectische wetten (de eenheid van tegenstellingen, de negatie van de negatie, en de kwantiteits-kwaliteitsovergang), geabstraheerd uit (historisch) empirisch onderzoek, werden grondbegrippen die beschouwd werden als ultieme

waarheden; zoals het idee van de Euclidische meetkunde  
ultiem waar zou zijn.[\[3\]](#)

Zoals Marx zei:

“De mystificatie, waaronder de dialectiek bij Hegel te lijden heeft, neemt geenszins weg dat hij de eerste was die volledig en bewust haar algemene bewegingsvormen uiteenzette. Zij staat bij hem op de kop. Men moet haar ondersteboven keren om in het mystieke hulsel de rationele kern te vinden”. [Marx 1976a, 103]  
[www.marxists.org/nederlands/marx-engels/1867/kapitaal/het\\_kapitaal.pdf](http://www.marxists.org/nederlands/marx-engels/1867/kapitaal/het_kapitaal.pdf) p. 23

Interpenetrerende objecten, krachten, bewegingen en concepten zullen door hun historische dynamiek steeds opnieuw worden uitgedrukt in nieuwe modellen. Wetten, uitgedrukt in menselijke (teken)taal, zijn menselijke uitdrukkingen van ervaring en kennis en dus nooit transhistorisch. Dit in tegenstelling tot menselijke uitvindingen, die in een historische situatie ontstaan maar bij ons blijven (niet noodzakelijkerwijs in gebruik), zoals de fiets, de atoombom, of een wiskundige theorie (met alle respect voor de platonisten).

Alleen al het feit dat de bijnaam van het boek *Anti-Dühring* is, is een sterke waarschuwing dat het boek een aanval is, en niet het eerste deel van een boekenreeks onder de titel *Pro-Socialisme*. Het zou Dr. Dühring te veel eren om zijn werk als uitgangspunt te nemen voor een definitie van het socialisme vanuit haar ontkenning.[\[4\]](#)

### *Experimentele Kennis*

Wat betekent dit dan voor een frisse aanpak? Niet dat we moeten beginnen bij het begin van de menselijke beschaving, net zomin als dat voor Marx, de economie van de Babyloniërs cruciaal is voor zijn kritiek op de dynamiek van het moderne kapitalisme. We moeten niet proberen een “wet” op de geschiedenis te drukken, die dan ook moet leiden tot een welomschreven toekomst. De negentiende-eeuwse notie van

de natuurkundige wet werd een model voor “natuurlijke” maatschappelijke wetten, en zo krachtig dat het de openbaring van Rosa Luxemburg nodig had (in plaats van een voor de hand liggende conclusie) dat de kapitalistische productiewijze niet hoeft te eindigen in het socialisme, maar net zo goed kan eindigen in barbarij: de totale vernietiging van het evolutionaire experiment van de natuur met de mensheid (Luxemburg 1915).[\[5\]](#)

Engels’ aanval in *Anti-Dühring*, en zijn aantekeningen in *Dialectiek van de Natuur* zijn embryonale stukken voor een groter en ander werk over hoe we de natuur en de methoden en technieken voor de interactie met de natuur begrijpen.

Voor een hedendaagse lezer is het belangrijk om de polemieken te lezen en te proberen de diepere redenering te begrijpen. Engels had een opmerkelijk brede kennis van de wetenschappen en biologie van zijn tijd. Maar we moeten er rekening mee houden dat deze kennis niet altijd de nieuwste en meest actuele was, en soms zelfs ernstig achterbleef, zoals in het geval van de wiskunde, zoals de oud secretaris van Trotsky en later beroemde wiskundige Jean van Heijenoort boos schreef (Van Heijenoort 1985) . Bovendien zijn, alleen al omdat *Anti-Dühring* polemisch is, de argumenten ervan vaak gebaseerd op voorbeelden en (nog) niet op een consistente theorie.[\[6\]](#)

De notities die Engels schreef, al voor het schrijven van *Anti-Dühring*, bevatten interessante overwegingen, maar zijn zeker geen uitgewerkte gedachten. We kunnen gerust Albert Einstein citeren, die door Eduard Bernstein werd gevraagd om een beoordeling van een deel van de notities die *Dialectiek van de Natuur* werden, schreef: “... de inhoud is niet van bijzonder belang, noch vanuit het oogpunt van de hedendaagse fysica, noch voor de geschiedenis van de fysica. Anderzijds kan ik me voorstellen dat deze tekst in aanmerking komt voor publicatie voor zover hij een interessante bijdrage levert aan het verhelderen van de intellectuele persoonlijkheid van Engels” (Engels 1985, 597).[\[7\]](#)

De echte discussie toen en nu gaat niet over de voorbeelden die inductief een wereldbeeld (*Weltanschauung*) bewijzen , maar over hoe we de historiciteit van de natuur kunnen begrijpen en het feit dat de planeet één geheel is, één totaliteit.

We hebben nu te maken met een catalogus van wederzijds uitsluitende theorieën en hun regulerende wetten,<sup>[8]</sup> maar geleidelijk aan moeten we een omvattend inzicht krijgen in de dynamiek van de natuur en de rol van de mens daarin.<sup>[9]</sup>

De crux is: hoe het menselijk lichaam als biologische materie in staat is om al haar ervaringen te weerspiegelen in steeds nieuwere theorieën, die steeds meer onderzoeksgebieden beslaan. Het is in de negentiende eeuw dat we monumentale stappen voorwaarts maken in alle wetenschappen. Daarom besteedt Engels veel aandacht aan deze nieuwe ontwikkelingen.

“Filosofisch of dialectisch denken was voor Engels – en hier is hij het eens met Hegel en niet met Schelling – een denken dat gebaseerd is op concepten, conclusies en bewijzen. In die zin is het wetenschappelijk denken. Alleen onder deze voorwaarde bevordert het filosofisch denken het proces van natuurwetenschappelijke kennis. Een groot deel van het huidige manuscript is gewijd aan de vraag in hoeverre de objectieve dialectiek van de natuur in de natuurwetenschappen wordt weerspiegeld, en in hoeverre deze een dialectische inhoud heeft” (Engels 1985, 16\*-32\*).

Hier is het probleem goed gesteld. Als we beginnen met de notie dat de natuur een dynamisch systeem is waarin tijdelijke structuren en krachten op elkaar inwerken, dan beseffen we dat we te maken hebben met een tijdelijke ontwikkeling. In ons huidige (aardgebonden) geval bereiken we de grenzen van het traditionele denken en de traditionele modellen. Engels neemt, net als veel filosofen, de nieuwste versies van ‘natuurlijke’ wetten als uitgangspunt voor projecties in de toekomst.<sup>[10]</sup>

Engels is “wetenschappelijk” omdat hij benadrukt dat de natuur zich intrinsiek uitdrukt in, wat wij noemen, dialectiek, wat een goede werkhypothese is. Net zoals de euclidische meetkunde een uitstekende hypothese is, zolang we geen andere intuïtie hebben om wederzijds bepalende interpenetrerende fenomenen te benoemen, anders dan te herbenoemen, als – zeg maar – niet-lineair gedrag. De transcendentie van grenzen in ons denken en modelleren komt tot uiting in het feit dat we getuige zijn van regelmatige herzieningen van wetenschappelijke theorieën.

Engels spendeert veel tijd aan het simpele voorbeeld van de scheikunde. Dialectiek in de chemie, dat een groot deel van de notities omvat, is relatief eenvoudig te begrijpen. Zodra duidelijk werd dat we chemische moleculen kunnen beschouwen als samengesteld uit een aantal meer elementaire chemische atomen, vroeg deze ontleding van moleculen in atomen om een theorie over de verschillende vormen van chemische binding. Combinaties van individuele entiteiten, of het nu gaat om atomen of moleculen, kunnen niet bestaan zonder het begrip binding. In oppervlakkige taal zou men kunnen zeggen dat het deeltje (een atoom, molecuul of subatomaire entiteit) en zijn bindingskrachten een samengestelde totaliteit zijn, aangezien het nieuwe, begrensde, deeltje weer een op zichzelf staande eenheid is. Op die manier zou men de verwevenheid van chemische atomen en bindingskrachten een dialectische eenheid kunnen noemen, aangezien chemische moleculen worden beschouwd als objecten met een beperkte ruimtelijke extensie en bindingskrachten worden beschouwd als velden die over grote afstanden reiken in vergelijking met de grootte van de atomen, dit terwijl ze alleen samen bestaan.

Het spreekt voor zich dat de theorie van de chemische binding enorm succesvol bleek te zijn en equivalenten vond in theorieën over de samenstelling van elementaire deeltjes, de bestanddelen van atomen. Ze passen allemaal in de notie van een wereld die bestaat uit deeltjes en velden, om later te worden getranscendeerd in het idee dat ook deeltjes kunnen worden beschreven door (materie)velden. De tegenstelling tussen deeltjes- en krachtvelden wordt dan “opgelost” door de kwantumveldentheorie. De wet van de omslag van kwantiteit naar kwaliteit in de chemie kan eenvoudig worden geïllustreerd in het voorbeeld van een homologe reeks van organische moleculen, bijvoorbeeld alkanen, waarbij het toevoegen van één koolstofatoom aan de keten, het karakter van het molecuul fundamenteel verandert.

De vraag is echter in hoeverre dit beeld een uitdrukking is van een aangeboren dialectiek van de natuur of slechts een menselijke benadering van de veronderstelde dialectiek van de natuur? Is dialectiek onze manier om te begrijpen dat “objecten” nooit geïsoleerd zijn?



## *Geformaliseerde kennis*

De situatie wordt anders als we niet beginnen met experimentele kennis, maar met theoretische modellen, zoals in de wiskunde.

Wiskunde is de kunst van het denken die slechts twee regels kent: strengheid en consistentie. Iedereen is vrij om elk wiskundig object en elke wiskundige regel te definiëren, zolang de resulterende theoretische constructie op basis van deze goed gedefinieerde uitgangspunten maar intern consistent is. Het fantastische feit is dat sommige wiskundige benaderingen uitstekende hulpmiddelen blijken te zijn voor het beschrijven van bijvoorbeeld natuurkundige fenomenen en natuurkundige toepassingen. Maar de pertinente en vaak gestelde vraag waarom wiskunde zo effectief is, is fundamenteel ahistorisch en ondialectisch (Wigner 1960). In de loop der eeuwen is effectieve modellering ontstaan als gevolg van sociale collectieve arbeid. Als een model werkt, lijkt het (op dat moment) op een wonder. Menselijke mentale arbeid creëerde de blikopener en de verzamelingen en *manifold*-theorie en als we dit vergeten, zien inderdaad, door het openen van het blik, de resulterende sardientjes in tomatensaus eruit alsof ze uit de hemel komen.

In de wiskunde tellen alleen de strengheid en de consistentie en we mogen elke theoretische wolkenkrabber bouwen die we willen, zolang de basisbegrippen en de regels maar goed gedefinieerd zijn. Daarom is de bewering dat de wiskunde perfect past in dialectisch materialisme twijfelachtig.

Zo heeft de eminente Sovjetwiskundige Aleksandr Danilovitsj Aleksandrov, Lenin-orde en Stalin-premieprijswinnaar, betoogd dat differentiaalmeetkunde de tegenstelling tussen discrete entiteiten en een continuüm overstijgt. Het voorbehoud van de intrinsieke dialectische eis dat de nieuwe situatie weer genegeerd/overstegen kan worden, wordt niet gemaakt. Aleksandrovs geschriften zijn een verdediging in een zeer politiek-filosofisch debat, van wat hij ziet als een intrinsieke dialectiek van de wiskunde (Aleksandrov 1970), (Aleksandrov 1971), (Aleksandrov 1980). Iets waarin Hegel in zijn logica hem voorging.

Terugkomend op Engels, ervaren we zijn zwakte in de wiskunde in zijn discussies over de vierkantswortel van min één:  $\sqrt{-1}$ , of  $\sqrt[4]{-1}$ , wat gedefinieerd is als het teken “i”, wat betekent dat  $i$  kwadraat gelijk is aan min één. Engels begreep eenvoudigweg niet het belang van complexe getallen (getallen met inbegrip van een zogenaamd “denkbeeldig” deel: een veelvoud van “i”), die in de negentiende eeuw een volledige geaccepteerde positie kregen. In plaats van een getal af te beelden op een eendimensionale lijn, blijkt een tweedimensionaal assenstelsel productief om complexe getallen weer te geven. Tegenwoordig worden ook quaternions (vier assen) en octonions (acht assen) gebruikt.

In een formele taal zou men een ontkenning kunnen definiëren als het plaatsen van een minteken voor een teken. Het heeft echter weinig betekenis. Min zeven (zeg maar een commercieel verlies van € 7) opgeteld bij zeven (zeg maar een winst van € 7) geeft ons geen enkel dynamisch inzicht, de totaliteit telt op tot nul, waarvan de positieve ontkenning niet gedefinieerd is. Met andere woorden, om axiomatische wiskunde met dialectiek te verknopen probeert men formele logica toe te passen in een niet-formeel logische omgeving. Als voorbeeld: Engels schrijft: “In een bepaald probleem heb ik bijvoorbeeld twee variabelen,  $x$  en  $y$ , (...) ik differentieer  $x$  en  $y$  (...) En nu, wat heb ik anders gedaan dan  $x$  en  $y$  te ontkennen (...)? In plaats van  $x$  en  $y$ ; heb ik daarom hun ontkenning,  $dx$  en  $dy$ , voor me in de formules of vergelijkingen. Ik ga dan verder met deze formules en behandel  $dx$  en  $dy$  als hoeveelheden die reëel zijn, hoewel onderworpen aan bepaalde uitzonderlijke wetten, en op een bepaald punt ontken ik de ontkenning (negatie van de negatie), d.w.z. ik integreer de differentiaalformule, en in plaats van  $dx$  en  $dy$  krijg ik weer de reële hoeveelheden  $x$  en  $y$ , en ben dan niet waar ik in het begin was, maar met deze methode heb ik het probleem opgelost waarop de gewone meetkunde en algebra misschien tevergeefs hun kaken hadden kunnen breken” (Engels 2010a,128).

Van Heijenoorts commentaar is: “In deze twee [de eerste is over Engels en de wortel van min één -JK] voorbeelden betekent ‘ontkennen’ vier verschillende bewerkingen: (1) vermenigvuldigen met  $-1$ , (2) een negatief getal in het kwadraat zetten, (3) differentiëren, (4) integreren. Wat is het

gemeenschappelijke kenmerk van deze bewerkingen dat Engels in staat zou stellen om ze onder het begrip negatie te brengen? Enkele bladzijden later vertelt hij ons dat ‘in de differentiaal en integraal rekening [de calculus -JK] het anders wordt ontkend dan in de vorming van positieve machten uit negatieve wortels’. Maar hij geeft ons nooit de minste aanwijzing over wat de vier ‘ontkennende’ bewerkingen onderscheidt van andere wiskundige bewerkingen. Of kan elke wiskundige bewerking als een ‘ontkenning’ worden beschouwd? Wat betekent de ‘ontkenning van de ontkenning’ dan? Het is zowel onmogelijk als nutteloos om kritiek te leveren op het gebruik van dit vormloze begrip door Engels op het gebied van de wiskunde” (Van Heijenoort 1985).

Het zou in dit artikel te ver gaan om op de discussie over de wiskundige manuscripten van Marx, die Engels zo geprezen heeft, in te gaan.[\[11\]](#)

Het volstaat te zeggen dat Marx de spijker op zijn kop slaat in zijn niet unieke kritiek op de calculus van zijn tijd. Er zijn interessante werken over geschreven, maar de meeste bespreken Marx’ wiskunde in relatie tot Hegel, wat ook Engels’ aanpak is. Maar na de totale herdefiniëring van de calculus in de tweede helft van de negentiende eeuw werd het bespreken van Marx’ kritiek een historische oefening en leidde niet tot een nieuwe doorbraak in de wiskunde. Dit standpunt sluit aan op Engels’ problemen met complexe getallen. Voor de geschiedenis van de calculus zie: (Boyer 1959).

Dit betekent helemaal niet dat de discussie voorbij is, want in de moderne benadering bestaat geen continuüm, alles is discreet (Bell 2019). Met andere woorden, sommige zorgen van Marx en Engels ten aanzien van de calculus blijven bestaan. Een interessant aspect is de sterke nadruk die Engels legt op het discrete, die wordt toegelicht in zijn ideeën over tellen. Bijvoorbeeld: “De begrippen getal en figuur zijn uitsluitend genomen uit de werkelijke wereld. De tien vingers waaraan de mens aftelt, waarmee hij dus de eerste rekenkundige bewerking heeft leren uitvoeren, zijn alles behalve een vrije schepping van het verstand. Tot het tellen behoren niet alleen telbare voorwerpen, maar ook de

bekwaamheid om bij de beschouwing van de voorwerpen van al hun andere eigenschappen, behalve van hun aantal, te kunnen afzien – en deze bekwaamheid is het resultaat van een lange historische ervaringsontwikkeling. Zoals het begrip getal, zo is ook het begrip figuur uitsluitend aan de buitenwereld ontleend en niet in het brein aan het zuivere denken ontsproten. Er moesten dingen voorhanden zijn die een vorm hadden en wier vormen men vergeleek voordat men op het begrip figuur kon komen. De zuivere wiskunde heeft tot onderwerp: de ruimtevormen en de kwantitatieve verhoudingen van de werkelijke wereld; een zeer reële stof dus”. (Anti-Dühring-Eerste deel – Filosofie III. Indeling. Apriorisme)

Dit standpunt sluit aan op Engels’ problemen met complexe getallen. [\[12\]](#)

Het is belangrijk om op te merken dat Engels de natuurkundige wetten en hun uitdrukking in de wiskunde verwart. Engels vergeet hier dat alle wetten menselijke constructies zijn, zoals blijkt uit zijn beruchte ‘spiegelbeeld’ metafoer (*Abbildung, Widerspiegelung*), het idee dat menselijke gedachten, en dus ook de wiskunde, min of meer één-op-één representaties zijn van de materiële werkelijkheid buiten onze schedel. Engels schrijft: “De zuivere wiskunde heeft tot onderwerp: de ruimtevormen en de kwantitatieve verhoudingen van de werkelijke wereld; een zeer reële stof dus. Dat deze stof in een hoogst abstracte vorm verschijnt, kan zijn oorsprong uit de buitenwereld slechts oppervlakkig verbergen.” (Idem & Engels 2010a, 37).

En: “Maar evenals op ieder gebied van het denken worden op een bepaalde ontwikkelingstrap de uit de werkelijke wereld geabstraheerde wetten van die werkelijke wereld losgemaakt, als iets zelfstandig daar tegenovergesteld, als van buiten komende wetten, waarnaar de wereld zich te richten heeft. Zo is het in samenleving en staat toegegaan, zo en niet anders wordt de zuivere wiskunde achteraf op de wereld toegepast, hoewel zij juist aan deze wereld ontleend is en slechts een deel der vormen van haar samenstelling uitmaakt – en enkel en alleen daarom dan ook toepasbaar is” (**idem**)

### 3) De natuur als voorbeeld en inspiratiebron

Er is een opmerkelijk aspect in de discussies over materialisme en dialectiek. Engels zet de idealistische constructie die Hegel bouwde om de begrippen en de historische ontwikkeling van eenvoudige begrippen tot een steeds grotere complexiteit te vatten, zoals de staat als ordenend begrip in de menselijke samenleving, “met zijn poten op de grond”. Kort gezegd zegt Engels dat “het idee” een menselijk geestelijk en dus materieel object is dat het resultaat is van een materiële progressie van elementair chemisch materiaal tot waar we nu zijn. **[13]**

De achterliggende vraag is: in hoeverre kunnen hegeliaanse categorieën als kwaliteit, kwantiteit, causaliteit en essentie dienen als bouwsteiger voor een maatschappelijke analyse op basis van een materialistisch wereldbeeld. Zoals zo vaak met wetenschappelijke theorieën die gebaseerd zijn op onze ervaringen, ontwikkelen we een analytische methode en bij het bereiken van haar grenzen, houden we een deel van de methode vast in een nieuwe context. Het hegeliaanse systeem heeft in de hand van zijn schepper niet geleid tot de emancipatie van de mensheid en heeft intrinsiek autoritaire aspecten, maar essentiële onderdelen van Hegels denken blijven bestaan.

We hebben nieuwe analysemethoden nodig die ons helpen te begrijpen waarom het huidige kapitalistische systeem is ontstaan en hoe het kan worden overstegen. Geheel in lijn met de explosieve ontwikkelingen in de theoretische en toegepaste wetenschappen en hun expressie in de onstuimige industrialisatie, gingen Engels en Marx deze uitdaging aan om de dynamiek in de ontwikkelingen in de economie en haar afhankelijkheid van de natuur te onderzoeken. Daarbij proberen zij de lessen van Hegel als methodologisch model te gebruiken, tegenover de eenvoudige formele logica. Modellen voor de intrinsieke stofwisseling van de natuur moeten de mensheid in staat stellen om het sociale leven op een historisch ongekende manier te bevorderen. De belangrijkste voorbeelden zijn de onderzoeken in de landbouw en dus de pacht. Waar komt de waarde vandaan en hoe wordt de waarde (opnieuw) gecreëerd in een markt die in de negentiende eeuw volledig kapitalistisch werd? Doorbraken in de chemie met als voorbeeld Liebigs uitvinding van de kunstmest, hebben de landbouw voorgoed

veranderd. De onvermijdelijke gevolgen van deze innovatie voor de nationale en internationale handel in landbouwproducten en voor de ecologische situatie op aarde kunnen gemakkelijk worden gezien als een voorbeeld van een “dialectiek”, een niet-lineaire en niet-monocausale volgende stap in het menselijk leven.[\[14\]](#)

Materialistische noties van dialectiek werden onvermijdelijk, gezien de enorm snelle ontwikkelingen op gebieden als geologie, kosmologie en erfelijkheid (genetica was als zodanig nog niet bekend) waardoor de historiciteit van het heden duidelijk werd, alsmede de enorme uitbreiding in kennis en modellen zoals elektromagnetisme en thermodynamica in de natuurkunde.

Er is een echte wereld waar we deel van uitmaken, en we moeten dit materialistische uitgangspunt aannemen om onze soort vooruit te helpen. In de politieke strijd is het daarom noodzakelijk om ons sterk te verzetten tegen terugval in religie of solipsisme. Met Engels zien we een overenthousiaste gretigheid om aan de hand van het voorbeeld te laten zien dat alle moderne wetenschappen de wereld proberen te begrijpen door middel van modellen van interpenetrerende en wederzijds bepalende “krachten”.

*Dialectiek van de natuur* op deze manier gezien is een verzameling voorbeelden en pogingen deze voorbeelden te gebruiken als bouwstenen voor een meer omvattend argument. Het herformuleert onze menselijke manier van denken binnen een nieuw “epistemisch” kader en resulteert in studies zoals zijn beroemde: ‘De rol van de arbeid in de overgang van aap naar mens’ ([Engels 1976. Geschreven: mei-juni 1876. Eerste publicatie: Die Neue Zeit 1895)

Engels schept een kader dat historiciteit, dus verandering – ook in zijn basisbegrippen – dat een zekere mate van ‘vloeibaarheid’ in zijn uitdrukkingen mogelijk maakt.

#### **4) Engels de inspirator**

Deze tweehonderdste verjaardag is een goed uitgangspunt om terug te keren naar wat Engels en Marx wilden bereiken en ons af te vragen in hoeverre hun analytische pogingen in het probleem van het bereiken van menselijke emancipatie, van

ellende en onderdrukking, meer zijn dan alleen negentiende-eeuwse eerste pogingen. Hun hele *oeuvre* kan gezien worden als een verzameling van pogingen om de dynamiek van de sociale werkelijkheid te begrijpen als een functie van de menselijke natuur (Geras 1983), en de grenzen en mogelijkheden die de natuur biedt als determinanten voor het leven en de mensheid als een evolutionaire soort dat voortkomt uit de planetaire evolutie (Gould 1988). Om deze noties van beweging, verandering en vooruitgang operationeel te maken, moet er diep worden ingegrepen in de studie van deze gebieden van de menselijke kennis om zo tot min of meer stabiele definities te komen om de stap van historische analyses naar voorspellingen te maken. Het is begrijpelijk dat de astronomie, de fysica en de wiskunde dan de belangrijkste onderzoeksgebieden worden. Engels sprak vaak zijn enthousiasme uit over de jeugdige theorie van Immanuel Kant (veertig jaar later aangevuld door Pierre-Simon Laplace) dat de planeten producten zijn van de condensatie, door de zwaartekracht, van interstellair stof. Dit staat nu bekend onder de naam Kant-Laplace-hypothese, ook wel zonnenevel genoemd, (Kant 2012), en zijn lange discussies over het toenmalige nieuwe principe van het behoud van energie, dat de dynamische uitwisseling van verschillende fysische, chemische en biologische vormen van energie mogelijk maakt (Harman 1982). Dit alles geeft duidelijk aan dat hij streeft naar een wetenschappelijk socialisme, vrij van dagdromen, dat in overeenstemming is met de grenzen en de intrinsieke dynamiek van het menselijk leven als onderdeel van de natuur. Zoals uit de correspondenties en uittreksels van boeken blijkt, waren Engels en Marx gedreven lezers van wetenschappelijke werken. **[15]**

De negentiende-eeuwse rijping van de wetenschappen dient als voorbeeld voor het creëren van een wetenschappelijke benadering van economie en sociologie. Hoewel het natuurlijk een zeer omstreden hoop blijft om op productieve wijze natuurwetenschappelijke methoden onbemiddeld te importeren in sociologisch en geesteswetenschappelijk onderzoek.

Epistemologieën komen en gaan met elke nieuwe ontdekking (denk aan kwantummechanica). Afhankelijk van

steeds betere experimentele methoden en daarmee data-analyses zien we een verscherping van de debatten, maar ook een verbreding van de reikwijdte ervan, zoals bijvoorbeeld blijkt uit de indrukwekkende nieuwe inzichten in de paleozoölogie en paleontologie en de zoektocht naar menselijke voorouders. Discussies in de natuurwetenschappen vragen om striktheid, gebaseerd op welomschreven begrippen. Dit brengt hetzelfde soort eisen met zich mee op gebieden met minder welomschreven begrippen (bijvoorbeeld het concept van de arbeidersklasse in de sociale wetenschappen) en daarmee de ongelukkige neiging in de geesteswetenschappen en sociale wetenschappen om te veel te leunen op formele logische, mathematische en statistische gegevens analyses, wat kan leiden tot valse verwachtingen van wat statistische methoden kunnen bereiken. De ‘wegen’ die Engels in de natuurwetenschappen inslaat, zijn zeker een teken van de hoop om “wetenschappelijke” methoden over te brengen naar de economie en de sociologie, maar hij heeft dit nooit bereikt – en wij heden ook niet. [\[16\]](#)

Het probleem van het begrip beweging is fundamenteel, omdat beweging (van een object, of een tijdslijn die wordt uitgedrukt in de op hersenen gebaseerde of niet-menselijke (fossielen), geheugens) altijd een relatie uitdrukt tussen het ene object en het andere. Bijvoorbeeld een star coördinatensysteem – dat dan als een absoluut object wordt gezien, zoals in de newtoniaanse natuurkunde. Wij hebben nog steeds te maken met enkele pertinente vragen die Engels stelt: de historiciteit van kennis; de materialiteit van de wereld; objectiviteit en realisme in de epistemologie; en de noties van de werkelijkheid, objectiviteit, reflectie, en modellering.

### *Historiciteit van de kennis*

De geschiedenis en de sociologie van de wetenschap zijn vrij recente disciplines. Ze zijn ontstaan in een beschrijvende literaire traditie, van het volgen van de veronderstelde lineaire vooruitgang van steeds meer omvattende en diepere kennis. Tegenwoordig graven sociologen en wetenschapshistorici dieper in de maatschappelijke context en in de historisch-



economische contingenties van het hoe en waarom bepaalde vorderingen werden gemaakt.

De historisch-materialistische traditie begon met de beroemde bijdrage van Boris Hessen (Hessen 1931), die de vonk was voor een sterke communistische traditie in het veld. Met name in het Verenigd Koninkrijk met mensen als Needham, Bernal, enz. [\[17\]](#)

Langzaam aan maakte dit soort vereenvoudigde, soms bijna monocausale, benadering (Bernal 1969) plaats voor diepere studies waarin culturele, filosofische en religieuze contexten deel uitmaakten van het begrip. Belangrijk is vroeg werk uit 1935 van Ludwig Fleck (Fleck 1979) en later Thomas Kuhn (Kuhn 1962), die het bestaan van duidelijke epistemologische gemeenschappen suggereren, maar ook breken en verschuivingen in het perspectief (zogenaamde paradigma's).

### *De materialiteit van de wereld*

Engels en Marx maken grappen over het spiritisme (Engels 2010, 352), (Marx 1976a, 163-4), een populair tijdverdrijf in hun tijd, en bestrijden de idealisten. Hun materialisme werd sterk beïnvloed door het achttiende-eeuwse materialisme, waarbij materialisme werd gelijkgesteld met materie: spullen. Engels' enthousiasme voor Hermann von Helmholtz, destijds de belangrijkste wetenschapper in Duitsland, komt goed tot uiting in zowel *Anti-Dühring* als in de *Dialectiek van de Natuur*.

De moderne natuurwetenschap heeft het principe van de onverwoestbaarheid van de beweging uit de filosofie moeten overnemen; zonder dit principe kan ze niet meer bestaan. Maar de beweging van de materie is niet alleen ruwe mechanische beweging, louter verandering van plaats, het is warmte en licht, elektrische en magnetische spanning, chemische combinatie en dissociatie, leven en, ten slotte, bewustzijn" (Engels 2010b,332).

Rond de eeuwwisseling is de notie van elektrische en magnetische velden gerijpt en zijn "velden", samen met "materiaal", onderdeel geworden van de materialiteit van de wereld. Dit leidde tot theorieën die het einde van de materie suggereren, zoals het energetische concept van Wilhelm Ostwald die, net als Ernst Mach, het bestaan van chemische

atomen weigerde te accepteren. De volgende aanval op het begrip materie gebeurde met de ontdekking van radioactief verval, ontdekt in 1896.

Maar Engels en zeker Vladimir Lenin zetten de zaken in een duidelijk perspectief. Materialisme kan niet worden gekoppeld aan de beperkte menselijke kennis van een bepaalde periode. Engels zegt nadrukkelijk dat het materialisme ‘Bij iedere belangrijke ontdekking, zelfs op natuurwetenschappelijk gebied’ (laat staan op het gebied van de geschiedenis van de mensheid), ‘zijn vorm moet wijzigen’ (Lenin citeert: Ludwig Feuerbach, Duitse editie, p. 19). Een herziening van de ‘vorm’ van het materialisme van Engels, een herziening van zijn natuurfilosofische stellingen, houdt dus niets ‘revisionistisch’ in de gebruikelijke zin van het woord in, maar is integendeel een onontkoombaar vereiste van het marxisme” [(Lenin 1968, p. 251), Nederlandse uitgave 197x, p. 284]**[18]** En: “Het grote succes van de natuurwetenschap, het naderkomen tot gelijksoortige en eenvoudige elementen van de materie waarvan bewegingswetten zich wiskundig laten bewerken doet de wiskundige de materie vergeten. ‘De materie verdwijnt’, er blijven alleen vergelijkingen over. Op een nieuwe trap van ontwikkeling en tevens op een nieuwe manier, krijgt men zo het oude idee van Kant: het verstand schrijft aan de natuur de wetten voor” (Lenin 1968, Nederlandse uitgave p. 351)

Lenins strijd tegen de nieuwe positivistische filosofie die alle onwaarneembare zaken elimineert, wordt geformuleerd als:

“Het ‘wezen’ van de dingen of de ‘substantie’ is *ook* relatief en brengt alleen de verdieping van de menselijke kennis van de objecten tot uitdrukking; en wanneer gisteren deze verdieping niet verder ging dan het atoom en vandaag niet verder dan het elektron en de ether, dan volhard het dialectisch materialisme bij het tijdelijke, relatieve, benaderende karakter van deze *mijlpalen* van de kennis der natuur door de progressieve wetenschap van de mens. Het elektron is even *onuitputtelijk* als het atoom, de natuur is oneindig, maar zij *bestaat* oneindig en door deze even categorische als onvoorwaardelijke erkenning van haar *bestaan* buiten het bewustzijn en buiten de

gewaarwording van de mens onderscheidt het dialectische materialisme zich van het relativistische agnosticisme en het idealisme” (idem. Nederlandse uitgave p. 297)

Het probleem van de onwaarneembaarheid is nog steeds de kernvraag in de kwantummechanica, maar dit heeft zeker ook te maken met de fysieke grenzen van de menselijke zintuigen. Zoals Abraham Pais, een van Albert Einsteins biografen zich herinnert: “Ik herinner me dat Einstein tijdens een wandeling plotseling stopte, zich tot mij keerde en me vroeg of ik echt geloofde dat de maan alleen bestaat als ik er naar kijk. De rest van deze wandeling was gewijd aan een discussie over wat welke betekenis een natuurkundige zou moeten geven aan de term ‘bestaan’”. (Pais 1979).

### *Objectiviteit en realisme in de discussie over epistemologie*

Nu we hebben bepaald dat de wereld bestaat vóór de mensheid (zoals bewezen door de geologie en het darwinisme) en vermoedelijk ook na de mensheid (afhankelijk van de kracht van de atoombomvoorraad), komen we bij de volgende kwestie, die van “reflectie” als een bron voor theorievorming en modellering. Benadrukt moet worden dat materialiteit expliciet een belangrijk begrip is in de context van het menselijk lichaam en zijn ziekten.

Zoals Timpanaro schrijft: “Het achttiende-eeuwse thema ‘van genot en pijn’ werd door het marxisme te veel verwaarloosd, dit was een gevolg van het feit dat Marx en Engels het hedonisme al vroeg op een te summiere manier hadden vereenzelvigd met het burgerlijke individualisme” (Timpanaro 1975b). Lichamelijke ervaringen zijn de enige toegangspoorten voor kennis en dus voor wetenschap en politiek, ook al worden deze ervaringen verheven tot abstracte wiskundige modellering. Maar dit betekent niet dat deze toegangspoorten voor een positivistische filosofie bewijzen zijn. Het ouderwetse vulgaire materialisme komt tegenwoordig tot uiting in de neurologie en het hersenonderzoek; synapsen en neuronen worden als elementaire – materiële – objecten beschouwd. Bovendien modelleert dit type onderzoek de hersenactiviteit met behulp van, in principe meest primitieve maar zeer veelzijdige, binaire modellen zoals die tot uitdrukking komen in de computerwetenschap en de zogenaamde kunstmatige

intelligentie. Het is gebaseerd op het succesverhaal van de digitale computers, wier ontwikkelingstempo suggereert dat in de toekomst quantum computers een doorbraak zullen creëren. Interessant is dat het onderzoek naar analoge computers in de jaren zeventig van de vorige eeuw in het slop is geraakt door de opmars van digitale computers, omdat deze laatste een steeds grotere numerieke precisie mogelijk maakten. Opnieuw een culturele verschuiving naar het discrete, ten koste van het analoge continuüm.

*Het ware; objectiviteit, reflectie, modellering*

Engels worstelt voortdurend met de notie van beweging of verandering. De geschiedenis is immers een uitdrukking van verandering. In zijn *Dialectiek van de Natuur* essay: ‘Basisvormen van de beweging’ zegt hij expliciet: “We zijn gedwongen om ons – in overeenstemming met de stand van de wetenschap – te beperken tot de bewegingsvormen van de niet-levende natuur.”

Hij gaat dan verder met de notie van beweging in de mechanica en de tegengestelde krachten van aantrekking en afstoting, die samenhangen met de wetten van energie en momentumbehoud. Het behoud van energie, vastgesteld door Helmholtz, kan geïnterpreteerd worden als een voorbeeld van een eenheid van tegenstellingen, die samen beweging creëren. “Opgelet: aantrekking en afstoting worden hier niet beschouwd als zogenaamde “krachten” maar als eenvoudige vormen van beweging, net zoals Kant de materie al had opgevat als de eenheid van aantrekking en afstoting. Wat onder het begrip “krachten” moet worden verstaan, zal te zijner tijd blijken.” (idem)

Hier moeten we begrijpen dat we met Helmholtz het hoogtepunt van de negentiende-eeuwse wetenschap hebben bereikt op basis van toenmalige voor de hand liggende waarheden, zoals die al door Kant waren geformuleerd. We hebben objecten, maar onze kennis is misschien onvolledig, we doorkruisen een driedimensionale euclidische ruimte in de tijd en naarmate we verder komen is het begrip causaliteit onvermijdelijk. Kants *a priori* veronderstellingen over tijd en ruimte zijn gemakkelijk te begrijpen. Hoe benaderen we beweging, dat wordt gedefinieerd in termen van tijd en plaats?

Deze begrippen staan nog steeds ter discussie, maar de negentiende-eeuwse modellering zou er niet zonder kunnen.

Met de uitvinding van de theorie van het elektromagnetisme als een geïntegreerde theorie voor elektriciteit en magnetisme werden de beperkingen van mechanische modellen bereikt, aangezien de elektromagnetische velden toen moesten worden begrepen als gesondeerd in materie, of in andere woorden uitdrukkingen zijn van golven in een ether, een drager zoals water voor watergolven (Harman 1982), (Born 1965). De definitieve doodsklap kreeg de negentiende eeuwse natuurkunde toen nieuwe inzichten van ruimte en tijd in de speciale relativiteit, vanaf 1905 en algemene relativiteitstheorie (zwaartekrachttheorie), vanaf 1915 werden bevestigd; het waarnemen van tijd en ruimte als dynamische entiteiten.[\[19\]](#)

Bovendien werd de kwantummechanica vanaf de jaren twintig de meest succesvolle beschrijvende theorie voor de materie (met veronachtzaming van de zwaartekracht) Dit echter zonder een aanwijzing voor *Anschauung*. Het blijft een puur wiskundige abstracte theorie, zonder gepopulariseerde afbeeldingen zoals het rubberen vel als model voor de zwaartekracht.[\[20\]](#)

Alle betekenissen van menselijke begrippen veranderen in de loop van de geschiedenis. De notie van een atoom werd door de Grieken gezien als het kleinste deeltje waarvan materie werd gemaakt. Atomen zijn nu, afgezien van hun metaforische betekenis, slechts de kleinste entiteit van een chemisch element. Tegenwoordig hebben we experimenten die aantonen dat zulke atomen net als golven interferentie kunnen vertonen, of zich kunnen clusteren in een ander uniek geheel, zoals in het geval van de Boson-condensatie van Rubidium-atomen. Het eindeloos heen en weer lopen tussen ideeën en modellen lijkt op het lopen in een *cakewalk* op een kermis. Maar tegenover het overoptimistische idee van een asymptotisch bereiken van een eindbestemming (de uitgang van de *cakewalk*) en Feyerabendse agnosticisme (Feyerabend 1989) moeten we beginnen met het diepe materialistische basisidee dat de wereld echt is en wij als onderdeel daarvan dat ook zijn. De steeds toenemende hoeveelheid kennis laat ons de politieke/morele verplichting na om bestaande kennis

toe te passen en nieuwe experimentele gegevens en hun modellen te promoten om te strijden voor een wereld waarin een nieuw concept van de maatschappij is gevestigd, waarin ‘iedereen werkt (met plezier!) volgens zijn/haar capaciteiten en goederen en onderdak ontvangt volgens zijn/haar behoeften’. Het redden van onze soort betekent het behouden van de wereld in omstandigheden die onze soort in staat stellen te leven. De nu dreigende ecologische crisis bewijst dat onze epistemologie een dynamische morfologie van fenomenen (experimentele gegevens) en theorieën is. Beide zijn uitingen van menselijk vernuft.

De noodzaak om de huidige wetenschap op een nieuwe manier te heroverwegen impliceert dat we de reflecties en modellering in de geest moeten heroverwegen (Kircz 2015), (Kircz 2016).

Dit hele thema komt neer op de eeuwige zoektocht naar de mate waarin het menselijk brein, als onderdeel van het menselijk lichaam, in staat is zich een beeld te vormen van de objecten rondom en in het menselijk lichaam. Deze zoektocht heeft veel te maken met het unieke menselijke vermogen om zintuiglijke indrukken in formele talen te externaliseren. Met andere woorden, reflecteren we de “realiteit” daarbuiten? Is het mentale beeld een homomorfisme (een structuur die één op één de buitenwereld in kaart brengt)? Aangezien onze hersenactiviteiten zoals het geheugen en het denken voortdurend in ontwikkeling zijn tot de dood of dementie toeslaat, is de ‘reflectie’ duidelijk in een dynamische lachspiegel. Met de komst van positivisme door de pragmatische school van Ernst Mach en William James werd het probleem (on)opgelost door te stellen dat we in het praktische leven alleen te maken hebben met wat er met onze (versterkte) zintuigen kan worden ervaren. Om James te citeren: “Geef een idee of geloof dat waar zou moeten zijn,” zegt hij, “welke concrete verschillen zal dit waar zijn in iemands leven werkelijk maken? Hoe zal de waarheid worden gerealiseerd? Welke ervaringen zullen anders zijn dan die welke zouden worden opgedaan als het geloof vals zou zijn? Wat is, in het kort, de geldswaarde [Cash Value] van de waarheid in ervaringstermen?” (James 1987a)

“De waarheid leeft, in feite, voor het grootste deel op een kredietsysteem. Onze gedachten en overtuigingen ‘gaan voorbij’, zolang niets hen uitdaagt, net zoals bankbiljetten voorbijgaan zolang niemand ze weigert. Maar dit alles wijst erop dat er ergens directe persoonlijke verificaties plaatsvinden, zonder welke het weefsel van de waarheid in elkaar stort zoals een financieel systeem zonder enige cash-basis” (James 1987, 576), (James 1987b, 821). **[21]**

James’ winkeliersmetafoor van geldwaarde is een juweeltje van eenvoudig historisch materialisme (zie voor een marxistische kritiek op het pragmatisme Novack 1975).

Engels en vervolgens Lenin namen de zoektocht naar een materialistisch wereldbeeld, oftewel ontologie, serieus. Deze zoektocht naar het “echte” is een varen tussen de Scylla van de rotsen van het pragmatisme en de kantiaanse Charybdis van de nooit aflatende asymptotische draaikolk tot aan het ding op zich. Maar net als varen op volle zee, de koers is altijd een versmelting van theorie en ervaring.

Lenin zelf had hier duidelijk moeite mee toen hij de volgende beruchte zinnen schreef: “Onveranderlijk is vanuit het standpunt van Engels alleen dit ene: de weerspiegeling in het menselijk bewustzijn (wanneer het menselijk bewustzijn bestaat) van de onafhankelijk daarvan bestaande en zich ontwikkelende buitenwereld. Een andere ‘onveranderlijkheid’, een ander ‘wezen’, een ‘absolute substantie’ in de zin waarin nutteloze professorenfilosofie deze begrippen schetste, bestaat er voor Marx en Engels eenvoudig niet. Het ‘wezen’ van de dingen of de ‘substantie’ is *ook* relatief en brengt alleen de verdieping van de menselijke kennis van de objecten tot uitdrukking...” **idem p. 297**

In deze passage pleit Lenin enerzijds tegen de positivisten voor “onveranderlijkheid”, in lijn met Engels, en stelt hij anderzijds dat de essentie relatief is, omdat de natuur oneindig is. Naar mijn mening kunnen we dit opvatten als een uitspraak dat het fysieke feit van een blauwe nagel als gevolg van het klussen in je huis, gevat kan worden in een overvloed aan modellen, van Nagelstudiocultuur tot subungual hematomaonderzoek. Alle ervaringen zijn theorie geladen, een begrip dat pas later in de twintigste eeuw is ontwikkeld.

Deze cruciale observatie verdwijnt vaak uit zicht, vooral wanneer we te maken hebben met de moderne wetenschap (in het bijzonder in de kwantummechanica, die volledig in wiskundige tekentaal is geformuleerd), waarin gesloten wiskundige modellen een duidelijke materiële ervaring verhullen, zoals bijvoorbeeld positron – elektronbotsingen die een lichtflits geven.

De kwestie van veranderende modellen, soms geformuleerd als wetenschappelijke revoluties of paradigmaverschuivingen, is een relevant probleem. Noch Engels, noch Lenin konden dit begrijpen in hun tijd; in het geval van Engels de periode van het hoogtepunt van het materialistische denken, in Lenins geval de periode dat het materialisme op de helling werd gezet. De vele studies die dergelijke epistemologische veranderingen beschrijven, berusten te vaak op het nemen van de nieuwe wetenschap als de nieuwe waarheid en het kaderen ervan in de sociale context van haar geboorte.[\[22\]](#)

In het kader van deze bijdrage kunnen drie opmerkingen worden gemaakt.

- 1) Er is veel nieuwe kennis over niet-menselijke waarnemingen. Nadat Franz Anton Mesmer aan het eind van de achttiende eeuw studie deed naar dierlijk magnetisme als genezende kracht, wat uiteindelijk hypnose of groepspsychologie bleek te zijn, werd het idee van dierlijk magnetisme bij de mens een anathema. Maar met nieuwere technologieën is het menselijk biomagnetisme (dat uiteraard een nieuwe naam vergde) sinds de jaren zeventig van de vorige eeuw een volledig ontwikkeld vakgebied. Het laat alleen maar zien dat de traditionele vijf menselijke zintuigen slechts een deelverzameling zijn van wat het menselijk lichaam ervaart. We hebben simpelweg nog geen volledig overzicht van hoe materiële “indrukken” zijn of kunnen worden gemodelleerd in nieuwe theorieën over het menselijk leven als onderdeel van de natuur (met behulp van instrumenten als een bril of “SQUIDS” om het magnetoencefalogram van het menselijk brein te meten). Het elimineren van ‘onwaarneembare zaken’ is een verloren oorlog. Helaas heeft veel van het onderzoek naar andere dieren dan mensen te maken met het herscheppen van



dierlijke kenmerken voor direct menselijk (vaak militair, denk aan de vorm van vleugels of pantsering) gebruik, waaronder “levende machines” – door de mens gemaakte apparaten met mogelijkheden die door wezens die in de natuur zijn geëvolueerd, worden gedeeld (Prescott, Lepora, en Verschure 2018).

Dit fantastische veld is een stap in de richting van het “verbeteren” van de mensheid met nieuwe, niet aangeboren overlevingskansen, door het analyseren en nabootsen van niet-menselijke percepties en structuren. Het bewijst niet alleen dat “de natuur oneindig is”, maar doet ons ook nadenken over het “wereldbeeld” van andere dieren. De beeldsnelheid van het menselijk oog is laag, en in films is de snelheid nu gestandaardiseerd op 24 beelden per seconde. Op die manier nemen we continue beweging waar. Om veilig te kunnen spelen is de snelheid van onze pc-schermen 50 tot 60 beelden per seconde. Maar hoe zit het met vliegen, die zo moeilijk te vangen zijn, en roofvogels die nog veel sneller zien, tot over de 100 beeldjes per seconden (Potier et al. 2020)?

En laten we de sidderaal niet vergeten, die ‘ziet’ door elektrische pulsen en heeft daardoor een andere perspectiefwaarneming dan wij. In zijn extreem utilitaristische inleiding op een populair natuurhistorisch boek stelt William J. Turkel: “Het centrale argument van dit boek is dat onze behandeling van elektrische vis als apparaat, ons in staat stelde om onze weg te voelen in onze eigen elektrische werelden en, uiteindelijk, om ze te bewonen. Meer in het algemeen is ons evolutionaire succes voor een groot deel te danken aan het feit dat we het vermogen hebben, misschien wel uniek, om ons eigen lichaam en dat van andere mensen en andere dieren als apparatuur te behandelen” (Turkel 2013).

Deze productivistische benadering, dezelfde als in het eerder genoemde handboek “Levende Machines”, gaat niet in op de veel interessantere vraag hoe deze ‘vreemde’ dierenzintuigen ons zouden kunnen helpen om de natuur te zien, voorbij onze door de evolutie bepaalde diversiteit. We hebben een hoekje van de evolutionaire geschiedenis afgerond, omdat die ons het beste past, maar dat zegt meer over ons dan over de natuur.

“... deze omweg in de zintuiglijke waarneming in onze discussie laat zien dat er in de natuur een veelheid aan verschillende manieren bestaat om dezelfde fysieke werkelijkheid te interpreteren, wat zeker leidt tot verschillend sociaal gedrag. Ons begrip van de wereld is een wisselwerking tussen onze analoge zintuiglijke waarnemingen en onze digitale mentale cognitieve abstracties. Het gevolg hiervan is dat we met de kennis van verschillende zintuiglijke representatieschema's deze kunnen simuleren in een elektronische publicatieomgeving en daarmee de menselijke kijk op de werkelijkheid kunnen uitbreiden, die immers de basis vormt voor haar verlangen om de wereld te veranderen” (Kircz 1998).

Hoe zou het zijn als we in staat zijn om de sidderaal in een *Artificial Reality bodysuit* te programmeren? Zal dat ons wereldbeeld veranderen?

2) Na het verlaten van het dogma van het positivisme, en het accepteren dat zintuiglijke indrukken kunnen worden verborgen voor onze meest eenvoudige zintuiglijke scherpte, werd de volgende antimaterialistische stap genomen door de logisch-positivisten, in het vinden van de grenzen van de waarheid van de werkelijkheid in de zoektocht naar een perfecte (wiskundige) taal. Hoewel het nu uit de mode is, zit het verborgen in de golf van wiskundige modellering die zo ongelooflijk productief blijkt te zijn in termen van geld voor bijvoorbeeld financieel kapitaal. De pertinente en vaak gestelde vraag waarom de wiskunde zo effectief is, is fundamenteel ahistorisch en onwezenlijk, zoals hierboven betoogd. In de loop der eeuwen is effectieve modellering belangrijk geworden als gevolg van sociale collectieve arbeid.

Dit brengt ons tot de conclusie, door Engels niet expliciet genoemd, maar wel gesuggereerd, dat nieuwe wetenschappelijke vergezichten en modellen zullen verschijnen in nieuwe maatschappelijke omstandigheden. Het bewijs van deze suggestie wordt geleverd in de begindagen van de USSR toen collectieve arbeid en cultuur de “norm” was. Laat ik twee voorbeelden geven. Alexei Kojevnikov laat zien hoe de notie van “collectieve beweging” door communistische natuurkundigen tot nieuwe wetenschap leidde (Kojevnikov 1999), (Kojevnikov 2002). Dit staat los

van de dooddoener dat de actoren zelf misschien geen loyale communisten waren (Gorelik, 2005). Het gaat om de hegemonie cultuur.

Aangezien deze nieuwe ideeën over plasma's en quasideeltjes, zoals fononen (gekwantiseerde golven in gecondenseerde materie), al snel deel uitmaakten van de "standaard" natuurkunde, is het ook een bewijs dat de materiële werkelijkheid "out there" is, maar dat er sociaal-contextueel menselijk vernuft nodig is om de materiële wereld te modelleren als functie van zijn sociale context. In dezelfde geest concludeert Ludmila Hyman bij de bespreking van het verschil tussen de psychologen Piaget en Vygotsky: "Piaget werkte in een kapitalistische maatschappij waarin de individualisering van de persoon als vanzelfsprekend werd beschouwd en het individu gesocialiseerd moest worden. Vygotsky daarentegen werkte in een communistische maatschappij die de collectivistische situatie van de persoon als vanzelfsprekend beschouwde. In het denken van Vygotsky was het dus de individualisering die de persoon moest ontwikkelen" (Hyman 2017).

3) Een epistemologie gebaseerd op de combinatie en integratie van de grote verscheidenheid aan verschillende ervaringen en zintuiglijke indrukken, vraagt om de notie van een atlas, als een soort encyclopedisch werk, dat vooral bekend is uit de geografische cartografie (Kraak en Ormeling 1998). Waar overlappende tweedimensionale projecties van beperkte oppervlakken van de aarde de menselijke lezer een zintuiglijk gevoel geven van de echte driedimensionale wereld. Op dit moment laat een 3D-simulatie, die ook door bijvoorbeeld architecten wordt gebruikt, de kijker de ruimte op een plat 2D-scherm 'ervaren'. Tegelijkertijd worden met GPS-apparaten, die de bestuurders instrueren waar ze moeten rijden, de overblijfselen van een richtingsgevoel dat de moderne mens heeft overgeërfd van zijn voorouders die leefden van jacht en verzamelen, vernietigd.

In de wiskunde en in het bijzonder in de differentiaalmeetkunde wordt de notie van een atlas gebruikt om het begrip van de hoger-dimensionale ruimte mogelijk te maken. Een functie (spoor) in een hoger-dimensionale ruimte kan worden geanalyseerd in de verzameling van projecties

(mappings) op lagere – één (een lijn) of twee (een vlak) – dimensionale voorstelling. De mens is namelijk gewend aan het tweedimensionale vlak van het visuele netvlies. Iedereen begrijpt dat dergelijke projecties niet de werkelijkheid zijn. In een recente grote studie graven Daston en Galison (Daston en Galison 2010) in de geschiedenis van het wetenschappelijke genre van de Atlas, als een groot plaatjesboek met een inventarisatie van bijvoorbeeld vogels, bloemen, radiologische opnamen, enz. In dit geval wordt de atlas beschouwd als een echte representatie. De auteurs stellen drie soorten objectiviteit voor die elkaar in de historische tijd opvolgen, elk met hun eigen epistemologie. De eerste fase was de zo getrouw mogelijke (“truth to nature”) stijl waarbij de wetenschapper in nauwe samenwerking met de kunstenaars die het object tekenen of schilderen en de drukker die deze beelden vermenigvuldigt, werkt. De tweede fase, de mechanische reproductie, wordt geïllustreerd door de fotografie en suggereerde een meer volledige objectiviteit. Epistemologisch gezien is de discussie echter ingewikkelder en beide fasen hebben zich ontwikkeld tot wat Daston en Galison ‘Structurele Objectiviteit’ noemen, een uitdrukking van het idee dat niet de objecten maar de wetten (of modellen) de echte wereld vertegenwoordigen. Een laatste fase is wat de auteurs een getraind oordeel noemen, en dat is precies waar we hopen dat onze studenten geneeskunde in getraind worden. In geneeskundige leerboeken zijn beeldinstructies van bijvoorbeeld een maagzweer of een ernstige breuk meer een verrijking van de natuur dan een fotografische weergave.

Ook hier worden we geconfronteerd met de spanning tussen zuivere modellering in de formele theorie en de modderige wereld waarin we leven.

## **5) Conclusie**

Bij de viering van het 200-jarig bestaan van Friedrich Engels heeft het geen zin om al zijn fouten, slechte voorbeelden en gebrek aan kennis op te sommen. De wetenschap gaat door en we moeten terug naar Engels als een formidabel nieuwsgierige, breed gecultiveerde, sociale en enorm productieve intellectueel. Engels en zijn levenslange medewerker Marx wilden weten om de samenleving te veranderen.

Eerder noemden we al Karl Marx' tweede stelling over de Duitse filosoof Ludwig Feuerbach. Stelling elf luidt: "De filosofen hebben de wereld slechts verschillend geïnterpreteerd; het komt er op aan haar te veranderen." (Marx 1976b, Nederlands Engels 1886 ).

Deze slogan is een strijdkreet voor socialistische actie. Dit aforisme eist, zoals alle strijdkreten, meer vlees op de botten. Marx had gelijk, het gaat niet alleen om interpretatie, dat wil zeggen om te proberen uit te leggen waar we zijn en hoe we in deze tijdelijke situatie zijn gekomen. Het gaat erom: waar gaan we heen als menselijke samenleving? Het doel van onze activiteiten is om de wereld in een nieuwe richting te sturen, dus om de wereld te veranderen, gebaseerd op de beste kennis van het heden en ons steeds veranderende begrip van de dynamiek ervan. Het voortzetten van deze mars zal de beste manier zijn om Engels te herdenken.

De uitspraak, 'een concrete analyse van een concrete situatie' is een veel geciteerde slogan van Lenin. Lenin gebruikt deze zin echter maar één keer; en wel in een recensie van het tijdschrift *Kommunismus*, waarin hij de Hongaren Georg Lukács en Bela Kuhn bekritiseert, de volledige zin luidt: "Kameraad B. K. bekritiseert op basis van citaten van Marx, die verwijzen naar een situatie die anders is dan de huidige, hij verwerpt de tactiek van het Centraal Comité van de Duitse Communistische Partij volledig en ontwijkt absoluut het belangrijkste, datgene wat de kern, de levende ziel, van het marxisme vormt – een concrete analyse van een concrete situatie" (Lenin, Vladimir Il'ich 1974).

Vertaald naar onze tijd (Kircz 2020): Stop met het citeren van Engels, probeer zijn voorbeeld te volgen! Neem de laatste kennis in alle gebieden serieus en ontwikkel daarop een dynamische emancipatoire theorie

### Dankwoord

Ik dank Alain Alcouffe, Graham Hobbs en Marcel van der Linden van harte voor hun kritiek, opmerkingen en suggesties voor verbetering. Loes Lauteslager dank ik voor haar hulp bij deze Nederlandse versie.

**Joost Kircz, 2020**

---

[1] Interessant is dat zelfs twee ‘Sveriges Riksbank Prijzen in de Economische Wetenschappen ter nagedachtenis aan Alfred Nobel’ worden toegekend aan mensen die voorzichtig de rationele keuzetheorie aan de orde stellen: Daniel Kahneman (2002): “voor het hebben van geïntegreerde inzichten uit psychologisch onderzoek in de economische wetenschap, in het bijzonder met betrekking tot het menselijk oordeel en de besluitvorming onder onzekerheid”: en Richard H. Thaler (2017): “voor zijn bijdragen aan de gedragseconomie”.

[2] Opmerkelijk is dat in de 500 plus pagina’s bloemlezing *K. Marx, F. Engels, V. I. Lenin, over het wetenschappelijk communisme* geen enkele verwijzing naar enige wetenschap wordt genoemd (Marx, Engels, en Lenin 1967).

[3] Het spreekt voor zich dat het primair stellen van wetten, de poorten opent voor het structuralisme.

[4] Het lijkt me altijd een typisch Angelsaksisch voorbeeld van haat tegen Duitsland, dat de Duitse aanspreektitel *Herr*, dat gewoonweg meneer betekent, nooit wordt vertaald. Kijk maar eens naar een Britse film of (TV-)toneelstuk waarin een onaangename Duitse burger opduikt, het is altijd Herr X en niet mister of Sir X.

[5] Voor een interessante discussie over de Kautskyaanse oorsprong van de slogan ‘socialisme of barbarij’ zie (Angus 2014).

[6] Hetzelfde zien we in vele politieke traktaten: “we zien (voorbeelden van) de ellende, de onderdrukking en de verwoesting, waar het kapitalisme de schuld van is, vandaar dat we het systeem moeten omverwerpen en een nieuw systeem moeten opbouwen”. Maar helaas zijn er meestal minder marsroutes dan morele oproepen tot solidariteit en actie.

[7] Een volledige geschiedenis van de publicatie van *Dialectiek van de Natuur* wordt gegeven in (Engels 1985).

[8] Zoals de newtonse mechanica, de kwantummechanica en de algemene relativiteitstheorie, die drie duidelijk verschillende noties van ruimte, tijd en ruimte-tijd hebben.

[9] Dit algemene idee van eenwording is niet bijzonder voor Engels, maar een eeuwenoud verlangen, althans in de natuurwetenschappen. In zekere zin kan dit streven naar een samenvattende theorie, en één voorkeurssemantiek, op één

lijn worden gesteld met monotheïstische denken. **[10]** Kijk bijvoorbeeld naar de *New Age* en latere postmoderne interpretaties van de kwantummechanica. Het gaat dit artikel te buiten om de ooit verhitte discussies over de zogenaamde “Sokal-hoax” en de daaropvolgende “wetenschapsoorlogen” in de jaren negentig van de vorige eeuw uit te diepen, want het antagonisme tussen de wetenschapper en de postmodernisten is niet zo eenvoudig en rechttoe rechtaan.

**[11]** Aangezien de *Mega2*-publicatie van *Marx Wiskundige Manuscripten* nog steeds in het ongewisse is, zijn er drie publicaties met bijlagen en inleidingen die de moeite waard zijn om onder de loep te nemen: Sofya A. Yanovskaya en Ersnt (Arnost) Kolman (redactie): *Wiskundige manuscripten van Karl Marx, voor het eerst gepubliceerd in het Duits en Russisch*, Nauka Press, 1968. Voor een Engelse vertaling (Marx 1983) en (Marx 1994). In het Frans (Marx 1985) en Duits (Marx 1974).

**[12]** Het idee van een aangeboren getalsbegrip is ook een principe in de werken van de cognitieve wetenschappers Lakoff en Núñez (Lakoff, en Núñez 2000).

**[13]** In dit verband is het voor verder onderzoek van belang naar de gedachten van Evald Ilyenkov over de materialiteit van het ‘Idee’ verder te analyseren. (Ilyenkov 2014).

**[14]** Voor Marx’ en Engels’ bijdragen in de ecologiediscussie zie bv. (Grundmann 1991), (Foster 2000), (Altvater 2015), (Foster en Burkett 2016) , (Saito 2017).

**[15]** Hun brede belezenheid wordt o.m. duidelijk in de vele delen van *Mega2* met betrekking tot de Marx-Engels correspondentie, (Marx en Engels 1999), en (Marx 1982)

**[16]** Dit ondanks de semantische truc om alle vakken in het hoger onderwijs in het Engels te duiden en *Science* te noemen: Science Tourism, Hospitality science en wat je zo meer hebt.

**[17]** J.D. Bernal, naamgever van het zogenaamde bernalisme, bleef zijn hele leven een missionaris voor Engels, “...er bestaat geen twijfel over dat hij vooral herinnerd zal worden als een van de belangrijkste wetenschapper-filosoof van de eeuw. (Bernal 1935).

**[18]** Met elke ophefmakende ontdekking, reeds op natuurwetenschappelijk gebied, moet het zijn vorm wijzigen; en sedert ook de geschiedenis onderworpen is aan de materialistische behandeling, opent zich hier een nieuwe weg

voor de ontwikkeling. Dit zegt Engels in *Ludwig Feuerbach en het einde van de klassieke Duitse filosofie*, 1886 Bron: Het Wereldvenster, 1980 Baarn - [www.marxists.org/nederlands/marx-engels/1886/1886feuerbach.htm](http://www.marxists.org/nederlands/marx-engels/1886/1886feuerbach.htm)

[19] Voor een technisch boek over de geschiedenis van het begrip ruimte zie: (Jammer 1993). Voor een bredere verhandeling over ruimte zie : (Schemmel 2016). Voor een technisch werk over tijd zie: (Jammer 2006).

[20] Dit is niet de plaats om de mistige discussie over kwantummechanica en de bijna religieuze claim dat de huidige hegemonie interpretatie gesloten en compleet is, inclusief het idee van Niels Bohr dat we uiteindelijk alleen in klassieke mechanische termen kunnen denken. Zie ook (Beller 1999).

[21] Het is duidelijk dat James in een tijd leefde dat geld nog gerelateerd was aan een gouden standaard. Op dit moment is zelfs die zekerheid verloren.

[22] Neem de buitengewoon interessante discussie over de mate waarin het kwantummechanicadebat zou zijn gebaseerd op de chaos van de Weimar-republiek (Forman et al. 2011)

## Referenties

Omdat dit artikel een vertaling uit het Engels is noem ik waar mogelijk de Nederlandse en de Engelse versie. Citaten in bovenstaande zijn dan naar de Nederlandse versie.

**Aleksandrov, A.D.** 1970.  
'On the One Hundredth Anniversary of the Birth of VI Lenin: Mathematics and Dialectics'. *Siberian Mathematical Journal* 11 (2): 243-63.

---- 1971.

'Mathematik Und Dialektik, Ideen Des Exacten Wissens.' In: Michael Otte (Redactie) *Mathematiker über Die Mathematik*, 4:251-57. Ideen Des Exacten Wissens. Springer Verlag.

---- 1980.

'Mathematics Its Essential Nature and Objective Laws of Development', (#3, p 22-42) Online op: [www.Massline.Org/Philosophy/Math/Mathematics-CensoredMarxistPhilosophy.Pdf](http://www.Massline.Org/Philosophy/Math/Mathematics-CensoredMarxistPhilosophy.Pdf) . *Science and Nature: A Journal of Marxist Philosophy for Natural Scientists*, no. 3: 22-42.



- Altvater,** **Elmar.** 2015.  
*Engels neu entdecken: das hellblaue Bändchen zur Einführung in die 'Dialektik der Natur' und die Kritik von Akkumulation und Wachstum.* Hamburg: VSA: Verlag.
- Angus,** **Ian.** 2014.  
 'The Origin of Rosa Luxemburg's Slogan "Socialism or Barbarism"'. 21 October 2014.  
<https://johnriddell.com/2014/10/21/the-origin-of-rosa-luxemburgs-slogan-socialism-or-barbarism/>.
- Bell,** **J.** **L.** 2019.  
*The Continuous, the Discrete and the Infinitesimal in Philosophy and Mathematics.* Springer International Publishing.
- Beller,** **Mara.** 1999.  
 Quantum Dialogue: The Making of a Revolution. University of Chicago Press.
- Bernal,** **John** **Desmond.** 1935.  
 'Engels and Science'. *Labour Montly Pamflets.* ---- 1969.  
*Science in History.* Harmondsworth: Penguin Books Ltd.  
*De wetenschap als maatschappelijk proces,* 4 delen Aula Pocket, Spectrum, 1971.
- Born,** **Max.** 1965.  
*Einstein's Theory of Relativity. Rev. ed.* New York: Dover Publications.
- Boyer,** **Carl** **B.** 1959.  
*The History of the Calculus and Its Conceptual Development.* Herdruk van 1949. Dover Publ.
- Carver,** **Terrell.** 1983.  
*Marx and Engels: The Intellectual Relationship.* Wheatsheaf.
- Daston, Lorraine, and Peter Galison.** 2010.  
*Objectivity.* Paperback ed. New York, NY: Zone Books.
- Daston, Lorraine, and H. Otto Sibum.** 2003.  
 'Introduction: Scientific Personae and Their Histories'. *Science in Context* 16 (1/2): 1-8.
- Engels,** **Friedrich.** 1886  
 Geschreven: lente van 1845, Eerste publicatie: appendix bij het boek Ludwig Feuerbach en het einde van de klassieke Duitse filosofie, geschreven door Engels in 1886.  
[www.marxists.org/nederlands/marx-engels/1845/1845feuerbach.htm](http://www.marxists.org/nederlands/marx-engels/1845/1845feuerbach.htm)  
 ---- 1976  
 'The Part Played by Labour in the Transition from Ape to

Man (1876)'. In *Dialectics of Nature*. Progress Publishers Moscow.

[www.marxists.org/nederlands/marx-engels/1876/1876aapmens.htm](http://www.marxists.org/nederlands/marx-engels/1876/1876aapmens.htm)

---- 1980

*Ludwig Feuerbach en het einde van de klassieke Duitse filosofie*, 1886 Het Wereldvenster.

[www.marxists.org/nederlands/marx-engels/1886/1886feuerbach.htm](http://www.marxists.org/nederlands/marx-engels/1886/1886feuerbach.htm)

---- 1985.

*Dialektik der Natur* (1873-1882). Redactie: Anneliese Griese. : Werke, Artikel, Entwürfe / Karl Marx, Friedrich Engels; Vol. I/26. *Marx Engels Gesamtausgabe: Mega2*. Berlin: Dietz.

---- 1988.

Herrn Eugen Dührings Umwälzung der Wissenschaft (Anti-Dühring). Redactie: Renate Merkel. Abt.I: Werke, Artikel, Entwürfe / Karl Marx, Friedrich Engels?; Vol. I/27. *Marx Engels Gesamtausgabe: Mega2*. Berlin: Dietz.

---- 2010a.

'Anti – Dühring Herr Eugen Dühring's Revolution in Science'. In Engels. Vol. 25, p. 5. *MECW*. Lawrence & Wishart.

[www.marxists.org/nederlands/marx-engels/1877/anti-duhring/anti-duhring.pdf](http://www.marxists.org/nederlands/marx-engels/1877/anti-duhring/anti-duhring.pdf)

Engels Anti-Dühring: Eerste deel – Filosofie III. Indeling. Apriorisme.

[www.marxists.org/nederlands/marx-engels/1877/anti-duhring/3.htm](http://www.marxists.org/nederlands/marx-engels/1877/anti-duhring/3.htm)

---- 2010b.

'*Dialectics of Nature*'. In ,MECW 25. 313-734. **Feyerabend, Paul.** 1989.

'Realism and the Historicity of Knowledge'. *The Journal of Philosophy* 86 (8): 393-406.

**Fleck, Ludwik.** 1979.

*Genesis and Development of a Scientific Fact*. University of Chicago Press.

**Forman, Paul, Cathryn Carson, A. B. Kozhevnikov, and Helmuth Trischler,** eds. 2011.

*Weimar Culture and Quantum Mechanics: Selected Papers by Paul Forman and Contemporary Perspectives on the Forman Thesis*. Imperial College Press and World Scientific.

**Foster, John Bellamy.** 2000.

*Marx's Ecology: Materialism and Nature*. Monthly Review Press.

**Foster, John Bellamy, and Paul Burkett.** 2016. *Marx and the Earth: An Anti-Critique*. Vol. 115. Historical Materialism Series. Brill.

**Geras, Norman.** 1983. *Marx and Human Nature: Refutation of a Legend*. Verso Editions and NLB.

**Gorelik, Gennady,** 2005. Review of *Stalin's Great Science: The Times and Adventures of Soviet Physicists*, By Alexei B Kojevnikov. *Physics World*, November.

**Gould, Stephen Jay.** 1988. *Time's Arrow, Time's Cycle: Myth and Metaphor in the Discovery of Geological Time*. Penguin Books.

**Griese, Anneliese, and Gerd Pawelzig.** 1995. 'Friedrich Engels "Dialektik Der Natur": Eine Vergleichende Studie Der Editions-geschichte'. *MEGA-Studien* 1: 33-60.

**Grundmann, Reiner.** 1991. *Marxism and Ecology*, Clarendon Press. Oxford New York.

**Harman, Peter M.** 1982. *Energy, Force and Matter: The Conceptual Development of Nineteenth – Century Physics*. Cambridge University Press.

**Hessen, Boris.** 1931. 'The Social and Economic Roots of Newton's Principia'. In: *Science at the Cross Roads*. KNIGA Ltd.

**Hyman, Ludmila.** 2017. 'The Soviet Psychologists and the Path to International Psychology'. In: *The Globalization of Knowledge in History: Based on the 97th Dahlem Workshop*, edited by Jürgen Renn, Reprint of the 2012 edition, 643-68. Max Planck Research Library for the History and Development of Knowledge Studies 1. Berlin: Edition Open Access.

**Ilyenkov, Evald V.** 2014. 'Dialectics of the Ideal'. In: *Dialectics of the Ideal, Evald Ilyenkov and Creative Soviet Marxism*, edited by Alex Levant and Vesa Oittinen. Brill and Haymarket Books.

**James, William.** 1987a. 'Lecture VI Pragmatism's Concept of Truth.?: PRAGMATISM, A New Name for Some Old Ways of Thinking. Popular Lectures on Philosophy (1907)'. In: *William James: Writings 1902-1910*, 572-90. Library of America.

- 1987b.  
 ‘The Meaning of Truth, a Sequel to ‘Pragmatism’. In: *William James, Writings 1902-1910*, 821-978. Library of America.
- Jammer, Max.** 1993.  
*Concepts of Space: The History of Theories of Space in Physics*. 3rd enlarged . ed. New York: Dover Publications.
- 2006.  
*Concepts of Simultaneity, from Antiquity to Einstein and Beyond*. The John Hopkins university press.
- Kaltenbrunner, Gerd-Klaus.** 1970.  
 ‘Eugen Dühring’. *Zeitschrift Für Religions- Und Geistesgeschichte* 22 (1): 58-79.
- Kant, Immanuel.** 2012.  
 ‘Universal Natural History and Theory of the Heavens or Essay on the Constitution and the Mechanical Origin of the Whole Universe According to Newtonian Principles (1755)’. In: *Natural Science*, edited by Eric Watkins, 182-308. *The Cambridge Edition of the Works of Immanuel Kant in Translation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kircz, Joost.** 1998.  
 ‘Nouvelle présentation! Nouvelle Science?’ Colloque L’écrit de la science/ Writing Science, 1998. English translation at: [www.kra.nl/Website/Artikelen/Nice98.htm](http://www.kra.nl/Website/Artikelen/Nice98.htm)
- 2015.  
 ‘Reality, Knowledge and Forecasting.’ International Institute of Research & Education, *Working Paper 41*: 27. At: [http://fileserv.iire.org/working\\_papers/WP41.pdf](http://fileserv.iire.org/working_papers/WP41.pdf)
- 2016.  
 ‘Elements of an Essay on Human Change’. In: *Return of Marxism. Marxist Theory in a Time of Crisis*, edited by Sara R. Farris, 163-92. IIRE and Haymarket Books. [www.kra.nl/Website/ArtkelenSP/wewt-soc12a.pdf](http://www.kra.nl/Website/ArtkelenSP/wewt-soc12a.pdf)
- 2020.  
 ‘Socialist Strategies and the Role of Science’. SOK21.nl. <https://soc21.nl/wp-content/uploads/2020/04/Intro1-v5a-What-is-this-work-about-kort.pdf>.
- Kojevnikov, Alexei.** 1999.  
 ‘Freedom, Collectivism, and Quasiparticles: Social Metaphors in Quantum Physics’. *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 29 (2): 295-331.
- 2002.  
 ‘David Bohm and Collective Movement’. *Historical Studies in the Physical & Biological Sciences* 33 (1): 161-192.

**Kraak, Menno-Jan, and Ferjan Ormeling.** 1998. *Cartography: Visualization of Spatial Data*. Reprinted. Harlow: Longman.

**Krätke, Michael.** 2020. 'Friedrich Engels, Der Erste Marxist'. In *Friedrich Engels Oder: Wie Ein 'Cotton-Lord' Den Marxismus Erfand.*, 6-68. Dietz-Berlin.

**Kuhn, Thomas S.** 1962. *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago press.

**Lakoff, George, and Rafael E. Núñez.** 2000. *Where Mathematics Comes From-How the Embodied Mind Brings Mathematics into Being*. Basic Books.

**Lenin, Vladimir Il'ich.** 1968. 'Materialism and Empirio-Criticim;Critical Comments on a Reactionary Philosophy'. In *V.I. Lenin Collected Works, VI4*, 14:17-388. Progress Publishers Moscow. ---- 1974. 'Kommunismus Journal of the Communist International for the Countries of South-Eastern Europe (in German), Vienna, No. 1-2 (February 1, 1920) to No. 18 (May 8, 1920)'. In: *V.I. Lenin Collected Works. Progress Publishers Vol. 31*,165-67. ---- 197x: *Lenin, Materialisme en empiriokriticisme. Kritische opmerkingen bij een reactionaire filosofie*. Uitgeverij Progres, Moskou

**Levine, Norman.** 1975. *The Tragic Deception: Marx Contra Engels*. Twentieth Century Series 8. Oxford: Clio Books.

**Luxemburg, Rosa.** 1915. 'The Junius Pamphlet,;The Crisis of German Social Democracy'. April 1915. [www.marxists.org/archive/luxemburg/1915/junius/](http://www.marxists.org/archive/luxemburg/1915/junius/).

**Marx, Karl.** 1974. *Mathematische Manuskripte*. Edited by Wolfgang Endemann. Scriptor Taschenbücher?: Sozialwissenschaften?; S 10. Kronberg Ts: Scriptor. ---- 1976a. *Capital Vol 1*. 1867-1886, p. 284. Translated by Ben Fowles. Penguin Books Ltd. [www.marxists.org/nederlands/marx-engels/1867/kapitaal/het\\_kapitaal.pdf](http://www.marxists.org/nederlands/marx-engels/1867/kapitaal/het_kapitaal.pdf) ---- 1976b. 'Theses on Feuerbach'. In *Frederick Engels Collected Works*

(MECW), by Karl Marx and Friedrich Engels. Vol. 5. New York: International Publishers.

*Appendix bij het boek Ludwig Feuerbach en het einde van de klassieke Duitse filosofie, geschreven door Engels in 1886.*

[www.marxists.org/nederlands/marx-](http://www.marxists.org/nederlands/marx-engels/1845/1845feuerbach.htm)

[engels/1845/1845feuerbach.htm](http://www.marxists.org/nederlands/marx-engels/1845/1845feuerbach.htm)

----

1982.

*Die technologisch-historischen Exzerpte: historisch-kritische Ausgabe.* Edited by Hans-Peter Müller. Originalausg. Ullstein-Buch Ullstein-Materialien 35131. Frankfurt/M.: Ullstein.

----

1983.

*Mathematical Manuscripts of Karl Marx.* Edited by Sofya A. Yanavskaya and Ernst Arnost Kolman. New Park Publications.

----

1985.

*Les Manuscrits Mathématiques de Marx.* Edited by Alain Alcouffe. Paris: economica.

----

1994.

*Karl Marx Mathematical Manuscripts: Together with a Special Supplement.* Edited by Pradip Bakshi. Calcutta: Viswakos Parisad.

---- Marx, Karl, and Friedrich Engels. 1999.

*Naturwissenschaftliche Exzerpte und Notizen Mitte 1877 bis Anfang 1883: Apparat.* Edited by Anneliese Griese, Friederun Fessen, Gerd Pawelzig, and Peter Jäckel. Gesamtausgabe Exzerpte, Notizen, Marginalien,[2] 4. Berlin: Dietz **Marx, Karl, Friedrich Engels, and Vladimir Il'ich Lenin.** 1967.

*K. Marx, F. Engels, VI Lenin: On Scientific Communism.* Progress Publishers.

**Mirowski, Philip.** 1991.

*More Heat than Light: Economics as Social Physics, Physics as Nature's Economics.* Cambridge University Press.

**Muller, Karl.** 2004.

‘Zur Entstehung Und Wirkung von Engels “Anti-Dühring”’. *Trend Onlinezeitung* Nr 09-04. 2004.

[www.trend.infopartisan.net/trd0904/t010904.html](http://www.trend.infopartisan.net/trd0904/t010904.html).

**Novack, George Edward.** 1975.

*Pragmatism versus Marxism: An Appraisal of John Dewey's Philosophy.* New York, NY.: Pathfinder.

**Pais, A.** 1979.

‘Einstein and the Quantum Theory’. *Rev. Mod. Phys.* 51 (4):

863-914.

**Potier, Simon, Margaux Lieuvin, Michael Pfaff, and Almut Kelber.** 2020.

‘How Fast Can Raptors See?’, *The Journal of Experimental Biology* 223 (1): jeb209031.

<https://doi.org/10.1242/jeb.209031>.

**Prescott, Tony J., Nathan Lepora, and Paul F.M.J. Verschure,** eds. 2018.

*Living Machines: A Handbook of Research in Biomimetics*. New York, NY: Oxford University Press.

**Renn, Jürgen.** 2020.

*The Evolution of Knowledge: Rethinking Science for the Anthropocene*. Princeton University Press.

**Saito, Kohei.** 2017.

*Karl Marx’s Ecosocialism*. Monthly Review Press.

**Schemmel, Matthias.** 2016.

*Historical Epistemology of Space: From Primate Cognition to Spacetime Physics*. 1st ed. 2016. SpringerBriefs in History of Science and Technology. Cham: Springer International Publishing: Imprint: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-25241-4>.

**Timpanaro, Sebastiano.** 1975a.

‘Engels, Materialism and ‘Free Will’’. In: *On Materialism*, 73-134. New Left Books.

---- 1975b.

‘Praxis and Materialism’. In: *On Materialism*, 55-72.

London: NLB.

**Turkel, William J.** 2013.

*Spark from the Deep: How Shocking Experiments with Strongly Electric Fish Powered Scientific Discovery. Animals, History, Culture*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

**Van Heijenoort, Jean.** 1985.

‘**Friedrich Engels and Mathematics**’. In: *Selected Essays*, 123-51. Napoli: Bibliopolis.

**Wigner, Eugene P.** 1960.

‘The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences. Richard Courant Lecture in Mathematical Sciences Delivered at New York University, May 11, 1959’. *Communications on Pure and Applied Mathematics* 13 (1): 1-14.

<https://doi.org/10.1002/cpa.3160130102>.

## **Inleiding**

De moderne natuurwetenschap, die als enige een veelzijdige systematische en wetenschappelijke ontwikkeling realiseerde, staat in contrast met de briljante natuurfilosofische intuïties van de oudheid en de uiterst



belangrijke maar sporadische ontdekkingen van de Arabieren, die grotendeels zonder resultaat zijn verdwenen – deze moderne natuurwetenschap stamt uit de tijd, zoals alle recente geschiedenis, uit dat machtige tijdperk dat wij Duitsers de Reformatie noemen, uit die nationale ramp die ons toen trof, en dat de Fransen de Renaissance en de Italianen het Cinquecento noemen, hoewel het door geen enkele van deze namen volledig uitgedrukt wordt. Het is het tijdperk dat ontstaan is in de laatste helft van de vijftiende eeuw. Het koningschap, met steun van de stedelijke burgerij, brak de feodale adellijke macht en vestigde grote monarchieën, voornamelijk gebaseerd op nationaliteit, waarbinnen de moderne Europese naties en de moderne burgerlijke maatschappij tot ontwikkeling kwamen. En terwijl burgers en adel nog met elkaar vochten, wees de Boerenoorlog in Duitsland profetisch op de toekomstige klassenstrijd, niet alleen door de rebelerende boeren in beeld te brengen – dat was niet langer iets nieuws – maar na hen het begin van het moderne proletariaat, met de rode vlag in de hand en de eis van gemeenschappelijk eigendom van goederen op hun lippen. Met de manuscripten gered uit de val van Byzantium, met de antieke beelden opgegraven uit de ruïnes van Rome, werd aan het verbaasde Westen een nieuwe wereld geopenbaard, die van het oude Griekenland: de middeleeuwse schaduwen verdwenen voor de stralende vormen; Italië steeg tot een ongekende bloei in de kunst, die leek op een weerspiegeling van de klassieke oudheid en nooit meer werd bereikt. In Italië, Frankrijk en Duitsland ontstond een nieuwe literatuur, de eerste, moderne literatuur; kort daarna kwamen de klassieke tijdperken van de Engelse en Spaanse literatuur. De grenzen van de oude *orbis terrarum* [wereldrond] werden doorgeprikt. Pas nu werd de wereld voor het eerst echt ontdekt en werd de basis gelegd voor de daaropvolgende wereldhandel en de overgang van ambacht naar manufactuur, die op hun beurt het uitgangspunt vormden voor de moderne grootschalige industrie. De dictatuur van de Kerk over de geesten van de mensen werd aan diggelen geslagen; ze werd afgeschud door de meerderheid van de Germaanse volkeren, die het protestantisme overnam, terwijl onder de Latijnen een blijmoedige geest van vrij denken, overgenomen van de Arabieren en gevoed door de pas ontdekte Griekse filosofie, meer en meer wortel schoot en de weg bereidde voor het materialisme van de achttiende eeuw.

Het was de grootste progressieve revolutie die de mensheid tot nu toe had meegemaakt, een tijd die vroeg om reuzen en die reuzen opleverde – reuzen in denkkraft, passie en karakter, in universaliteit en leren. De mannen die de moderne heerschappij van de bourgeoisie stichtten, die hadden allesbehalve burgerlijke beperkingen. Integendeel, het avontuurlijke karakter van die tijd inspireerde hen in meerdere of mindere mate. Er was toen nauwelijks een man van belang die niet veel had gereisd, die geen vier of vijf talen beheerste, die op een aantal terreinen niet schitterde. Leonardo da Vinci was niet alleen een groot schilder, maar ook een groot wiskundige, werktuigkundige en ingenieur, aan wie de meest uiteenlopende takken van de natuurkunde schatplichtig zijn qua belangrijke ontdekkingen. Albrecht Dürer was schilder, graveur, beeldhouwer en architect, en vond bovendien een systeem van fortificatie uit dat veel van de ideeën belichaamde die veel later weer werden opgepakt door Montalembert en de moderne Duitse vestingwetenschap. Machiavelli was staatsman, historicus, dichter en tegelijkertijd de eerste opmerkelijke militaire auteur van de moderne tijd. Luther reinigde niet alleen de augiasstal van de Kerk, maar ook die van de Duitse taal; hij creëerde modern Duits proza en componeerde tekst en melodie van die triomfantelijke hymne die de Marseillaise van de zestiende eeuw werd. De helden van die tijd waren nog niet geknecht aan de arbeidsverdeling, waarvan we de beperkende, eenzijdige effecten zo vaak bij hun opvolgers zien. Maar wat vooral voor hen kenmerkend is, is dat ze bijna allemaal hun leven en activiteiten voortzetten te midden van de toenmalige bewegingen, in de praktische strijd; ze kiezen partij en sluiten zich aan bij de strijd, de een met spreken en schrijven, de ander met het zwaard, velen met beide. Vandaar de volheid en de kracht van het karakter die hen tot complete mannen maakt. Studeerkamergeleerden zijn de uitzondering – hetzij personen van tweede of derde rang of voorzichtige filistijnen die hun vingers niet willen branden.

In die tijd ontwikkelde de natuurwetenschap zich te midden van de algemene revolutie en was ze zelf ook grondig revolutionair; ze moest in de strijd haar bestaansrecht winnen. Zij aan zij met de grote Italianen van wie de moderne filosofie dateert, leverde zij haar martelaren voor de brandstapel en de gevangnissen van de inquisitie. En het is kenmerkend dat de

protestanten de katholieken overtroefden in het vervolgen van het vrije natuuronderzoek. Calvin liet Servet op de brandstapel branden toen deze op het punt stond de bloedcirculatie te ontdekken, en hij hield hem inderdaad twee uur lang in leven; voor de inquisitie was het tenminste voldoende om Giordano Bruno gewoon levend te verbranden.

De revolutionaire daad waarmee de natuurwetenschap zich onafhankelijk verklaarde en als het ware Luthers verbranding van de pauselijke bul herhaalde, was de publicatie van het onsterfelijke werk waarmee Copernicus, hoewel schuchter en als het ware pas vanaf zijn sterfbed, de handschoen wierp naar het kerkelijk gezag inzake de natuurwetenschap. De emancipatie van de natuurwetenschap t.o.v. theologie dateert van deze actie, hoewel de strijd vanuit specifieke antagonistische claims zich tot op de dag van vandaag voortsleept en in veel geesten nog lang niet voltooid is. De ontwikkeling van de wetenschappen ging echter met grote stappen vooruit, en, zo zou men kunnen zeggen, ze kreeg kracht in verhouding tot het kwadraat van de afstand (in tijd) van haar vertrekpunt. Het was alsof de wereld wilde tonen dat de wederzijdse wet van de beweging voortaan net zo geldig zou zijn voor het hoogste product van organisch materiaal, de menselijke geest, als voor de anorganische stof.

Het belangrijkste werk in de nu aangebroken eerste periode van de natuurwetenschap, lag in het beheersen van het onmiddellijke materiaal. Met de meeste vakgebieden moest vanaf het begin begonnen worden. De oudheid had Euclides en het Ptolemeïsche zonnestelsel nagelaten; de Arabieren hadden nagelaten: de decimale notatie, het begin van de algebra, de moderne cijfers en de alchemie; de christelijke middeleeuwen helemaal niets. Noodzakelijkerwijs stond in deze situatie de meest fundamentele natuurwetenschap, de mechanica van aardse en hemelse lichamen, op de eerste plaats, en daarnaast, als dienstmeid, de ontdekking en perfectionering van wiskundige methoden. Hier werd groots werk verricht. Aan het einde van de periode, gekenmerkt door Newton en Linnaeus, vinden we deze wetenschappelijke vakgebieden tot een zekere perfectie gebracht. De basiskenmerken van de meest essentiële wiskundige methoden werden vastgelegd; analytische geometrie door Descartes in het bijzonder, logaritmen door Neper, en de

differentiaal- en integraalrekening door Leibniz en misschien Newton. Hetzelfde geldt voor de mechanica van vaste lichamen, waarvan de belangrijkste wetten voor eens en altijd zijn verduidelijkt. Tenslotte ontdekte Kepler in de astronomie van het zonnestelsel de wetten van de planeetbeweging en Newton formuleerde ze vanuit het oogpunt van de algemene wetten van de beweging van de materie. De andere takken van de natuurwetenschap waren ver verwijderd van deze voorlopige perfectie. Pas tegen het einde van deze periode werd de mechanica van vloeibare en gasvormige lichamen verder behandeld.<sup>{1}</sup> De eigenlijke natuurkunde was nog steeds niet verder gekomen dan het eerste begin, met uitzondering van de optica, waarvan de uitzonderlijke vooruitgang te danken was aan de praktische behoeften van de astronomie. Door de flogistontheorie emancipeerde de chemie zich voor het eerst van de alchemie. De geologie was nog niet verder gekomen dan het embryonale stadium van de mineralogie; vandaar dat de paleontologie nog niet kon bestaan. Op het gebied van biologie ten slotte was de essentiële preoccupatie nog steeds het verzamelen en voor het eerst ordenen van het immense materiaal, niet alleen botanisch en zoölogisch, maar ook anatomisch en zelfs fysiologisch. Er kon nog nauwelijks gesproken worden over vergelijking van de verschillende levensvormen, over het onderzoek naar hun geografische spreiding en hun klimatologische, enz., leefomstandigheden. Alleen de botanica en de zoölogie kwamen hier dankzij Linnaeus bij benadering tot een voltooiing.

Maar wat deze periode vooral kenmerkt is de uitwerking van een bijzondere algemene visie, waarin de visie op de *absolute onveranderlijkheid van de natuur* centraal staat. Hoe de natuur zelf ook tot stand is gekomen, eens zij er was, is ze gebleven zoals ze was, zolang ze bleef bestaan. De planeten en hun satellieten, ooit in beweging gezet door de mysterieuze “eerste impuls”, cirkelden in hun voorbestemde ellipsen voor alle eeuwigheid, of in ieder geval tot het einde van alle dingen. De sterren bleven voor altijd vast en onwrikbaar op hun plaats en hielden elkaar daarin vast door “universele gravitatie”. De aarde had zonder verandering in alle eeuwigheid stand gehouden, of anders vanaf de eerste dag van haar schepping. De “vijf continenten” van de huidige tijd hadden altijd bestaan, en ze hadden altijd dezelfde bergen,

valleien en rivieren gehad, hetzelfde klimaat en dezelfde flora en fauna, behalve in zoverre er verandering of teelt door de mens had plaatsgevonden. Planten- en diersoorten waren bij hun ontstaan al definitief vastgelegd; steeds weer geproduceerd, en het was voor Linnaeus al een toegift, toe te geven dat er mogelijk hier en daar nieuwe soorten hadden kunnen ontstaan door kruising. In tegenstelling tot de geschiedenis van de mensheid, die zich in de tijd ontwikkelt, werd aan de geschiedenis van de natuur slechts een ontvouwing in de ruimte toegeschreven. Alle verandering, alle ontwikkeling in de natuur, werd ontkend. De natuurwetenschap, die in het begin zo revolutionair was, werd plotseling geconfronteerd met een absoluut conservatieve natuur waarin zelfs tot op de dag van vandaag alles was zoals het in het begin was geweest en waarin – tot het einde van de wereld of tot in alle eeuwigheid – alles zou blijven zoals het in het begin was geweest.

Zo hoog als de natuurwetenschap van de eerste helft van de achttiende eeuw boven de Griekse oudheid stond in kennis en zelfs het ordenen van haar materiaal, stond zij net zo laag bij de Griekse oudheid in het theoretisch meesterschap van dit materiaal, in de algemene kijk op de natuur. Voor de Griekse filosofen was de wereld in wezen iets dat uit de chaos was voortgekomen, iets dat zich had ontwikkeld, dat was ontstaan. Voor de natuurwetenschappers van de periode waar we mee te maken hebben was het iets versteend, iets onveranderlijk, en voor de meesten van hen iets dat plots was ontstaan. De wetenschap was nog steeds diep verstrikt in de theologie. Overall zocht en vond het zijn ultieme toevlucht in een impuls van buitenaf, die niet vanuit de natuur zelf te verklaren was. Zelfs als de aantrekkingskracht, door Newton pompeus gedoopt als “universele gravitatie”, werd opgevat als een essentiële eigenschap van de materie, vanwaar komt dan de onverklaarbare tangentiële kracht die als eerste de banen van de planeten doet ontstaan? Hoe zijn de ontelbare soorten dieren en planten ontstaan? En bovenal, hoe is de mens ontstaan, omdat het toch zeker was dat hij niet eeuwig aanwezig was? Maar al te vaak beantwoordde de wetenschap zulke vragen door de Schepper verantwoordelijk te maken voor alle dingen. Copernicus schrijft aan het begin van de periode een brief waarin hij afstand doet van de theologie; Newton sluit de periode af met het postulaat van een

goddelijke eerste impuls. Het hoogste algemene idee dat deze natuurwetenschap bereikte was dat van de doelgerichtheid van de ordening van de natuur, de oppervlakkige teleologie van Wolff, volgens welke katten werden geschapen om muizen te eten, muizen om door katten te worden opgegeten, en de hele natuur om te getuigen van de wijsheid van de Schepper. Het is een grote verdienste van de toenmalige filosofie dat zij zich niet liet ontmoedigen door de beperkte stand van de contemporaine natuurkennis, dat zij er – van Spinoza tot de grote Franse materialisten – op aandrang de wereld vanuit zichzelf te verklaren en de verantwoording in detail aan de natuurwetenschap van de toekomst overliet.

Ik behandel de materialisten van de achttiende eeuw in deze periode, omdat er geen ander natuurlijk wetenschappelijk materiaal voor hen beschikbaar was dan het hierboven beschreven materiaal. Kants baanbrekende werk bleef voor hen een geheim en Laplace kwam lang na hen. Laten we niet vergeten dat deze verouderde kijk op de natuur, hoewel in alle opzichten doordrongen van wetenschappelijke vooruitgang, de hele eerste helft van de negentiende eeuw domineerde<sup>{2}</sup> en nog steeds op alle scholen wordt onderwezen. **[1]**

De eerste breuk in deze versteende kijk op de natuur werd niet gemaakt door een natuurwetenschapper, maar door een filosoof. In 1755 verscheen Kants *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels*. De kwestie van de eerste impuls werd verworpen; de aarde en het hele zonnestelsel verscheen als iets dat in de loop der tijd was ontstaan. Als de grote meerderheid van de natuurwetenschappers iets minder weerstand hadden gehad tegen het denken dat Newton in een waarschuwing tot uitdrukking bracht: “Fysica, pas op voor de metafysica!”, dan hadden ze uit deze ene geniale ontdekking van Kant conclusies moeten trekken, die hen eindeloze omwegen, onmetelijke hoeveelheden tijd en verspilling van arbeid, in foutieve richtingen, had bespaard. Want Kants ontdekking bevatte het uitgangspunt voor alle verdere vooruitgang. Als de aarde iets was dat was ontstaan, dan moet haar huidige geologische, geografische en klimatologische toestand, en ook haar planten en dieren, iets zijn dat was ontstaan; zij moet niet alleen een geschiedenis hebben gehad van co-existentie in de ruimte, maar ook van opeenvolging in de tijd. Als er

meteen verder onderzoek in deze richting was gedaan, zou de natuurwetenschap aanzienlijk verder gevorderd zijn dan nu het geval is. Maar wat voor goeds kan er van de filosofie komen? Kants werk bleef zonder direct resultaat totdat, vele jaren later, Laplace en Herschel de inhoud ervan verder uitwerkten en meer gedetailleerde uitleg gaven, waardoor de “nevelhypothese” geleidelijk aan werd gerespecteerd. Verdere ontdekkingen brachten het uiteindelijk de overwinning; de belangrijkste waren: de juiste beweging van de vaste sterren, de demonstratie van een resistent medium in de universele ruimte, het bewijs geleverd door spectrale analyse van de chemische identiteit van de materie van het universum en het bestaan van zulke gloeiende nevelmassa’s als Kant had gepostuleerd. {3}

Het is echter geoorloofd te betwijfelen of de meerderheid van de natuurwetenschappers zich zo snel bewust zouden zijn geworden van de tegenstrijdigheid van een veranderende aarde die onveranderlijke organismen voortbracht, als niet het dagende besef had bestaan dat de natuur niet alleen *bestaat*, maar ook *ontstaat en vergaat*, en steun had gekregen van een andere zijde. De geologie ontstond en wees erop dat niet alleen de aardse lagen zich na elkaar vormden en op elkaar afzetten, maar ook de schelpen en skeletten van uitgestorven dieren en de stammen, bladeren en vruchten van niet meer bestaande planten die zich in deze lagen bevinden. Uiteindelijk moest worden erkend dat niet alleen de aarde als geheel, maar ook haar huidige oppervlak en de planten en dieren die erop leven een geschiedenis in de tijd bezaten. In eerste instantie gebeurde de erkenning met tegenzin. De theorie van Cuvier over de omwentelingen van de aarde was revolutionair in woord en daad. In plaats van één enkele goddelijke schepping plaatste hij een hele reeks van herhaalde scheppingshandelingen, waardoor het wonder een essentieel natuurlijk middel werd. Lyell bracht voor het eerst zin in de geologie door de plotselinge revoluties als gevolg van de stemmingen van de Schepper te vervangen door de geleidelijke effecten van een langzame transformatie van de aarde. [2]

De theorie van Lyell was nog meer onverenigbaar met de aanname van standvastige organische soorten dan al zijn voorgangers. Geleidelijke transformatie van het

aardoppervlak en van alle levensomstandigheden leidde direct tot een geleidelijke transformatie van de organismen en hun aanpassing aan de veranderende omgeving, tot de veranderlijkheid van de soorten. Maar traditie is niet alleen een macht in de katholieke Kerk, maar ook in de natuurwetenschap. Jarenlang zag Lyell zelf de tegenstrijdigheid niet, en zijn leerlingen nog minder. Dit is alleen te verklaren door de arbeidsverdeling die ondertussen dominant was geworden in de natuurwetenschap, die iedereen min of meer beperkte tot zijn of haar specifieke onderwerp en slechts een aantal van hen niet beroofden van een algemeen overzicht. Intussen had de natuurkunde enorme vooruitgang geboekt, waarvan de resultaten vrijwel gelijktijdig door drie verschillende mannen werden samengevat in 1842, een belangrijk tijdvak voor deze tak van natuuronderzoek. Mayer in Heilbronn en Joule in Manchester demonstreerden de omzetting van warmte in mechanische energie en van mechanische energie in warmte. De bepaling van het mechanische equivalent van warmte stelde dit resultaat buiten kijf. Tegelijkertijd heeft Grove – niet een natuurwetenschapper van beroep, maar een Engelse advocaat – door eenvoudige verwerking van de reeds bereikte individuele fysieke resultaten bewezen dat alle zogenaamde fysieke krachten, mechanische kracht, warmte, licht, elektriciteit, magnetisme, zelfs de zogenaamde chemische kracht, onder bepaalde omstandigheden van de ene naar de andere veranderen zonder dat er enig krachtverlies plaatsvindt, en zo op een fysieke manier de stelling van Descartes bewezen dat de hoeveelheid beweging die in de wereld bestaat, onveranderlijk is. Daarmee werden de bijzondere fysische energieën, de als het ware onveranderlijke “soort” van de fysica, opgelost in verschillende gedifferentieerde vormen van beweging van de materie, die volgens bepaalde wetten in elkaar kunnen worden omgezet. De toevalligheid van het bestaan van zoveel fysieke krachten werd uit de wetenschap geëlimineerd door het bewijzen van samenhangen en overgangen. De natuurkunde was, net als de astronomie, tot een resultaat gekomen dat noodzakelijkerwijs wees op de eeuwige cyclus van bewegende materie als de ultieme werkelijkheid.

De wonderlijk snelle ontwikkeling van de chemie sinds Lavoisier en vooral sinds Dalton de oude ideeën van de natuur



van een andere kant aanviel, door op anorganische wijze verbindingen te produceren die tot dan toe alleen in levende organismen waren geproduceerd, werd bewezen dat de wetten van de chemie dezelfde geldigheid hadden voor organische lichamen als voor anorganische lichamen, en werd een groot deel van de kloof tussen anorganische en organische natuur, die na Kant nog steeds onoverbrugbaar was, gedicht.

Ten slotte werd er op het gebied van biologisch onderzoek; wetenschappelijke reizen en expedities die sinds het midden van de vorige eeuw systematisch werden georganiseerd; nauwkeurige exploratie van de Europese koloniën in alle delen van de wereld door specialisten die er wonen; vooruitgang van de paleontologie, de anatomie en de fysiologie in het algemeen, in het bijzonder sinds het systematische gebruik van de microscoop en de ontdekking van de cel; zoveel materiaal verzameld dat de toepassing van de vergelijkende methode zowel mogelijk als noodzakelijk werd.<sup>{4}</sup> Enerzijds werden de levensomstandigheden van de verschillende flora en fauna bepaald door middel van een vergelijkende fysieke geografie; anderzijds werden de verschillende organismen met elkaar vergeleken op basis van hun homologe organen, en dit niet alleen in volwassen toestand maar in alle stadia van de ontwikkeling. Hoe dieper en preciezer dit onderzoek werd uitgevoerd, hoe meer dat rigide systeem van een onveranderlijk gefixeerd organisch karakter onder haar handen wegsmolt.

Niet alleen raakten de afzonderlijke soorten planten en dieren steeds meer met elkaar verweven, maar er kwamen ook dieren opduiken, zoals *Amphioxus* en *Lepidosiren*, die de spot dreven met alle voorgaande classificaties,<sup>{5}</sup> en uiteindelijk werden er organismen aangetroffen waarvan niet kon worden gezegd of ze tot het planten- of dierenrijk behoorden. Meer en meer werden de hiaten in het paleontologisch dossier gedicht, waardoor zelfs de meest onwillige het opvallende parallellisme tussen de evolutionaire geschiedenis van de organische wereld als geheel en die van het individuele organisme – de draad van Ariadne die uit het labirint moest leiden waarin plantkunde en zoölogie steeds meer verdwaald leken te zijn – moest worden onderkend. Het was veelzeggend dat bijna gelijktijdig met de aanval van Kant op de eeuwigheid van het zonnestelsel, C. F. Wolff in 1759 de eerste aanval op

de bestendigheid van de soorten uitvaardigde en de afstammingstheorie verkondigde. Maar wat bij hem slechts een ingenieuze anticipatie was, die met Oken, Lamarck, Baer stevig vorm kreeg en precies 100 jaar later, in 1859, door Darwin zegevierend werd uitgevoerd. Bijna gelijktijdig werd vastgesteld dat protoplasma en de cel, waarvan reeds was aangetoond dat het de ultieme morfologische bestanddelen van alle organismen waren, onafhankelijk van elkaar voorkomen als de laagste vormen van organisch leven. Hierdoor werd niet alleen de kloof tussen de anorganische en de organische natuur tot een minimum beperkt, maar werd ook een van de meest essentiële moeilijkheden weggenomen die de theorie van de afstamming van organismen tot dan toe in de weg hadden gestaan. De nieuwe opvatting van de natuur was in hoofdlijnen compleet; alle verstarring was opgelost, alle fixatie verdween, alle particulariteit die als eeuwig werd beschouwd werd vergankelijk, het geheel van de natuur toonde zich als bewegend in een eeuwige stroom en cyclisch verloop.

---

Zo zijn we weer teruggekeerd naar het standpunt van de grote grondleggers van de Griekse filosofie, de opvatting dat de hele natuur, van het kleinste element tot het grootste, van zandkorrels tot zonnen, van protista tot mensen, zij bestaan in het eeuwige ontstaan en vergaan, in een onophoudelijke stroom, in een onafgebroken beweging en verandering, met als wezenlijk verschil dat wat voor de Grieken een briljante intuïtie was, in ons geval het resultaat is van strikt wetenschappelijk onderzoek in overeenstemming met de ervaring, en dus ook in een veel concretere en duidelijkere vorm naar voren komt. Het is waar dat het empirische bewijs van deze beweging niet geheel vrij is van lacunes, maar deze zijn onbeduidend in vergelijking met wat al vaststaat en elk jaar worden ze meer en meer gedicht. En hoe kan het bewijs in detail anders dan gebrekkig zijn als men bedenkt dat de meest essentiële takken van wetenschap – transplanetaire astronomie, chemie, geologie – een wetenschappelijk bestaan hebben van nauwelijks honderd jaar, en de vergelijkende methode in de fysiologie nauwelijks vijftig jaar, en dat de basisvorm van bijna alle organische ontwikkeling, de cel, een ontdekking is van nog geen veertig jaar oud?{6}

De ontelbare zonnen en zonnestelsels van ons eiland-universum, begrensd door de buitenste stellaire ringen van de Melkweg, zijn ontstaan uit wervelende, gloeiende dampmassa's, waarvan de bewegingswetten misschien bekend zullen worden nadat de waarnemingen van enkele eeuwen ons inzicht hebben gegeven in de juiste beweging van de sterren. Het is duidelijk dat deze ontwikkeling niet overal in hetzelfde tempo is verlopen. Herkenning van het bestaan van donkere lichamen, niet alleen planetair van aard, dus gestorven zonnen in ons sterrenstelsel, dwingt steeds meer tot astronomie (Mädler); aan de andere kant (volgens Secchi) behoort een deel van de dampvormige nevelvlekken tot ons sterrenstelsel als nog niet volledig gevormde zonnen, waarbij het niet uitgesloten is dat andere nevels, zoals Mädler beweert, verre onafhankelijke eiland-universums zijn, waarvan het relatieve ontwikkelingsstadium door de spectroscopie moet worden bepaald.

Hoe een zonnestelsel zich ontwikkelt vanuit een individuele nevelmassa, heeft Laplace tot in detail gedemonstreerd op een manier die tot nu toe ongeëvenaard is; later heeft de wetenschap hem meer en meer bevestigd.

Op de zo gevormde individuele lichamen – zowel zonnen als planeten en satellieten – overheerst in eerste instantie de vorm van beweging van de materie die we warmte noemen. Er kan geen sprake zijn van chemische verbindingen van de elementen, zelfs niet bij een temperatuur als die van de zon; in de mate waarin warmte onder dergelijke omstandigheden in elektriciteit of magnetisme wordt omgezet zullen verdere zonnewaarnemingen aantonen; het is al zo goed als bewezen dat de mechanische beweging die in de zon plaatsvindt uitsluitend voortkomt uit het conflict van warmte met de zwaartekracht.

Hoe kleiner de afzonderlijke lichamen, hoe sneller ze afkoelen. Satellieten, asteroïden, meteoren eerst, zoals al lang geleden onze maan is gestorven. Langzaam de planeten, langzamer het centrale lichaam.

Naarmate de afkoeling vordert, wordt het samenspel van de fysieke bewegingsvormen die in elkaar overgaan steeds prominenter, totdat een punt wordt bereikt waarop de chemische relatie begint te gelden, waar de elementen die

voorheen chemisch indifferent waren, een na een zich chemisch beginnen te onderscheiden, chemische eigenschappen krijgen en verbindingen met elkaar vormen. Deze verbindingen veranderen voortdurend met de dalende temperatuur, die niet alleen elk element, maar ook elke afzonderlijke verbinding van de elementen anders beïnvloedt, en veranderen ook met de daaruit voortvloeiende overgang van een deel van de gasvormige materie, eerst naar de vloeibare en dan naar de vaste toestand, en dat met de nieuwe voorwaarden die zo ontstaan.

De periode dat de planeet een vaste korst heeft en de accumulatie van water aan het oppervlak samenvalt met die waar de inwendige warmte meer en meer afneemt in vergelijking met de warmte die door het centrale lichaam naar het oppervlak wordt gestuurd. Zijn atmosfeer wordt de arena van de meteorologische fenomenen in de zin waarin we het woord nu begrijpen; zijn oppervlak wordt de arena van de geologische veranderingen waarin de afzettingen als gevolg van de atmosferische neerslag steeds belangrijker worden in vergelijking met de langzaam afnemende externe effecten van het hete, vloeibare binnenste.

Als de temperatuur uiteindelijk zo in evenwicht is dat de levensvatbaarheid van het eiwit binnen de gegeven grenzen valt, althans op een aanzienlijk deel van het oppervlak, dan wordt onder verder gunstige chemische omstandigheden een levend protoplasma gevormd. Wat deze omstandigheden zijn, weten we nog niet, wat niet verwonderlijk is omdat tot nu toe niet eens de chemische formule van het eiwit is vastgesteld – we weten niet eens hoeveel chemisch verschillende eiwitlichamen er zijn – en omdat het pas ongeveer tien jaar geleden bekend werd dat volledig structuurloos eiwit alle essentiële functies van het leven uitoefent: spijsvertering, uitscheiding, beweging, samentrekking, reactie op stimuli en voortplanting.

Het kan millennia geduurd hebben voor de omstandigheden zich voordeden waaronder een volgende vooruitgang kon plaatsvinden en dit vormloze eiwit de eerste cel produceert door vorming van een kern en het celmembraan. Deze eerste cel vormde ook de basis voor de morfologische ontwikkeling van de hele organische wereld; de eerste die zich ontwikkelde,

zoals we volgens analogie van het paleontologisch archief mogen veronderstellen, waren ontelbare soorten niet-cellulaire en cellulaire protista, waarvan alleen *Eozoon canadense* tot ons is gekomen, en waarvan sommige geleidelijk aan differentiëren in de eerste planten en andere in de eerste dieren. En van de eerste dieren werden, voornamelijk door verdere differentiatie, de talrijke klassen, ordes, families, geslachten en diersoorten ontwikkeld; en tenslotte zoogdieren, de vorm waarin het zenuwstelsel zijn volledige ontwikkeling bereikt; en daaronder tenslotte weer dat zoogdier waarin de natuur het bewustzijn van zichzelf – de mens – bereikt.

Ook de mens ontstaat door differentiatie. Niet alleen individueel, door differentiatie van een enkele eicel naar het meest gecompliceerde organisme dat de natuur voortbrengt – nee, ook historisch. Toen na duizenden jaren van worstelen de splitsing van de hand met de voet – en het rechtop lopen – eindelijk tot stand kwam, werd de mens gescheiden van de aap en de basis gelegd voor de ontwikkeling van gearticuleerde spraak en de geweldige ontwikkeling van de hersenen, die sindsdien de kloof tussen mens en aap onoverkomelijk heeft gemaakt. Specialisatie van de hand – dat betekent gereedschap, en het gereedschap betekent de specifiek menselijke activiteit, de transformerende reactie van de mens op de natuur, de productie. Dieren in engere zin hebben ook werktuigen, maar alleen als ledematen van hun lichaam: de mier, de bij, de bever; dieren produceren ook, maar hun productieve effect op de omringende natuur in relatie tot die laatste is helemaal niets. De mens alleen is erin geslaagd zijn stempel op de natuur te drukken, niet alleen door de planten- en dierenwereld van de ene plaats naar de andere te verplaatsen, maar ook door het uitzicht en het klimaat van zijn woonplaats, zelfs de planten en dieren, zo te veranderen dat de gevolgen van zijn activiteit alleen met de dood van de aardbol kan verdwijnen. En dat heeft hij vooral en in essentie met de *hand* gedaan. Zelfs de stoommachine, tot nu toe zijn krachtigste werktuig voor de transformatie van de natuur, hangt er van af, omdat het een werktuig is, in laatste instantie van de *hand*. Maar stap voor stap met de ontwikkeling van de hand ging die van de hersenen; eerst het bewustzijn van de voorwaarden voor afzonderlijke, praktisch nuttige handelingen, en later, bij de meer bevoorrechte volkeren en

voortkomend uit het voorgaande, inzicht in de natuurwetten die hen beheersen. En met de snel groeiende kennis van de natuurwetten groeiden ook de middelen om op de natuur te reageren; de hand alleen zou nooit de stoommachine hebben gemaakt als de hersenen van de mens zich er niet naast en met, hadden ontwikkeld.

Met de mens gaan we de *geschiedenis* in. Dieren hebben ook een geschiedenis, die van hun afstamming en geleidelijke evolutie naar hun huidige toestand. Deze geschiedenis is echter voor hen bepaald, en voor zover zij er zelf aan deelnemen gebeurt dit zonder hun kennis of verlangen. Aan de andere kant, hoe meer de mens zich, zelfs beperkt, van de dieren verwijdert, hoe meer hij zijn eigen geschiedenis bewust maakt, des te minder wordt de invloed van onvoorziene effecten en ongecontroleerde krachten van deze geschiedenis, en des te nauwkeuriger komt het historische resultaat overeen met het vooraf vastgelegde doel. Als we deze maatregel echter toepassen op de menselijke geschiedenis, op die van zelfs de meest ontwikkelde volkeren van nu, dan stellen we vast dat er hier nog steeds een kolossale wanverhouding bestaat tussen de voorgestelde doelen en de bereikte resultaten, dat onvoorziene effecten overheersen en dat de ongecontroleerde krachten veel krachtiger zijn dan die welke volgens plan in gang zijn gezet. En dat kan niet anders zolang de meest essentiële historische activiteit van de mens, die hem van beestachtigheid tot mensheid heeft verheven en die de materiële basis vormt van al zijn andere activiteiten, namelijk de productie van zijn levensbehoeften, dat wil zeggen de dagelijkse maatschappelijke productie, vooral onderhevig is aan het samenspel van onbedoelde effecten van ongecontroleerde krachten en slechts bij wijze van uitzondering het gewenste doel bereikt en, veel vaker, precies het tegenovergestelde. In de meest geavanceerde industrielanden hebben we de natuurkrachten onderworpen en in dienst van de mensheid gesteld; we hebben daardoor de productie oneindig vermenigvuldigd, zodat een kind nu meer voortbrengt dan honderd volwassenen. En wat is het resultaat? Toenemend overwerk en toenemende ellende van de massa's, en elke tien jaar een grote ineenstorting. Darwin wist niet wat een bittere satire hij schreef over de mensheid, en vooral over zijn landgenoten, toen hij liet zien dat vrije concurrentie, de strijd om het bestaan, die de economen vieren

als de hoogste historische prestatie, de normale staat van het *dierenrijk* is. Alleen een bewuste organisatie van de maatschappelijke productie, waarbij de productie en distributie op een geplande manier worden voortgezet, kan de mensheid wat betreft het maatschappelijke aspect boven de rest van de dierenrijk verheffen, zoals de productie in het algemeen dit deed voor de mens als soort. De historische evolutie maakt een dergelijke organisatie dagelijks onontbeerlijker, maar ook met elke dag meer mogelijk. Uit deze evolutie zal er een nieuw tijdperk in de geschiedenis komen, waarin de mensheid zelf, en met de mensheid alle takken van haar activiteit, en vooral de natuurwetenschappen, een opmars zullen beleven die alles wat eraan voorafgaat zal overschaduwen.

Echter, “alles wat ontstaat, is waard om te vergaan”. Miljoenen jaren kunnen verstrijken, honderduizenden generaties worden geboren en sterven, maar onverbidlijk zal de tijd komen dat de afnemende warmte van de zon niet meer voldoende is om het ijs te smelten dat komt van de polen; waar de mensen die zich steeds meer rond de evenaar concentreert, uiteindelijk zelfs daar niet meer genoeg warmte zal vinden om te leven; waar beetje bij beetje ook het laatste spoor van organisch leven verdwijnt en de aarde, een bevroren bol als de maan, cirkelt in diepe duisternis en in steeds kleinere banen rond de eveneens gedooft zonnestelsel en er uiteindelijk in valt. Andere planeten zullen voor gaan, anderen zullen volgen; in plaats van het heldere warme zonnestelsel met zijn harmonieuze regeling van lichamen, zal slechts een koude, dode bol nog zijn eenzame weg maken door het universum. En wat er te gebeuren staat met ons zonnestelsel, zal vroeg of laat gebeuren met alle andere systemen van ons eiland-universum; het zal gebeuren met alle andere ontelbare eiland-universums, zelfs met die waarvan het licht nooit de aarde zal bereiken zolang er een menselijk oog is om het te zien.

En als zo'n zonnestelsel zijn levensloop heeft voltooid en bezwijkt onder het lot van alles wat eindig is, de dood, wat dan? Zal het corpus van de zon voor eeuwig door de oneindige ruimte tollen, en zullen alle ooit oneindig diverse, gedifferentieerde natuurkrachten voor eeuwig overgaan in één enkele vorm van beweging, aantrekkingskracht?

“Of” – zoals Secchi vraagt – “bestaan er krachten in de natuur die het dode systeem weer in zijn oorspronkelijke staat van een gloeiende nevel kunnen veranderen en het weer tot nieuw leven kunnen wekken? We weten het niet”.

Maar we weten dit niet in de zin dat we weten dat  $2 \times 2 = 4$ , of dat de aantrekkingskracht van materie toeneemt en afneemt volgens het kwadraat van de afstand. Maar in de theoretische natuurwetenschap, die haar kijk op de natuur zoveel mogelijk verwerkt tot een harmonieus geheel, en zonder welke zelfs de meest gedachteloze empiricus vandaag de dag nergens terecht kan, moeten we heel vaak rekening houden met onvolledig gekende grootheden en heeft men beroep moeten doen op consequent denken, om het gebrek aan kennis te overwinnen. De moderne natuurwetenschap heeft het principe van de onverwoestbaarheid van de beweging uit de filosofie moeten overnemen; zonder dit principe kan ze niet meer bestaan. Maar de beweging van de materie is niet slechts een ruwe mechanische beweging, slechts een verandering van plaats, het is warmte en licht, elektrische en magnetische spanning, chemische combinatie en dissociatie, leven en, ten slotte, bewustzijn. Zeggen dat de materie gedurende haar hele tijdloze, onbeperkte bestaan slechts één keer en voor een zeer korte tijd, in verhouding tot haar eeuwigheid, in staat is om haar beweging te differentiëren en zo de volledige rijkdom van deze beweging te ontvouwen, en dat zij voor en na de eeuwigheid beperkt blijft tot louter een verandering van plaats – dat staat gelijk met te zeggen dat materie sterfelijk is en de beweging van voorbijgaande aard is. De onverwoestbaarheid van de beweging kan niet alleen kwantitatief zijn, het moet ook kwalitatief worden opgevat; de materie waarvan de zuiver mechanische verandering van plaats inderdaad de mogelijkheid inhoudt om onder gunstige omstandigheden te worden omgezet in warmte, elektriciteit, chemische werking of leven, maar die niet in staat is om deze omstandigheden uit zichzelf te produceren, zo'n materie heeft *de beweging verloren*; de beweging die het vermogen verloren heeft om te worden omgezet in de verschillende vormen die daarvoor geschikt zijn, kan inderdaad nog steeds *dynamiek* hebben, maar geen *energie* meer, en is dus gedeeltelijk vernietigd. Beide zijn echter ondenkbaar.



Zoveel is zeker: er was een tijd dat de materie van ons eiland-universum een hoeveelheid beweging – waarvan we de aard nog niet kennen – had *omgezet* in warmte, zodat daaruit de zonnestelsels konden worden ontwikkeld die (volgens Mädler) ten minste twintig miljoen sterren bevatten, waarvan het geleidelijke uitsterven eveneens zeker is. Hoe heeft deze transformatie plaatsgevonden? We weten net zo weinig als jezuiet Secchi weet of het toekomstige *caput mortuum* van ons zonnestelsel weer zal worden omgezet in grondstof voor een nieuw zonnestelsel. Maar hier moeten we ofwel onze toevlucht nemen tot een Schepper, ofwel worden we gedwongen tot de conclusie dat de gloeiende grondstof voor het zonnestelsel van ons universum op een natuurlijke manier werd geproduceerd door transformaties van beweging die *van nature inherent zijn* aan bewegende materie, en waarvan de condities dus ook moeten worden gereproduceerd door materie, al was het maar na miljoenen en miljoenen jaren en min of meer bij toeval, maar met de noodzaak die ook inherent is aan het toeval.

De mogelijkheid van een dergelijke transformatie wordt meer en meer toegegeven. Men komt tot de opvatting dat de hemellichamen uiteindelijk in elkaar zullen vallen en men berekent zelfs de hoeveelheid warmte die bij dergelijke botsingen ontstaan. Het plotselinge opflakkeren van nieuwe sterren en de even plotselinge toename van helderheid van bekende sterren, waarvan we kennis hebben door de astronomie, is het gemakkelijkst te verklaren door zulke botsingen. Niet alleen beweegt onze groep planeten rond de zon, en onze zon binnen ons eiland-universum, maar ons hele eiland-universum beweegt zich ook in de ruimte in tijdelijk, relatief evenwicht met de andere eiland-universums, want zelfs het relatieve evenwicht van vrij bewegende lichamen kan alleen bestaan waar de beweging wederzijds wordt bepaald; en velen nemen aan dat de temperatuur in de ruimte niet overal hetzelfde is. Tenslotte weten we dat, met uitzondering van een oneindig klein deel, de hitte van de ontelbare zonnen van ons eiland-universum in de ruimte verdwijnt en er niet in slaagt om de temperatuur in de ruimte zelfs met een miljoenste van een graad Celsius te verhogen. Wat gebeurt er met al die enorme hoeveelheid warmte? Is het voor altijd verdwenen in de poging om de universele ruimte te verwarmen, is het praktisch opgehouden te bestaan en blijft

het theoretisch alleen maar bestaan in het feit dat de universele ruimte met een decimale fractie van een graad warmer is geworden, beginnend met tien of meer nullen? De onverwoestbaarheid van de beweging verbiedt een dergelijke veronderstelling, maar het laat de mogelijkheid toe dat door het opeenvolgend in elkaar vallen van de lichamen van het universum alle bestaande mechanische beweging in warmte wordt omgezet en de laatste in de ruimte wordt uitgestraald, zodat ondanks alle “onverwoestbaarheid van kracht” alle beweging in het algemeen zou zijn opgehouden. (Overigens ziet men hier hoe onnauwkeurig de term “onverwoestbaarheid van kracht” is, in plaats van “onverwoestbaarheid van beweging”.) Vandaar dat we tot de conclusie komen dat op een of andere manier, wat later de taak van wetenschappelijk onderzoek zal zijn om dit aan te tonen, de warmte die in de ruimte wordt uitgestraald moet kunnen worden omgezet in een andere vorm van beweging, waarin het opnieuw kan worden opgeslagen en geactiveerd kan worden. En daarmee verdwijnt de grootste moeilijkheid die de heromzetting van uitgestorven zonnen in een gloeiende nevel in de weg stond.

Voor het overige is de eeuwig herhaalde opeenvolging van werelden in een oneindige tijd slechts de logische aanvulling op het naast elkaar bestaan van ontelbare werelden in de oneindige ruimte – een principe waarvan de noodzaak zich zelfs aan het antitheoretische yankee-brein van Draper heeft opgedrongen.[\[3\]](#)

Het is een eeuwige cyclus waarin de materie zich beweegt, een cyclus die alleen zijn loop vervolledigt in tijdsperiodes waarvoor ons aards jaar geen adequate maatstaf is, een cyclus waarin de tijd van de hoogste ontwikkeling, de tijd van het organische leven en nog meer die van het leven van wezens die zich bewust zijn van de natuur en van zichzelf, net zo beperkt is als de ruimte waarin het leven en het zelfbewustzijn in werking treden; een cyclus waarin elke eindige wijze van bestaan van materie, of het nu gaat om de zon of een neveldamp, een enkel dier of een diersoort, chemische combinatie of dissociatie, even vluchtig is en waarin niets eeuwig is, maar eeuwig veranderende, eeuwig bewegende materie en de wetten volgens welke ze beweegt en verandert. Maar hoe vaak, en hoe meedogenloos ook, deze cyclus wordt voltooid in tijd en ruimte, hoe vele miljoenen zonnen en

aardbollen ook mogen ontstaan en vergaan, hoe lang het ook mag duren voordat de voorwaarden voor organisch leven zich ontwikkelen, hoe ontelbaar ook de organische wezens die moeten ontstaan en sterven voordat dieren met een brein dat in staat is om te denken uit hun midden worden ontwikkeld, en voor een korte tijdspanne voorwaarden te vinden die geschikt zijn voor het leven, om later zonder genade te worden uitgeroeid, hebben we de zekerheid dat de materie in al haar transformaties eeuwig hetzelfde blijft, dat geen van haar attributen ooit verloren kan gaan, en dus ook dat met dezelfde ijzeren noodzaak dat ze op de aarde haar hoogste schepping, de denkende geest, zal uitroeien, ze ergens anders moet produceren en op een ander moment weer moet voortbrengen.

---

**[1]** Hoe onwankelbaar nog in 1861 een man in deze zienswijze kon geloven, wiens wetenschappelijke prestaties zeer belangrijk materiaal leverde voor de eliminatie ervan, blijkt uit de volgende klassieke woorden: “Alle voorstellingen van ons zonnestelsel, voor zover we in staat zijn ze te begrijpen, zijn gericht op het behoud van wat er bestaat en op onveranderlijke voortzetting. Zoals sinds de oudheid geen enkel dier en geen enkele plant op aarde volmaakter of op enigerlei wijze anders is geworden, zoals we in alle organismen slechts stadia *naast* elkaar en niet de een *na de ander* aantreffen, zoals ons eigen ras in lichamelijk opzicht altijd hetzelfde is gebleven – zo rechtvaardigt ook de grootste verscheidenheid in naast elkaar bestaande hemellichamen ons niet om te veronderstellen dat deze vormen slechts verschillende stadia van ontwikkeling zijn; het is eerder zo dat alles wat geschapen is op zich onveranderd volmaakt is”. (Mädler, *Pop. Astr[onomie]* Berlijn, 1861, 5e editie, p. 316.)

**[2]** Het manco van Lyells opvatting – althans in zijn eerste vorm – lag in de opvatting van krachten die op de aarde constant werkzaam zijn, constant in kwaliteit en kwantiteit. De afkoeling van de aarde bestaat voor hem niet; de aarde ontwikkelt zich niet in een bepaalde richting maar verandert slechts op een inconsequente toevallige manier.

**[3]** “ De veelheid aan werelden in de oneindige ruimte leidt tot het concept van een opeenvolging van werelden in de oneindige tijd.” J. W. Draper, *History of the Intellectual Development of Europe*, 1864. Vol. 2, p. 325.

- 
- {1} In de kantlijn van het manuscript noteerde Engels met potlood: “Torricelli ter gelegenheid van de regulering van de elektriciteit in de Alpen”
- {2} In de kantlijn van het manuscript noteerde Engels: “De vastigheid van de oude natuurvisie vormde de basis voor een algemene samenvatting van de totale natuurwetenschap als een geheel. De Franse encyclopedisten, nog steeds puur mechanisch naast elkaar, dan tegelijkertijd St. Simon en de Duitse natuurfilosofie, voltooid door Hegel.”
- {3} In de kantlijn van het manuscript noteerde Engels met potlood: “Vloedgolven rotatieremming, ook door Kant, pas nu begrepen.”
- {4} In de kantlijn van het manuscript noteerde Engels: “Embryologie”
- {5} In de kantlijn van het manuscript noteerde Engels: “Ceratodus. Dito Archaeopteryx enz.”
- {6} In Engels’ manuscript is deze paragraaf gescheiden van de vorige en de volgende paragraaf door horizontale lijnen en diagonaal doorgestreept, zoals Engels deed met paragrafen in een manuscript die hij in andere werken had gebruikt.

## Dialectiek

**(Het ontwikkelen van het algemene karakter van de dialectiek als een wetenschap van de samenhang, in tegenstelling tot de metafysica.)**

Het is dus de geschiedenis van de natuur en van de menselijke maatschappij waaruit de wetten van de dialectiek zijn geabstraheerd. Ze zijn niets anders dan de meest algemene wetten van deze twee fasen van de historische ontwikkeling en van het denken zelf.

En inderdaad kunnen ze in grote lijnen worden teruggebracht tot drie: de wet van verandering van kwantiteit in kwaliteit en omgekeerd; de wet van de eenheid van de tegenstellingen; de wet van negatie van de negatie.

Alle drie zijn ze door Hegel op zijn idealistische wijze ontwikkeld als loutere *denkwetten*: de eerste, in het eerste deel van zijn *Logica*, in de *leer van het zijn*; de tweede omvat geheel het tweede en veruit het belangrijkste deel van zijn *Logica*, de *leer van de essentie*; tot slot de derde als de basiswet voor de constructie van het hele systeem. De fout ligt in het feit dat deze wetten aan de natuur en de geschiedenis worden opgedrongen als wetten van het denken, en er niet uit worden afgeleid. Daaruit ontstaat dan de hele geforceerde en vaak vreselijke constructie: de wereld wordt geacht zich al dan niet te ordenen volgens een denksysteem, dat zelf weer slechts het product is van een bepaalde fase in de ontwikkeling van het menselijke denken. Als we de zaak omdraaien, wordt alles eenvoudig en worden de dialectische wetten, die er in de idealistische filosofie uiterst mysterieus uitzien, meteen eenvoudig en helder als daglicht.

Wie zijn Hegel overigens maar tot op zekere hoogte kent, zal ook weten dat Hegel op honderden plaatsen de meest opvallende individuele bewijzen van de dialectische wetten uit de natuur en de geschiedenis weet te geven.

Het gaat hier niet om een handboek van de dialectiek te schrijven, maar alleen om te bewijzen dat de dialectische wetten echte ontwikkelingswetten van de natuur zijn, d.w.z. dat ze ook geldig zijn voor theoretisch natuuronderzoek. Daarom kunnen we niet ingaan op de innerlijke samenhang van deze wetten met elkaar.

1. De wet van verandering van kwantiteit in kwaliteit en omgekeerd. We kunnen dit voor ons doel uitdrukken in de zin dat in de natuur, op een manier die voor elk afzonderlijk geval precies wordt bepaald, kwalitatieve veranderingen alleen kunnen plaatsvinden door de kwantitatieve toevoeging of kwantitatieve onttrekking van materie of beweging (de zogenaamde energie).

Alle kwalitatieve verschillen in de natuur berusten op verschillen in chemische samenstelling of op verschillende hoeveelheden of vormen van beweging (energie) of, zoals bijna altijd het geval is, op beide. Het is dus onmogelijk om de kwaliteit van een lichaam te veranderen zonder optellen of aftrekken van materie of beweging, d.w.z. zonder kwantitatieve verandering van het betreffende lichaam. In deze vorm lijkt het mysterieuze principe van Hegel dus niet alleen heel rationeel, maar zelfs vrij duidelijk.

Het is nauwelijks nodig om erop te wijzen dat ook de verschillende allotrope en geaggregeerde toestanden van de lichamen gebaseerd zijn op verschillende moleculaire groeperingen, op grotere of kleinere hoeveelheden beweging, verbonden aan de lichamen.

Maar wat is het standpunt ten aanzien van de verandering van de bewegingsvorm, de zogenaamde energie? Als we warmte veranderen in mechanische beweging of *omgekeerd*, wordt de kwaliteit dan niet veranderd terwijl de kwantiteit gelijk blijft? Dat klopt. Maar het is met de verandering van de vorm van beweging zoals met de ondeugden van Heine: iedereen kan op zich deugdzaam zijn, maar altijd zijn er twee nodig voor een ondeugd. Verandering van vorm van beweging is altijd een proces dat plaatsvindt tussen minstens twee lichamen, waarvan de ene een bepaalde kwantiteit van beweging van de ene kwaliteit (bv. warmte) verliest, terwijl de andere een overeenkomstige kwantiteit van beweging van een andere kwaliteit (mechanische beweging, elektriciteit, chemische ontleding) krijgt. Kwantiteit en kwaliteit komen hier dus onderling overeen. Tot nu toe is het niet mogelijk gebleken om beweging van de ene vorm om te zetten in een andere, binnen een enkel geïsoleerd lichaam.

In eerste instantie hebben we het hier alleen over levenloze lichamen; dezelfde wet geldt voor levende lichamen, maar het

gebeurt onder zeer gecompliceerde omstandigheden, en kwantitatief meten is voor ons vandaag de dag vaak nog steeds onmogelijk.

Als we ons een levenloos lichaam voorstellen dat verdeeld is in kleinere en kleinere delen, treedt er in eerste instantie geen kwalitatieve verandering op. Maar dit heeft zijn grens: als we erin slagen om, zoals bij verdamping, de afzonderlijke moleculen in een vrije toestand te krijgen, dan kunnen we ze meestal verder verdelen, maar alleen met een volledige kwaliteitsverandering. Het molecuul wordt ontleed in zijn afzonderlijke atomen, die heel andere eigenschappen hebben dan die van het molecuul. Met moleculen die uit verschillende chemische elementen zijn samengesteld, wordt het samengestelde molecuul vervangen door atomen of moleculen van deze elementen zelf; met elementaire moleculen verschijnen vrije atomen, die een heel ander kwalitatief effect hebben: de vrije atomen van de aangemaakte zuurstof bereiken gemakkelijk wat de in de molecule gebonden atmosferische atomen nooit kunnen bereiken.

Maar ook de molecule is kwalitatief anders dan de lichaamsmassa waartoe het behoort. Het kan onafhankelijke bewegingen maken, terwijl het blijkbaar in rust is, bv. thermische oscillaties; het kan veranderingen in positie en relatie met naburige moleculen bemiddelen, het lichaam in een andere allotrope of geaggregeerde toestand brengen, enz.

We zien dus dat de zuiver kwantitatieve deling een limiet heeft, waarbij het een kwalitatief verschil wordt: de massa bestaat alleen uit moleculen, maar het is iets wezenlijk anders dan het molecuul, net zoals dit laatste anders is dan het atoom. Het is dit verschil waarop de scheiding van de mechanica, als de wetenschap van de hemelse en aardse massa, van de fysica, als de mechanica van de moleculen, en de chemie, als de fysica van de atomen, is gebaseerd.

Er zijn geen kwaliteiten in de mechanica, hooguit toestanden als evenwicht, beweging, potentiële energie, die allemaal gebaseerd zijn op een meetbare overdracht van beweging en zelf kwantitatief uit te drukken zijn. Voor zover hier sprake is van een kwalitatieve verandering, wordt deze

dus veroorzaakt door een kwantitatieve overeenkomstige verandering.

In de fysica worden lichamen behandeld als chemisch onveranderlijk of indifferent; we hebben te maken met de veranderingen in hun moleculaire toestand en met verandering in de vorm van de beweging, die in alle gevallen, in ieder geval bij één van de twee zijden, de moleculen in het spel brengt. Hier is elke verandering een omslag van kwantiteit naar kwaliteit, een gevolg van een kwantitatieve verandering in de hoeveelheid beweging van welke vorm dan ook die inherent is aan of verbonden met het lichaam.

“Zo is de temperatuur van het water in eerste instantie indifferent ten opzichte van de druppelende vloeistof; maar als de temperatuur van het vloeibare water stijgt of daalt, ontstaat er een punt waarop deze cohesie verandert en het water wordt omgevormd tot enerzijds stoom en anderzijds ijs.” (Hegel, *Encyclopedie*, Gesamtausg., VI, p. 217.)

Op dezelfde wijze is er een bepaalde minimale stroomsterkte nodig om de platinadraad van een elektrische gloeilamp te laten gloeien; en elk metaal heeft zijn temperatuur van gloeien en smeltwarmte, elke vloeistof zijn vries- en kookpunt bij een bepaalde druk – voor zover onze middelen ons in staat stellen de vereiste temperatuur te bereiken; tenslotte heeft ook elk gas zijn kritisch punt waarop het vloeibaar kan worden gemaakt door druk en afkoeling. Kortom, de zogenaamde fysische constanten zijn voor het grootste deel niets anders dan aanduidingen van knooppunten waar de kwantitatieve optelling of aftrekking van de beweging een kwalitatieve verandering{1} in de toestand van het betreffende lichaam teweegbrengt, waarbij dus de kwantiteit wordt omgezet in kwaliteit.

De tak waar de door Hegel ontdekte natuurwet haar grootste triomfen viert, is die van de chemie. De chemie kan worden omschreven als de wetenschap van de kwalitatieve veranderingen van lichamen als gevolg van een gewijzigde kwantitatieve samenstelling. Dit was Hegel zelf al bekend (*Logica*, Gesamtausg, III, p. 488). Zoals zuurstof: als drie



atomen zich verenigen om een molecuul te vormen, in plaats van de gebruikelijke twee, hebben we ozon, een lichaam dat zeer zeker verschilt door geur en effect van de gewone zuurstof. Ook hier kan men verschillende verhoudingen aannemen waarin zuurstof zich met stikstof of zwavel verenigt, die elk een stof produceren die kwalitatief verschilt van de andere! Hoe verschillend is het lachgas (stikstofmonoxide  $N_2O$ ) van salpeterzuuranhydride (distikstofpentoxide,  $N_2O_5$ )! Het eerste is een gas, het tweede bij gewone temperaturen een vaste kristallijne stof. En toch is het hele verschil in samenstelling dat het tweede vijf keer zoveel zuurstof bevat als het eerste, en tussen de twee zijn er nog drie andere stikstofoxiden ( $NO$ ,  $N_2O_3$ ,  $NO_2$ ), die elk kwalitatief verschillend zijn van de eerste twee en van elkaar.

Dit is nog opvallender in de homologe reeks van koolstofverbindingen, namelijk de eenvoudigere koolwaterstoffen. Van de normale paraffines is het laagste methaan,  $CH_4$ ; hier zijn de vier verbindingen van het koolstofatoom verzadigd met vier waterstofatomen. De tweede, ethaan,  $C_2H_6$ , heeft twee koolstofatomen die met elkaar verbonden zijn en de zes vrije verbindingen zijn verzadigd met zes waterstofatomen. En zo gaat het verder, met  $C_3H_8$ ,  $C_4H_{10}$ , enz., volgens de algebraïsche formule  $C_nH_{2n+2}$ , zodat door toevoeging van  $CH_2$  een lichaam wordt gevormd dat kwalitatief verschilt van het voorgaande. De drie laagste leden van de reeks zijn gassen, de hoogst bekende, hexadecaan,  $C_{16}H_{34}$ , is een vast lichaam met een kookpunt van  $287^\circ C$ . Precies hetzelfde geldt voor de reeks primaire alcoholen met formule  $C_nH_{2n+2}O$ , afgeleid (theoretisch) van de paraffines, en de reeks monobasische vetzuren (formule  $C_nH_{2n}O_2$ ). Het kwalitatieve verschil dat de kwantitatieve toevoeging van  $C_3H_6$  kan geven, blijkt uit de ervaring wanneer we  $C_2H_6O$  ethylalcohol in een drinkbare vorm consumeren zonder toevoeging van andere alcoholen, en wanneer we dezelfde ethylalcohol een andere keer consumeren, maar met een kleine toevoeging van  $C_5H_{12}O$  amylalcohol, wat het hoofdbestanddeel is van de infame fozelolie. Ons hoofd zal zich daar de volgende ochtend zeker, nadelig, van bewust zijn; zodat men zelfs zou kunnen zeggen dat de roes en daarna de kater ook een hoeveelheid is die is omgezet in kwaliteit, aan de ene kant van ethylalcohol, aan de andere kant van deze toegevoegde  $C_3H_6$ .

In deze reeks komen we de hegeliaanse wet in een andere vorm tegen. De lagere leden staan slechts één onderlinge regeling van de atomen toe. Wanneer echter het aantal atomen dat samengevoegd is tot een molecuul een bepaalde grootte bereikt, kan de groepering van atomen in het molecuul op verschillende manieren plaatsvinden; zo kunnen er twee of meer isomere lichamen voorkomen die hetzelfde aantal atomen C, H, O in het molecuul hebben, maar nog steeds kwalitatief verschillend zijn. We kunnen zelfs berekenen hoeveel van dergelijke isomeren mogelijk zijn voor elk lid van de reeks. Bijvoorbeeld, in de paraffinereeks voor  $C_4H_{10}$  twee, voor  $C_6H_{12}$  drie; onder de hogere leden stijgt het aantal mogelijke isomeren zeer snel. Het is dus opnieuw het kwantitatieve aantal atomen in het molecuul dat de mogelijkheid bepaalt en, voor zover bewezen, het werkelijke bestaan van zulke kwalitatief verschillende isomeren.

Meer zelfs. Uit de analogie van de ons bekende lichamen in elk van deze reeksen kunnen we conclusies trekken over de fysische eigenschappen van nog onbekende leden van de reeks en kunnen we, althans voor de leden die volgen op de bekende, deze eigenschappen, het kookpunt, enz. met grote zekerheid voorspellen.

Tot slot is de hegeliaanse wet echter niet alleen van toepassing op de samengevoegde delen, maar ook op de chemische elementen zelf. We weten nu

“dat de chemische eigenschappen van de elementen een periodieke functie zijn van de atoomgewichten” (Roscoe-Schorlemmer, *Ausführliches Lehrbuch der Chemie*, II, p. 823)

en dat hun kwaliteit dus wordt bepaald door het atoomgewicht. En de test hiervan is op briljante wijze uitgevoerd. Mendelejev bewees dat er verschillende hiaten zijn in de reeksen van verwante elementen gerangschikt volgens atoomgewicht, wat erop wees dat er nog nieuwe elementen te ontdekken zijn. Een van deze onbekende elementen, dat hij eka-aluminium noemde, omdat het volgt in de reeks die begint met aluminium, daarvan beschreef hij van tevoren de algemene chemische eigenschappen en voorspelde het specifieke atoomgewicht en het atoomvolume bij

benadering. Een paar jaar later ontdekte Lecoq de Boisbaudran dit element daadwerkelijk, en de voorspellingen van Mendelejev bevatten slechts zeer kleine afwijkingen. Eka-aluminium werd gerealiseerd in gallium (ibid., p. 828). Door de – onbewuste – toepassing van Hegels wet van de omzetting van kwantiteit in kwaliteit, bereikte Mendelejev een wetenschappelijke prestatie die op één lijn te stellen is met die van Leverrier, met het berekenen van de baan van de nog onbekende planeet Neptunus.

In de biologie, net als in de geschiedenis van de menselijke samenleving, geldt dezelfde wet bij elke stap, maar we staan hier liever stil bij voorbeelden uit de exacte wetenschappen, omdat hier de grootheden nauwkeurig meet- en traceerbaar zijn.

Waarschijnlijk zullen dezelfde heren die tot nu toe de omzetting van kwantiteit in kwaliteit als mystiek en onbegrijpelijk transcendentalisme hebben afgekeurd, nu verklaren dat het inderdaad iets heel vanzelfsprekends, triviaals en alledaags is, dat ze al lang toepassen en dus niets nieuws hebben geleerd.

Maar om voor het eerst in zijn algemeen geldende vorm een algemene ontwikkelingswet van de natuur, de maatschappij en het denken te hebben geformuleerd, zal altijd een daad van historisch belang blijven. En als deze heren er jarenlang voor hebben gezorgd dat kwantiteit en kwaliteit in elkaar zijn veranderd, zonder te weten wat ze hebben gedaan, dan zullen ze zich moeten troosten met Moliere's Monsieur Jourdain die zijn hele leven proza heeft gesproken zonder er ook maar het minste vermoeden van te hebben.

---

{1} Het woord “verandering” is in het manuscript doorstreept.

### **Basisvormen van de beweging**

Beweging in de meest algemene zin, waarin het wordt opgevat als een wijze van bestaan, als een inherente eigenschap van de materie, begrijpt alle veranderingen en processen die zich in het universum voordoen, van de loutere

verandering van plaats tot het denken. Het onderzoek naar de aard van de beweging moest natuurlijk beginnen bij de laagste, eenvoudigste, vormen van deze beweging en deze leren begrijpen, voor ze iets kon verklaren van de hogere en meer gecompliceerde vormen. Zo zien we hoe in de historische ontwikkeling van de natuurwetenschappen de theorie van de eenvoudige plaatsverandering, de mechanica van de hemellichamen en de aardse massa's, eerst wordt ontwikkeld en gevolgd door de theorie van de moleculaire beweging, de fysica, en direct daarna, bijna ernaast en soms er voor, de wetenschap van de atoombeweging, de scheikunde. Pas nadat deze verschillende takken van kennis over de bewegingsvormen die de levenloze natuur beheersen, een hoge mate van ontwikkeling hadden bereikt, kon de verklaring van de bewegingsprocessen die het levensproces vertegenwoordigen, met succes worden begrepen. Zij boekte vooruitgang in verhouding tot de vooruitgang van de mechanica, de fysica en de chemie. Terwijl de mechanica dus al lang in staat was om in het dierlijk lichaam de effecten van door spiercontractie in beweging gebrachte gewrichten voldoende toe te schrijven aan wetten die ook in de levenloze natuur gelden, staat de fysisch-chemische basis van de andere levensverschijnselen nog maar aan het begin. Daarom zijn we bij het onderzoek naar de aard van de beweging gedwongen om de organische vormen van beweging buiten beschouwing te laten. We zijn gedwongen om ons – in overeenstemming met de stand van de wetenschap – te beperken tot de bewegingsvormen van de niet-levende natuur.

Alle beweging is gebonden aan een verandering van plaats, of het nu gaat om een plaatsverandering van hemellichamen, aardse massa's, moleculen, atomen of etherdeeltjes. Hoe hoger de vorm van beweging, hoe kleiner de plaatsverandering. Het put de aard van de beweging in kwestie op geen enkele manier uit, maar het is er wel onlosmakelijk mee verbonden. Daarom moet het eerst worden onderzocht.

De hele voor ons toegankelijke natuur vormt een systeem, een algehele samenhang van lichamen, en met lichamen bedoelen we hier alle materiële verschijningsvormen van de ster tot het atoom, ja, tot het etherdeeltje, voor zover het bestaan ervan wordt toegegeven. Het feit dat deze lichamen

met elkaar verbonden zijn, houdt al in dat ze op elkaar inwerken en dat hun wederzijdse actie beweging is. Het is hier al duidelijk dat materie ondenkbaar is zonder beweging. En als de materie ons bovendien confronteert als gegeven, even ongeschapen als onverwoestbaar, dan volgt daaruit dat de beweging ook even ongeschapen als onverwoestbaar is. Deze conclusie werd onweerlegbaar zodra het universum werd erkend als een systeem, als een verbinding van lichamen. En aangezien deze kennis werd opgedaan door de filosofie lang voordat deze effectief werd in de natuurwetenschap, kan worden verklaard waarom de filosofie een volledige 200 jaar voor de natuurwetenschap de conclusie trok van de niet-creatie en onverwoestbaarheid van de beweging. Zelfs de vorm waarin dit gebeurde is nog steeds superieur aan de huidige wetenschappelijke formulering. Descartes' principe, dat de hoeveelheid beweging die in het universum aanwezig is altijd hetzelfde is, heeft slechts de vormfout van het toepassen van een eindige expressie op een oneindige omvang. Aan de andere kant zijn er in de natuurwetenschap op dit moment twee uitdrukkingen van dezelfde wetmatigheid aanwezig: Helmholtz's wet van het behoud van *kracht*, en de nieuwere, meer precieze, een van het behoud van *energie*. De ene zegt, zoals we zullen zien, precies het tegenovergestelde van de andere, en bovendien drukt elk van hen slechts één kant van de relatie uit.

Wanneer twee lichamen op elkaar inwerken zodat er een plaatsverandering is van één of beide, kan deze verandering van plaats alleen bestaan uit een nadering of een verwijdering. Ze trekken elkaar aan of ze stoten elkaar af. Of, zoals de mechanica het uitdrukt, de krachten die tussen hen werken staan centraal en handelen langs de lijn die hun middelpunt met elkaar verbindt. Dat dit gebeurt, dat het in het hele universum zonder uitzondering het geval is, hoe gecompliceerd de bewegingen ook lijken, wordt tegenwoordig als vanzelfsprekend geaccepteerd. Het lijkt ons onzinnig om aan te nemen dat, wanneer twee lichamen op elkaar inwerken en hun onderlinge interactie niet wordt tegengewerkt door een obstakel of de invloed van een derde lichaam, deze actie anders moet lopen dan langs de kortste en meest directe weg, d.w.z. langs de rechte lijn die hun middelpunt met elkaar verbindt. {1} Het is bovendien bekend dat Helmholtz (*Erhaltung der Kraft*, Berlijn, 1847, secties 1

en 2) het wiskundige bewijs heeft geleverd dat centrale actie en onveranderlijkheid van de hoeveelheid beweging wederzijds zijn geconditioneerd en dat de veronderstelling van andere dan centrale acties leidt tot resultaten waarin beweging ofwel kan worden gecreëerd ofwel kan worden vernietigd. Vandaar dat de basisvorm van alle beweging, nadering en scheiding, samentrekking en expansie is – kortom, de oude polaire tegenpolen van *aantrekking* en *afstoting*.

Opgelet: aantrekking en afstoting worden hier niet beschouwd als zogenaamde “*krachten*” maar als *eenvoudige vormen van beweging*, net zoals Kant de materie al had opgevat als de eenheid van aantrekking en afstoting. Wat onder het begrip “*krachten*” moet worden verstaan, zal te zijner tijd blijken.

Alle beweging bestaat uit het samenspel van aantrekking en afstoting. Beweging is echter alleen mogelijk als elke individuele aantrekking wordt gecompenseerd door een overeenkomstige afstoting ergens anders. Anders zou de ene kant na verloop van tijd het overwicht over de andere krijgen en zou de beweging uiteindelijk ophouden. Daarom moeten alle aantrekkingen en alle afstotingen in het universum tegen elkaar opwegen. De wet van de onverwoestbaarheid en de niet-creatie van de beweging krijgt zo de uitdrukking dat elke aantrekkingsbeweging in het universum moet worden gecompleteerd met een equivalente afstotingsbeweging, en omgekeerd; of, zoals de oudere filosofie – lang voor de wetenschappelijke formulering van de wet van behoud van kracht of energie – stelde: dat de som van alle aantrekkingen in het universum gelijk is aan de som van alle afstotingsbewegingen.

Het lijkt er echter op dat er nog steeds twee mogelijkheden zijn om alle beweging op een bepaald moment te stoppen, hetzij door afstoting en aantrekking die elkaar uiteindelijk feitelijk compenseren, hetzij door de totale afstoting die uiteindelijk bezit neemt van het ene deel van de materie met de totale aantrekkingskracht van het andere deel. Volgens de dialectiek kunnen deze mogelijkheden niet vanaf het begin bestaan. Zodra de dialectiek, uit de resultaten van eerdere natuurervaringen bewezen heeft dat alle polaire tegenpolen

bepaald zijn door het wisselende spel van twee tegenovergestelde polen, dat scheiding en tegenstelling van deze polen alleen bestaat binnen hun samenhang en vereniging, en omgekeerd hun vereniging alleen in hun scheiding, hun samenhang alleen in hun tegenstelling, dan is noch een definitieve compensatie van afstoting en aantrekking, noch een definitieve verdeling van de ene bewegingsvorm in de ene helft van de materie en in de andere helft, dat wil zeggen noch de wederzijdse eenheid van de twee polen, noch de definitieve verdeling van de ene vorm van beweging naar de andere helft van de materie te verwachten. [Met het oog op wederzijdse compensatie en neutralisatie.] Het zou hetzelfde zijn als in het eerste geval, dat men verlangt dat de noord- en zuidpool van een magneet zich met elkaar in evenwicht brengen, en in het tweede geval dat het doorsnijden van een magneet in het midden tussen de twee polen een noordelijke helft zonder zuidpool geeft, en een zuidelijke helft zonder noordpool. Maar zelfs als de ongeoorloofdheid van dergelijke veronderstellingen al voortvloeit uit de dialectische aard van de polaire tegenstelling, speelt toch de tweede veronderstelling een zekere rol in de natuurkundige theorie, dankzij de heersende metafysische denkwijze van de natuurwetenschappers. Dit wordt later besproken.

Hoe presenteert beweging zich in het samenspel van aantrekking en afstoting? We kunnen dit het beste onderzoeken in de afzonderlijke bewegingsvormen. De conclusie is dan gemakkelijk te trekken.

Neem de beweging van een planeet rond zijn centrale lichaam. In de gewone schoolastronomie wordt de door Newton beschreven ellips verklaard door de interactie van twee krachten, de aantrekkingskracht van het centrale lichaam en een tangentiële kracht die de planeet normaal voortstuwt in de richting van deze aantrekkingskracht. Dus naast de centrale bewegingsvorm neemt het ook een andere richting, loodrecht op de centrale verbindingslijn van het middelpunt of de zogenaamde “kracht”. Het is dus in tegenspraak met de bovengenoemde basiswet, volgens welke alle beweging in ons universum alleen kan plaatsvinden in de richting van het middelpunt van de op elkaar inwerkende lichamen, of, zoals men het uitdrukt, alleen wordt veroorzaakt door centraal werkende “krachten”. Het introduceert ook een element van

beweging in de theorie, wat, zoals we gezien hebben, noodzakelijkerwijs leidt tot het ontstaan en vernietiging van beweging en dus ook een Schepper veronderstelt. Het ging er dus om deze mysterieuze tangentiële kracht terug te brengen tot een centrale vorm van beweging, en dit is wat de Kant-Laplace theorie van de kosmogonie deed. Zoals bekend is het hele zonnestelsel volgens deze opvatting ontstaan uit een roterende, uiterst ijle, gasvormige massa door geleidelijke samentrekking. De draaiende beweging is duidelijk het sterkst aan de evenaar van deze gasvormige bol, en individuele gasvormige ringen scheiden zich van de massa en klonteren samen tot planeten, planetoïden, enz., die rond het centrale lichaam draaien in de richting van de oorspronkelijke rotatie. Deze rotatie wordt meestal verklaard door de intrinsieke beweging van de afzonderlijke gasdeeltjes, die in een grote verscheidenheid aan richtingen plaatsvindt, maar uiteindelijk overheerst een overmaat in een bepaalde richting, waardoor de rotatiebeweging steeds sterker moet worden naarmate de samentrekking van de gasbol vordert. Echter, welke hypothese men ook maakt over de oorsprong van de rotatie, bij elk daarvan wordt de tangentiële kracht geëlimineerd, opgelost in een bepaalde manifestatie van een beweging die zich in een centrale richting voordoet. Als het ene, direct centrale element van de planeetbeweging wordt vertegenwoordigd door de zwaartekracht, de aantrekkingskracht tussen dit element en het centrale lichaam, dan verschijnt het andere, tangentiële element nu als een restant, in overgedragen of getransformeerde vorm, van de oorspronkelijke afstoting van de individuele deeltjes van de gasbol. Het bestaansproces van een zonnestelsel verschijnt nu als een samenspel van aantrekken en afstoten, waarbij de aantrekkingskracht geleidelijk aan de overhand krijgt doordat de afstoting in de vorm van warmte de ruimte in wordt gestraald en zo steeds meer verloren gaat voor het systeem.

Op het eerste gezicht ziet men dat de bewegingsvorm, die hier als afstoting wordt opgevat, dezelfde is als die welke de moderne fysica “*energie*” noemt. Door de samentrekking van het systeem en de daaruit voortvloeiende scheiding van de afzonderlijke lichamen waaruit het vandaag de dag bestaat, heeft het systeem “energie” verloren, en volgens de bekende berekening van Helmholtz bedraagt dit verlies nu <sup>453</sup>/<sub>454</sub> van



de totale hoeveelheid beweging die er oorspronkelijk in de vorm van afstoting in aanwezig was.

Laten we ook een fysieke massa op onze aarde nemen. Het is verbonden met de aarde door de zwaartekracht, zoals de aarde is verbonden met de zon; maar in tegenstelling tot de aarde, is het niet in staat tot vrije planetaire beweging. Het kan slechts door een impuls van buitenaf in beweging worden gebracht, en zelfs dan, zodra de impuls ophoudt, komt zijn beweging snel tot stilstand, hetzij door het effect van de zwaartekracht alleen of door de laatste in combinatie met de weerstand van het medium waarin het zich beweegt. Ook weerstand is in laatste instantie een effect van de zwaartekracht, zonder welke de aarde geen verzet zou hebben, geen atmosfeer. Bij een puur mechanische beweging op het aardoppervlak hebben we te maken met een situatie waarin de zwaartekracht, de aantrekkingskracht, onmiskenbaar dominant is, waarbij het ontstaan van de beweging de twee fasen laat zien: eerst handelen tegen de zwaartekracht, en dan de zwaartekracht laten werken. In één woord, til op en laat los.

Zo hebben we weer een wisselwerking tussen de aantrekkingskracht en een vorm van beweging die tegengesteld is aan de aantrekkingskracht, vandaar een afstotende vorm van beweging. Maar binnen het gebied van de aardse *zuivere* mechanica (die zich bezighoudt met massa's van *gegeven* toestanden van aggregatie en samenhang die door haar als onveranderlijk worden beschouwd) komt deze afstotende vorm van beweging niet in de natuur voor. De fysische en chemische omstandigheden waaronder een rotsblok van een bergtop kan loskomen, of de mogelijkheid van een waterval, dat ligt buiten ons gebied. Daarom moet in de zuivere aardse mechanica de afstotende, heffende beweging kunstmatig worden geproduceerd: door menselijke kracht, dierlijke kracht, water of stoomkracht, enz. En deze omstandigheid, deze noodzaak om de natuurlijke aantrekkingskracht kunstmatig te bestrijden, doet de werktuigkundigen geloven dat de aantrekkingskracht, de zwaarte, of zoals ze zeggen, *gravitatie*, de meest essentiële, ja, de basisvorm is van de beweging in de natuur.

Als bijvoorbeeld een gewicht wordt opgetild en door zijn directe of indirecte val de beweging aan andere lichamen doorgeeft, is het niet het *optillen* van het gewicht dat deze beweging doorgeeft, maar de *zwaartekracht*, volgens de gangbare mechanische opvatting. Zo schrijft Helmholtz:

“de eenvoudigste en meest bekende kracht, de zwaartekracht, is de drijfkracht... Bijvoorbeeld de wandklokken die door een gewicht worden aangedreven. Het gewicht ... kan de zwaartekracht niet gehoorzamen, zonder het uurwerk in gang te zetten.” Maar het kan de klok niet in beweging zetten zonder te dalen, en het daalt tot de ketting waaraan het hangt volledig is afgerold. “Dan stopt de klok, dan is het gewichtsvermogen voorlopig uitgeput. Het gewicht is niet verloren gegaan of verminderd, het wordt nog steeds in dezelfde mate aangetrokken tot de aarde, maar het vermogen van dit gewicht om beweging te veroorzaken is verloren gegaan ... Maar we kunnen de klok opwinden door de kracht van onze arm, waardoor het gewicht weer omhoog gaat. Zodra dit is gebeurd, heeft het zijn vroegere vermogen teruggewonnen en kan de klok weer in beweging komen.” (Helmholtz, *Populäre Vorträge*, II. pp. 144-145.)

Volgens Helmholtz is het dus niet de actieve beweging, het optrekken van het gewicht, dat de klok in beweging zet, maar de passieve zwaarte van het gewicht, hoewel deze zelfde zwaarte slechts door het ophalen uit zijn passiviteit wordt gerukt en ook weer terugkeert naar zijn passiviteit na het afrollen van de ketting. Volgens de nieuwe opvatting, zoals we zojuist hebben gezien, is *energie* dus een andere term voor *afstoting*, terwijl hier in de oudere, het concept van Helmholtz, *kracht* verschijnt als een andere uitdrukking voor het tegenovergestelde van *afstoting*, voor *aantrekking*. Voorlopig noteren we dit gewoon.

Wanneer nu het proces van de aardse mechanica zijn einde heeft bereikt, wanneer de zwaarte omhoog is gebracht en dan weer van diezelfde hoogte is gedaald, wat gebeurt er dan met deze beweging? Voor de pure mechanica is het verdwenen. Maar we weten dat het in geen geval is vernietigd. In mindere mate is het omgezet als oscillaties van geluidsgolven, in veel grotere mate in warmte – warmte, die deels werd overgebracht naar de weerstand biedende atmosfeer, deels naar het vallende lichaam zelf, en ten slotte naar de grond waar het neervalt. Het klokgewicht geeft ook geleidelijk zijn beweging op, in de vorm van wrijvingswarmte aan de afzonderlijke raderen van het uurwerk. Maar, hoewel meestal op deze wijze uitgedrukt, is het niet de *vallende* beweging, d.w.z. de aantrekkingskracht, die is overgegaan in warmte, in een vorm van afstoting. Integendeel, de aantrekkingskracht, de zwaarte, blijft, zoals Helmholtz terecht opmerkt, wat het vroeger was en wordt, om precies te zijn, nog groter. Eerder is het de afstoting die aan het opgetilde lichaam is verbonden, die *mechanisch* wordt vernietigd door het vallen en weer opduikt als warmte. De afstoting van massa's wordt omgezet in moleculaire afstoting.

Warmte is, zoals gezegd, een vorm van afstoting. Het zorgt ervoor dat de moleculen van vaste lichamen gaan trillen, waardoor de binding tussen de afzonderlijke moleculen vermindert, totdat de overgang naar de vloeibare toestand eindelijk plaatsvindt; het verhoogt ook de beweging van de moleculen in deze toestand, met voortdurende toevoer van warmte, tot een mate waarin ze volledig gescheiden zijn van de massa en zich vrij bewegen met een bepaalde snelheid die voor elk molecuul wordt bepaald door zijn chemische samenstelling; met een voortdurende toevoer van warmte verhoogt het ook de snelheid nog meer, en zorgt dus voor meer afstoting van de moleculen.

Warmte is echter een vorm van zogenaamde “energie”; ook hier blijkt dit identiek te zijn aan afstoting.

In de fenomenen statische elektriciteit en magnetisme hebben we een polaire verdeling van aantrekking en afstoting. Welke hypothese ook wordt aanvaard met betrekking tot de *modus operandi* | werkwijze | van deze twee vormen van beweging; gezien de feiten twijfelt niemand eraan dat

aantrekking en afstoting, voor zover ze veroorzaakt worden door statische elektriciteit of magnetisme en zich ongehinderd kunnen ontvouwen, elkaar volledig compenseren, zoals in feite noodzakelijkerwijs volgt uit de aard van de polaire verdeling. Twee polen waarvan de werking elkaar niet volledig compenseert, zouden geen polen zijn en zijn tot nu toe niet in de natuur aangetroffen. Wij laten het galvanisme voorlopig buiten beschouwing, omdat het proces in het galvanisme wordt bepaald door chemische processen en daardoor ingewikkeld is. Laten we daarom liever kijken naar de chemische processen zelf.

Als twee gewichtsdelen waterstof met 15,96 gewichtsdelen zuurstof combineren tot waterdamp, ontstaat er tijdens dit proces een hoeveelheid warmte van 68.924 warmte-eenheden. Omgekeerd, als 17,96 gewichtsdelen waterdamp in 2 gewichtsdelen waterstof en 15,96 gewichtsdelen zuurstof moeten worden gesplitst, is dit alleen mogelijk op voorwaarde dat de waterdamp een hoeveelheid beweging krijgt die overeenkomt met 68.924 warmte-eenheden – hetzij in de vorm van warmte zelf, hetzij in de vorm van elektrische beweging. Hetzelfde geldt voor alle andere chemische processen. In de overgrote meerderheid van de gevallen komt er beweging vrij tijdens de samenstelling en wordt er beweging toegevoegd bij het ontbinden. Ook hier is afstoting meestal de actieve kant van het proces, meer bedield met beweging of juist degene die beweging vereist, en aantrekkingskracht is de passieve kant van het proces, waardoor beweging overbodig en weggegeven wordt. Daarom verklaart de moderne theorie opnieuw dat in het geheel genomen, energie vrijkomt wanneer de elementen verenigd zijn, en gebonden wanneer ze gescheiden zijn. Dus energie staat hier weer voor afstoting. En Helmholtz verklaart:

“Deze kracht” (de chemische affiniteit)  
“kunnen we ons voorstellen als  
een *aantrekkingskracht*... Deze  
aantrekkingskracht tussen koolstof- en  
zuurstofatomen werkt net zo goed als die  
welke de aarde uitoefent in de vorm van  
zwaarte op een opgetild gewicht ...  
Wanneer koolstof- en zuurstofatomen

zich op elkaar storten en samen koolzuur vormen, moeten de nieuw gevormde deeltjes koolzuur in een zeer hevige moleculaire beweging zijn, d.w.z. in thermische beweging ... Als het later zijn warmte aan de omgeving heeft afgegeven, hebben we nog steeds alle koolstof, alle zuurstof en de affiniteit tussen de twee in het koolzuur, net zo sterk als voorheen. Maar dat laatste manifesteert zich nu alleen nog maar doordat de koolstof- en zuurstofatomen stevig aan elkaar vastzitten, zonder dat ze van elkaar gescheiden kunnen worden.” (Helmholtz, l.c., p. 169 [170].)

Het is net als daarnet: Helmholtz staat erop dat kracht zowel in de chemie als in de mechanica alleen bestaat in *aantrekkingskracht* en dus precies het tegenovergestelde is van wat andere natuurkundigen energie noemen en identiek is aan *afstoting*.

We hebben dus niet langer de twee eenvoudige fundamentele vormen van aantrekking en afstoting, maar een hele reeks ondergeschikte vormen waarin het proces van universele beweging tot stand komt, die zich binnen de grenzen van de tegenstelling van aantrekking en afstoting ontwikkelen. Maar het is zeker niet alleen in ons denken dat deze vele verschijningsvormen worden bijeengebracht onder die ene uitdrukking van de beweging. Integendeel, ze bewijzen zich door hun acties als vormen van een en dezelfde beweging, in die zin dat onder bepaalde omstandigheden de ene in de andere kan opgaan. Mechanische bewegingen van de massa veranderen in warmte, elektriciteit, magnetisme; warmte en elektriciteit veranderen in een chemische ontbinding; chemische eenheid ontwikkelt op zijn beurt warmte en elektriciteit en geeft magnetisme aan de laatste; en ten slotte produceren warmte en elektriciteit weer een mechanische beweging van de massa. En wel zodanig dat een bepaalde hoeveelheid beweging van de ene vorm altijd overeenkomt met een nauwkeurig bepaalde hoeveelheid beweging van de andere vorm; waarbij het opnieuw irrelevant is voor welke bewegingsvorm de meeteenheid wordt gebruikt

waarmee deze hoeveelheid beweging wordt gemeten: of het nu gaat om het meten van bewegingen van de massa, de warmte, de zogenaamde elektromotorische kracht, of de beweging die in chemische processen wordt omgezet.

We baseren ons hier op de theorie van het “behoud van energie”, opgesteld in 1842 door J.R. Mayer<sup>[4]</sup> en sindsdien met briljant succes internationaal gepreciseerd, en nu moeten we de basisideeën onderzoeken waarmee deze theorie vandaag de dag werkt. Dit zijn de ideeën van “kracht” of “energie” en van “arbeid”.

Het is hierboven al aangetoond dat de nieuwere, nu waarschijnlijk algemeen aanvaarde opvatting van energie die van afstoting is, terwijl Helmholtz de voorkeur geeft aan het woord kracht om de aantrekkingskracht uit te drukken. Men zou hierin een onverschillig verschil in vorm kunnen zien, omdat aantrekking en afstoting in het universum elkaar compenseren, en omdat het dus onverschillig lijkt welke kant van de verhouding men positief of negatief situeert; net zoals het op zich onverschillig is of men de positieve abscissen naar rechts of naar links telt vanaf een punt in een willekeurige lijn. Dit is echter absoluut niet het geval.

Want het gaat hier in de eerste plaats niet om het heelal, maar om verschijnselen die zich op de aarde voordoen en geconditioneerd worden door de exacte positie van de aarde in het zonnestelsel, en van het zonnestelsel in het heelal. Ons zonnestelsel geeft echter op elk moment enorme hoeveelheden beweging af aan de ruimte, beweging van een zeer specifieke kwaliteit: zonnewarmte, d.w.z. afstoting. Maar onze aarde zelf leeft door de warmte van de zon, en ze straalt op haar beurt uiteindelijk de ontvangen zonnewarmte de ruimte in, nadat ze een deel van deze warmte heeft omgezet in andere vormen van beweging. In het zonnestelsel en vooral op de aarde is de aantrekkingskracht dus al aanzienlijk groter dan de afstoting. Zonder de afstotende beweging die door de zon naar ons wordt uitgestraald, zou alle beweging op aarde ophouden. Zou de zon morgen afgekoeld zijn, dan zou de aantrekkingskracht op aarde blijven wat ze nu is onder verder ongewijzigde omstandigheden. Net als voorheen zou een steen van 100 kilo, waar dan ook gelegen, 100 kilo wegen. Maar de beweging van massa's, moleculen en atomen zou

naar ons idee absoluut tot stilstand komen. Het is dus duidelijk: voor processen die zich op de huidige *aarde* afspelen, is het geenszins onverschillig of men aantrekking of afstoting ziet als de actieve kant van de beweging, d.w.z. als “kracht” of “energie”. Integendeel, op de huidige *aarde* is de aantrekkingskracht al *vrij passief* geworden door het doorslaggevende overwicht van de afstoting; alle actieve beweging is te wijten aan de aanvoer van afstoting door de zon. Daarom heeft de moderne school – ook al blijft het onduidelijk over de aard van de verhouding van de gevormde beweging – in feite gelijk voor *aardse* processen en inderdaad voor het hele zonnestelsel, als het energie opvat als afstoting.

De term “energie” drukt niet de hele bewegingsverhouding correct uit door slechts één kant, de actie, te omvatten, maar niet de reactie. Het laat ook de schijn toe dat “energie” iets van buitenaf is, ingeplant. Maar het is onder alle omstandigheden te verkiezen boven de term “kracht”.

Het idee van kracht is, zoals iedereen heeft toegegeven (van Hegel tot Helmholtz), ontleend aan de activiteit van het menselijk organisme in zijn omgeving. We spreken van spierkracht, van het hefvermogen van de arm, sprongkracht van de benen, het vermogen tot vertering in de maag en het darmkanaal, van de zintuiglijke kracht van de zenuwen, van de secretieve kracht van de klieren, enz. Met andere woorden, om te voorkomen dat we de werkelijke oorzaak van een verandering, veroorzaakt door een functie van ons organisme, verklaren, fabriceren we een fictieve oorzaak, een zogenaamde kracht die overeenkomt met de verandering. Vervolgens dragen we deze handige methode ook over naar de buitenwereld en verzinnen we zoveel krachten als er verschillende fenomenen zijn.

De natuurwetenschap (soms met uitzondering van de hemelse en aardse mechanica) bevond zich nog in deze naïeve fase in de tijd van Hegel, die destijds terecht tegen de manier van het benoemen van krachten inging (plaats van het citaat). Ook op een andere plaats:

“Het is beter” (om te zeggen) “de magneet heeft een ziel” (zoals Thales het zegt) “dan dat het een aantrekkingskracht

heeft; kracht is een soort eigenschap die *te scheiden is van materie*, gepresenteerd als een predicaat, – de ziel daarentegen, *in zijn beweging is identiek aan de aard van de materie.*” [cursief van Engels] (Gesch. d. Phil., I, p. 208.)

Vandaag maken we het onszelf niet meer zo gemakkelijk met betrekking tot de krachten. Helmholtz:

“Als we een natuurwet volledig kennen, moeten we ook eisen dat deze zonder uitzondering geldt ... De wet confronteert ons dus als een objectieve macht, en daarom noemen we het *kracht*. We objectiveren bijvoorbeeld de wet van de lichtbreking als brekingskracht van transparante stoffen, de wet van de chemische affiniteiten als verwantschapskracht van de verschillende stoffen met elkaar. We spreken dus van een elektrische contactkracht van metalen, van een adhesiekracht, capillaire kracht en andere. In deze benamingen worden wetten geobjectiveerd, die in eerste instantie alleen bestaan uit kleinere reeksen van natuurlijke processen, waarvan *de voorwaarden nog steeds vrij gecompliceerd zijn* ... de kracht is alleen de geobjectiveerde wet van de werking ... Het abstracte idee van kracht, door ons ingevoerd, geeft alleen aan dat we deze wet niet willekeurig hebben uitgevonden, maar dat het een wet is gebonden aan de fenomenen. Onze wens om de natuurverschijnselen *te begrijpen*, dat wil zeggen hun *wetten* te vinden, neemt dus een andere vorm [van expressie] aan, namelijk dat we moeten zoeken naar de *krachten* die de oorzaken van de verschijnselen zijn.” (l.c., pp. 189-191. Innsbruck lezing van 1869.)



In de eerste plaats is het in ieder geval een eigenaardige manier om te “objectiveren” wanneer men het *zuiver subjectieve* idee van *kracht* introduceert in een natuurwet die al onafhankelijk van onze subjectiviteit is vastgesteld, dat wil zeggen, al volledig *objectief*. Hooguit een oud-hegeliaan van het strengste type durft zoiets te doen, maar niet een neokantiaan als Helmholtz. Noch de wet, eenmaal vastgesteld, noch haar objectiviteit, noch die van haar werking, krijgt een nieuwe objectiviteit als we er een kracht aan toeschrijven; wat er wordt toegevoegd, dat is onze *subjectieve bewering* dat het werkt door middel van een kracht die voor het moment volledig onbekend is. Maar de verborgen betekenis van deze toedichting wordt duidelijk zodra Helmholtz ons voorbeelden geeft: lichtbreking, chemische affiniteit, contactelektriciteit, adhesie, capillariteit; en de wetten die deze verschijnselen beheersen worden verheven in de “objectieve” adelstand van de *krachten*.

“In deze benamingen worden wetten geobjectiveerd, die in eerste instantie alleen bestaan uit kleinere reeksen van natuurlijke processen, waarvan de voorwaarden *nog steeds vrij ingewikkeld zijn.*”

En juist hier krijgt “objectivering”, die eerder subjectivering is, een betekenis: niet omdat we de wet volledig hebben erkend, maar juist omdat dit *niet* het geval is, omdat we nog *niet* duidelijk zijn over de “vrij complexe voorwaarden” van deze fenomenen, en daarom nemen we hier soms onze toevlucht tot het woord kracht. We drukken daarmee niet onze wetenschappelijke kennis uit, maar ons *gebrek* aan wetenschappelijke kennis over de aard van de wet en de wijze van handelen. In die zin kan het, als een snelle verwoording van een oorzakelijk verband, dat nog niet is vastgesteld, als een voorlopig lapmiddel gebruikt worden. Alles wat meer is dan dat, dat is slecht. Met hetzelfde recht als Helmholtz fysische fenomenen verklaart uit de zogenaamde lichtbrekingskracht, elektrische contactkracht, enz., verklaarden de middeleeuwse geleerden temperatuurveranderingen uit een *vis calorifica* |warmte producerende kracht| en een *vis frigifaciens* |koude

producerende kracht| en bespaarden zich zo alle verder onderzoek van de warmteverschijnselen.

En zelfs in die zin is het krom. Want het drukt alles eenzijdig uit. Alle natuurlijke processen zijn tweezijdig, gebaseerd op de verhouding van ten minste twee actieve delen, actie en reactie. Het begrip kracht, als gevolg van de activiteit van het menselijk organisme op de buitenwereld en ook van de aardse mechanica, impliceert echter dat slechts één deel actief is, dat handelt, en het andere deel dat passief is, ontvankelijk, en zo vormt het een uitbreiding, nog steeds niet aantoonbaar, van het genusverschil met het domein van de levenloze natuur. De reactie van het tweede deel, waarop de kracht werkt, verschijnt hooguit als een passieve reactie, als een *weerstand*. Toegegeven, deze opvatting kan worden geaccepteerd op een hele reeks gebieden, zelfs buiten het domein van de pure mechanica, dat wil zeggen, waar het een kwestie is van een eenvoudige overdracht van beweging en de kwantitatieve berekening ervan. Maar zelfs in de meer complexe fysische processen is het niet meer voldoende, zoals Helmholtz' eigen voorbeelden aantonen. De lichtbrekingskracht ligt evenzeer in het licht zelf als in de transparante lichamen. In het geval van adhesie en capillariteit zit de "kracht" zeker net zo goed in het harde oppervlak als in de vloeistof. In het geval van contactelektriciteit is het in ieder geval zeer zeker dat beide metalen eraan bijdragen, en de "chemische verwantschapskracht" ligt ergens, in ieder geval *in beide* verbonden delen. Een kracht, echter, die uit twee gescheiden krachten bestaat, een actie die geen reactie veroorzaakt, maar deze in zich draagt, is geen kracht in de zin van de aardse mechanica, de enige wetenschap waarin men echt weet wat een kracht betekent. Want de basisvoorwaarden van de aardse mechanica zijn, ten eerste, de weigering om de oorzaken van de impuls te onderzoeken, d.w.z. de aard van de kracht op elk moment, en, ten tweede, de opvatting van het eenzijdige karakter van de kracht waaraan de zwaartekracht altijd op elke plaats tegengesteld is, zodat voor elke ruimte die door een vallend aardse lichaam wordt afgelegd, de straal van de aarde gelijk is aan  $\infty$ .

Maar laten we verder kijken, hoe Helmholtz zijn "krachten" in de natuurwetten "objectiveert".

In een lezing van 1854 (l.c., p. 119) onderzoekt hij de “reserve arbeidskracht” van de oorspronkelijke nevelmassa, waaruit ons zonnestelsel is ontstaan.

“In feite had deze nevelmassa een enorm arbeidsvermogen, al was het maar in de vorm van de universele aantrekkingskracht van al zijn onderdelen op elkaar.”

Dat is ongetwijfeld zo. Maar het is minstens zo zeker dat deze hele inbreng van zwaartekracht of gravitatie nog steeds in het huidige zonnestelsel intact is, inclusief de minieme hoeveelheid die werd verloren met de materie die misschien onherroepelijk in de ruimte verdwenen is. Verder:

“ook de chemische krachten moeten al aanwezig zijn, klaar om te functioneren; maar aangezien deze krachten alleen effectief kunnen worden bij het meest intense contact met de verschillende massa's, moet de verdichting hebben plaatsgevonden voordat hun interactie begon.” [p. 120]

Als we, zoals Helmholtz hierboven, deze chemische krachten begrijpen als verwantschapskrachten, dus als een aantrekking, dan moeten we hier ook zeggen dat de totale som van deze chemische aantrekkingskrachten nog steeds onverminderd voortduurt binnen het zonnestelsel.

Helmholtz geeft echter op dezelfde pagina zijn resultaat van de berekening:

“dat slechts ongeveer het 454e deel van de oorspronkelijke mechanische kracht als zodanig bestaat.”

– namelijk in het zonnestelsel. Hoe moet men dat begrijpen? De zwaartekracht, zowel algemeen als chemisch, is nog steeds intact in het zonnestelsel. Helmholtz geeft geen andere betrouwbare krachtbron aan. Maar volgens Helmholtz hebben die krachten enorm werk verricht. Maar ze zijn niet toe- of afgenomen als gevolg daarvan. Net als het gewicht van de

klok hierboven wordt elke molecule in het zonnestelsel en het hele zonnestelsel zelf beïnvloed. “De zwaarte is niet verloren gegaan of verminderd. Wat er gebeurt met koolstof en zuurstof, zoals eerder genoemd, geldt dat ook voor alle chemische elementen: de totale gegeven hoeveelheid van elk element blijft bestaan, en “de totale affiniteit blijft net zo krachtig als voorheen.” Wat hebben we dan verloren? En welke “kracht” heeft het enorme werk verricht dat 453 keer groter is dan wat het zonnestelsel volgens zijn berekening nog kan presteren? Tot nu toe geeft Helmholtz geen antwoord. Maar verderop zegt hij:

“Of er nog een *voorraad kracht in de vorm van warmte* aanwezig was, weten we niet.” [cursief van Engels – p. 120]

Als ik mag. Warmte is een afstotende “kracht”, d.w.z. het gaat zowel de richting van de zwaartekracht als de chemische aantrekkingskracht tegen, is min als deze plus is. Als volgens Helmholtz de oorspronkelijke voorraad kracht bestaat uit een algemene en chemische aantrekkingskracht, dan zou een voorraad warmte, die ook nog steeds aanwezig is, niet bij die voorraad moeten opgeteld worden, maar moeten worden afgetrokken. Anders zou de hitte van de zon de aantrekkingskracht van de aarde moeten *verhogen*, wanneer het water, tegengesteld aan de aantrekkingskracht, verdampt en die damp opstijgt; of de hitte van een gloeiende ijzeren buis waar stoom doorheen gaat zou de chemische aantrekkingskracht van zuurstof en waterstof *versterken*, terwijl het ze net buiten werking stelt. Of, om hetzelfde duidelijk te maken in een andere vorm: we nemen aan dat de nevelmassa met straal  $r$ , dus met volume  $\frac{4}{3}\pi r^3$ , de temperatuur  $t$  heeft. Laten we verder aannemen dat een tweede nevelmassa met dezelfde massa de hogere temperatuur  $T$  heeft en de grotere straal  $R$  en het volume  $\frac{4}{3}\pi R^3$ . Nu is het duidelijk dat in de tweede nevelmassa de aantrekkingskracht, zowel mechanisch als fysisch en chemisch, alleen kan werken met dezelfde kracht als in de eerste, wanneer deze is gekrompen van straal  $R$  naar straal  $r$ , d.w.z. wanneer deze warmte in de ruimte heeft uitgestraald die overeenkomt met het temperatuurverschil  $T - t$ . De warmere nevelmassa zal dus later verdichten dan de koudere en dus is de hitte, als hindernis voor de verdichting, vanuit

Helmholtz' oogpunt geen plus maar een min van de “voorraad kracht”. Helmholtz begaat een ernstige rekenfout door uit te gaan van de mogelijkheid van een hoeveelheid *afstotende* beweging in de vorm van warmte die wordt toegevoegd aan *aantrekkende* bewegingsvormen en de som ervan verhoogt.

Laten we nu, aan hetzelfde voorteken [een plus of een min – vertaler], al deze “voorraad krachten” toewijzen – zowel theoretisch mogelijk als experimenteel aantoonbaar – zodat het kan worden opgeteld. Aangezien we de warmte voorlopig niet kunnen omkeren en de afstoting ervan vervangen door de gelijkwaardige aantrekkingskracht, zullen we de verandering van teken voor de beide vormen van aantrekkingskracht moeten doorvoeren. In plaats van de kracht van de universele aantrekkingskracht, in plaats van de kracht van de chemische affiniteit; en in plaats van de warmte, die bovendien misschien al als zodanig bestond in het begin, hoeven we alleen maar de som te maken van de afstotende beweging, of de zgn. energie, die in de nevelmassa bestond op het moment dat deze autonoom werd. En daarmee klopt ook de berekening van Helmholtz, waar hij “de opwarming” wil berekenen,

“welke door de veronderstelde aanvankelijke verdichting van de hemellichamen van ons systeem van vernevelde verspreide materie moest worden gecreëerd” [p. 134].

Door de hele “voorraad kracht” te reduceren tot warmte, afstoting, maakt hij het ook mogelijk om de veronderstelde “voorraad kracht” toe te voegen. Dan geeft de berekening aan dat  $\frac{453}{454}$  van alle energie, d.w.z. afstoting, die oorspronkelijk in de nevelmassa aanwezig was, in de vorm van warmte naar de ruimte wordt gestraald, of, om precies te zijn, dat de som van alle aantrekking in het huidige zonnestelsel de som is van alle afstoting die er nog in aanwezig is : 454 : 1. Maar dan is het direct in tegenspraak met de tekst van de lezing, aangevoerd als bewijs.

Maar als het idee van kracht zelfs voor een natuurkundige als Helmholtz aanleiding geeft tot een dergelijke begripsverwarring, dan is dit het beste bewijs dat het wetenschappelijk onbruikbaar is in alle onderzoekstakken, die

verder gaan dan het berekenen van de mechanica. In de mechanica worden de oorzaken van de beweging als gegeven beschouwd en wordt de oorsprong ervan buiten beschouwing gelaten, waarbij alleen de effecten ervan in aanmerking worden genomen. Als een oorzaak van beweging dus een kracht wordt genoemd, is dit geen afbreuk van de mechanica als zodanig; maar het wordt de gewoonte om deze term ook over te brengen naar de fysica, chemie en de biologie, en dan is verwarring onvermijdelijk. We hebben dit al gezien en zullen het nog vaak zien.

In het volgende hoofdstuk, het begrip arbeid.

---

[4] In de *Pop. Vorles.*, II, p. 113, lijkt Helmholtz, naast Mayer, Joule en Colding, ook een deel van het wetenschappelijke bewijs voor Descartes' stelling van de kwantitatieve onveranderlijkheid van de beweging aan zichzelf toe te schrijven. "Ik heb zelf, zonder iets te weten van Mayer en Colding en Joule's experimenten, dat slechts aan het eind van mijn werk bekend was, *dezelfde weg ingeslagen*; ik heb me vooral beziggehouden met het zoeken naar alle relaties tussen de verschillende natuurprocessen die uit de gegeven beschouwingen konden worden afgeleid, en ik heb mijn onderzoeken in 1847 gepubliceerd in een klein cahier, getiteld *Über die Erhaltung der Kraft*". – Maar in dit werk is er niets nieuws te vinden voor de positie in 1847 buiten de bovengenoemde, wiskundig zeer waardevolle, ontwikkeling dat "behoud van kracht" en centrale actie van de krachten die actief zijn tussen de verschillende lichamen van een systeem, slechts twee verschillende uitdrukkingen zijn voor hetzelfde, en verder een nauwkeuriger formulering van de wet dat de som van de levende en spankrachten in een gegeven *mechanisch* systeem constant is. In alle andere opzichten was het al sinds Mayers tweede verhandeling van 1845 achterhaald. Al in 1842 handhaafde Mayer de "onverwoestbaarheid van de kracht", en vanuit zijn nieuwe standpunt had hij in 1845 meer briljante dingen te zeggen over de "verhoudingen tussen de verschillende natuurprocessen" dan Helmholtz in 1847. [Cursief van Engels]

---

{1} In de marge, de volgende notitie met potlood: “Kant [zegt], p. 22, dat de 3 ruimtelijke dimensies geconditioneerd zijn door het feit dat deze aantrekking of afstoting plaatsvindt volgens het omgekeerde kwadraat van de afstand.”

### **Het meten van de beweging – arbeid**

“Aan de andere kant heb ik tot nu toe altijd gevonden dat de basisbegrippen op dit gebied (d.w.z. “de fysische basisbegrippen van arbeid en hun onveranderlijkheid”) zeer moeilijk te begrijpen zijn voor personen ongeschoold in de wiskundige mechanica, ondanks alle ijver, alle intelligentie en zelfs een vrij hoge graad van wetenschappelijke kennis. Bovendien kan men niet ontkennen dat het abstracties zijn van een

heel bijzondere soort. Het was niet zonder moeite dat zelfs een intellect als dat van I. Kant erin slaagde ze te begrijpen, zoals blijkt uit zijn polemieken met Leibniz over dit onderwerp.” (Helmholtz, *Pop. wiss. Vortr.*, II, Voorwoord, p. VI/VII).

En zo wagen we ons nu in een zeer gevaarlijk gebied, temeer daar we het ons niet goed kunnen veroorloven om de lezer “door de discipline van de wiskundige mechanica” te loodsen. Maar misschien zal blijken dat, als het gaat om concepten, het dialectisch denken op zijn minst leidt tot resultaten die even vruchtbaar zijn als wiskundige berekeningen.

Aan de ene kant ontdekte Galileo de valwet, volgens welke de doorlopen ruimtes in verhouding staan tot de kwadraten van de valtijd. Aan de andere kant, zoals we zullen zien, stelde hij het principe vast, dat niet helemaal overeenkomt met deze wet, volgens welke de hoeveelheid beweging van een lichaam (zijn impeto of momento [impuls of moment]) wordt bepaald door massa en snelheid, zodat het bij een constante massa evenredig is met de snelheid. Descartes nam deze laatste stelling over en maakte het product van de massa en de snelheid van een bewegend lichaam in het algemeen tot maat van de beweging.

Huyghens ontdekte al dat bij een elastische botsing de som van de producten van de massa's in de snelheidskwadraten van de gelijk is voor en na de botsing, en dat een analoge wet geldt voor verschillende andere gevallen van beweging van lichamen die systemisch verbonden zijn.

Leibniz was de eerste die inzag dat de cartesische maat van de beweging in strijd is met de valwet. Bovendien was het onmiskenbaar dat de wet van Descartes in veel gevallen correct was. Leibniz verdeelde zo de bewegende krachten in dood en levend. De dode waren de “drukkrachten” of “trekkrachten” van lichamen in **rust**, waarbij ze werden gemeten als het product van massa en snelheid waarmee het lichaam zich bewoog als het van rust naar beweging ging; aan de andere kant, als een meting van de *levende kracht*, van de werkelijke **beweging** [vet van de vertaler] van een lichaam, nam hij het product van de massa en het kwadraat van de



snelheid. En hij leidde deze nieuwe meting van beweging direct af uit de valwet.

Leibniz concludeerde:

“Dezelfde kracht is nodig om een lichaam van vier pond, één voet op te tillen, als om een lichaam van één pond gewicht vier voet op te tillen; maar nu zijn de afstanden evenredig met het kwadraat van de snelheid, want als een lichaam met vier voet valt, bereikt het twee keer de snelheid, alsof het met één voet valt. Als een lichaam echter valt, heeft het de kracht om tot dezelfde hoogte te stijgen van waar het gevallen is, dus de krachten zijn evenredig met het kwadraat van de snelheid.” (Suter, *Gesch. der math[ematischen Wissenschaften]*, II, p. 367.)

Maar hij toonde verder aan dat de mate van beweging  $mv$  in strijd was met de cartesiaanse stelling van het constant zijn van de hoeveelheid beweging, in die zin dat als het werkelijk van toepassing was, de kracht (d.w.z. de hoeveelheid beweging) in de natuur voortdurend zou toenemen of afnemen. Hij schetste zelfs een ontwerp van een apparaat (*Acta Eruditorum*, 1690) dat, als de  $mv$ -meting nauwkeurig was, een eeuwigdurende beweging zou opleveren die voortdurend nieuwe kracht zou geven, wat absurd zou zijn. In onze tijd gebruikte Helmholtz vaak dit soort argumenten.

De cartesianen protesteerden met man en macht en er ontstond een jarenlange beroemde controverse, waaraan ook Kant deelnam met zijn allereerste werk (*Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte*, 1746), zonder echter duidelijk in te zien wat er aan de hand was. De wiskundigen van vandaag kijken met grote minachting neer op dit “onvruchtbare” geschil, dat

“meer dan veertig jaar heeft geduurd en de Europese wiskundigen in twee vijandige kampen verdeelde, totdat d’Alembert door zijn *Traité de*

*dynamique* (1743) als het ware met een machtspreuk [dooddoener – vertaler] een einde maakte aan het *nutteloze verbale dispuut* [cursief van Engels], want dat was het.” (Suter, *ibid.*, p. 366.)

Het lijkt er echter op dat een controverse, door een denker als Leibniz opgeworpen tegen een denker van formaat als Descartes, en die een man als Kant zo bezighield dat hij zijn eerste werk, een nogal dik boek, aan hem opdroeg, niet uitsluitend kan berusten op een nutteloze woordenstrijd. En inderdaad, hoe kan men rijmen dat de beweging twee tegenstrijdige metingen heeft, de ene in verhouding tot de snelheid, de andere in verhouding tot het kwadraat van de snelheid? Suter maakt het zichzelf erg gemakkelijk; hij zegt dat beide partijen gelijk hadden en beide verkeerd waren;

“De uitdrukking ‘*levende kracht*’ is tot op heden gehandhaafd, maar wordt niet langer beschouwd als een maatstaf voor kracht [cursief van Engels], het is een eenvoudige aanduiding, eenmaal aanvaard, van het product van de massa en het halve kwadraat van de snelheid, dat zo belangrijke rol speelt in de mechanica.” [p. 368]

Op deze manier blijft  $mv$  de maat voor beweging en is *levende kracht* slechts een andere uitdrukking voor  $mv^2/2$ , een formule waarvan we weten dat die heel belangrijk is in de mechanica, maar niet meer echt weten wat het betekent.

Laten we echter de reddende *Traité de dynamique* nemen en de “machtspreuk” van d’Alembert nader bekijken: te vinden in het *voorwoord*.

In de tekst staat dat de vraag helemaal niet aan bod komt, omdat “de mechanica er niets aan heeft.” [p. XVII]

Dit is heel juist voor de *puur wiskundige* mechanica, waarbij, zoals in het geval van Suter hierboven, woorden die als aanduiding worden gebruikt andere uitdrukkingen zijn, of

namen, voor algebraïsche formules, namen waarbij men het beste helemaal niets denkt.

Maar omdat zulke belangrijke mensen zich met de zaak hebben beziggehouden, wil hij het in het voorwoord kort onderzoeken. Helder denken vereist dat men de kracht van bewegende lichamen begrijpt uit hun eigenschap tot het overwinnen of weerstand van hindernissen. Dus

zowel  $mv$  als  $mv^2$  kunnen niet worden gebruikt om de kracht te meten, maar alleen de hindernissen en hun weerstand. Nu zijn er drie soorten hindernissen: 1. onoverkomelijke hindernissen, die de beweging volledig vernietigen, en alleen daarom al kunnen ze hier niet in aanmerking worden genomen; 2. hindernissen waarvan de weerstand net genoeg is om de beweging te stoppen, en wel onmiddellijk: de kwestie van het evenwicht; 3. hindernissen die de beweging slechts geleidelijk opheffen: de kwestie van de vertraagde beweging. [p. XVII/XVIII.] “Nu is iedereen het er waarschijnlijk over eens dat er een evenwicht is tussen twee lichamen zodra de producten van hun massa’s aan beide zijden hetzelfde zijn met hun virtuele snelheden, d.w.z. de snelheden waarmee ze proberen te bewegen. Aldus, in het geval van evenwicht, kan het product van de massa met de snelheid, of, wat hetzelfde is, de hoeveelheid beweging de kracht representeren. Iedereen is het er ook over eens dat bij een vertraagde beweging het aantal overwonnen hindernissen gelijk is aan het kwadraat van de snelheid, zodat een lichaam dat een veer heeft aangespannen, met een bepaalde snelheid, in staat zal zijn een veer aan te spannen met dubbele snelheid,

hetzij gelijktijdig of achtereenvolgens, niet twee maar vier van de eerste identieke veren, met drievoudige snelheid negen, enzovoort. Hieruit concluderen de aanhangers van de *levende krachten*” (de leibnizianen) “dat de kracht van de bewegende lichamen over het algemeen evenredig is met het product van de massa met het kwadraat van de snelheid. Welk nadeel kan er in principe zijn als de meting van de krachten voor het evenwicht en voor de vertraagde beweging verschillend is, aangezien op basis van volstrekt duidelijke ideeën het woord kracht alleen moet worden opgevat als het effect van het overwinnen van een obstakel of van dezelfde geboden weerstand?” (Voorwoord, p. XIX/XX, van de originele uitgave.)

Maar d’Alembert is veel te veel filosoof om niet te beseffen dat hij niet zomaar om de tegenstrijdigheid van de dubbele meting van één en dezelfde kracht heen kan komen. Dus nadat hij in feite gewoon herhaalt wat Leibniz al zei – omdat zijn “équilibre” hetzelfde is als Leibniz’ “dode druk” – gaat hij plotseling over naar de kant van de cartesianen met de volgende uitweg:

het product  $mv$  kan ook worden beschouwd als een maat voor de krachten in de vertraagde beweging, “indien in het laatste geval de kracht niet wordt gemeten aan de hand van de absolute grootte van de hindernissen, maar aan de hand van de som van de weerstanden van deze hindernissen. Want er kan geen twijfel over bestaan dat deze som van de weerstanden evenredig is met de hoeveelheid beweging  $mv$ , aangezien de hoeveelheid beweging die het lichaam in elk moment verliest evenredig is met het product van de weerstand door de oneindig kleine duur van de tijd, en de

som van deze producten is duidelijk de totale weerstand.” Deze laatste berekeningsmethode lijkt hem de meest natuurlijke, “want een hindernis is slechts een hindernis zolang het weerstand biedt, en de juiste uitdrukking voor het overwinnen van de hindernis is de som van de weerstanden. Overigens, als je op deze manier kracht meet, heb je het voordeel dat je een gemeenschappelijke meting hebt voor evenwicht en vertraagde beweging.” [p. XX/XXI.]

Toch, zegt hij, kan iedereen doen zoals hij wil. En nadat hij gelooft, zoals Suter zelf toegeeft, dat hij de vraag heeft opgelost, door een mathematische blunder, sluit hij af met onvriendelijke opmerkingen over de verwarring die heerste onder zijn voorgangers, en beweert hij dat er na de bovenstaande opmerkingen slechts een zeer zinloze metafysische discussie of een nog meer onverdienstelijk puur verbaal dispuut mogelijk is.

Het verzoeningsvoorstel van d’Alembert komt neer op de volgende calculatie:

Massa 1, met snelheid 1, spant 1 sluitveer in een tijdseenheid.

Massa 1, met snelheid 2, spant 4 sluitveren, maar heeft twee tijdseenheden nodig; d.w.z. slechts 2 veren per tijdseenheid.

Massa 1, met snelheid 3, spant 9 sluitveren in drie tijdseenheden, d.w.z. slechts 3 veren per tijdseenheid.

Als we het effect dus delen door de tijd ervoor nodig, gaan we van  $mv^2$  terug naar  $mv$ .

Het is hetzelfde argument dat met name Catelan eerder tegen Leibniz gebruikte: een lichaam met snelheid 2 stijgt tegen de zwaartekracht in, vier keer zo hoog als een lichaam met snelheid 1, maar er is twee keer zoveel tijd voor nodig; daarom moet de hoeveelheid beweging gedeeld worden door de tijd, en  $=2$ , niet  $=4$ . Merkwaardig genoeg is dit ook de

mening van Suter, die inderdaad de uitdrukking “*levende kracht*” alle logische betekenis ontnam en slechts een wiskundige achterliet. Dit is echter vanzelfsprekend. Voor Suter is het een kwestie van het redden van de  $mv$ -formule als enige meting voor de hoeveelheid beweging, vandaar dat  $mv^2$  logischerwijs wordt opgeofferd om te herrijzen in de hemel van de wiskunde.

Maar het is correct: Catelans argumentatie geeft de mogelijkheid  $mv$  met  $mv^2$  te verbinden, en is dus van belang.

De mechanisten, na d’Alembert, accepteerden zijn beslissing niet zomaar, want zijn eindoordeel was in het voordeel van  $mv$  als de maat van de beweging. Ze hielden vast aan de gegeven uitdrukking van het onderscheid dat Leibniz al had gemaakt tussen dode en levende krachten: voor evenwicht, d.w.z. voor de statica, geldt  $mv$ ;  $mv^2$  geldt voor de weerstandige beweging, dus voor dynamiek. Hoewel dit onderscheid in het algemeen correct is, heeft het logischerwijs niet meer betekenis dan de bekende uitspraak van de onderofficier: in dienst, altijd “voor mij”, buiten dienst, altijd “ik”. Het wordt stilzwijgend geaccepteerd, het bestaat gewoon, we kunnen er niets aan veranderen, en als er een tegenstrijdigheid in deze dubbele meting schuilt, hoe kunnen we daar dan iets aan doen?

Bv. Thomson en Tait in *A Treatise on Natural Philosophy*, Oxford, 1867, p. 162:

“De kwantiteit van de beweging, of de omvang van de beweging van een star lichaam dat zonder rotatie beweegt, is evenredig met de massa en tegelijkertijd met de snelheid. Een dubbele massa of dubbele snelheid zou overeenkomen met een dubbele hoeveelheid beweging.”

En direct daaronder:

“De *levende kracht* of *kinetische energie* van een bewegend lichaam is evenredig met zijn massa en ook met het kwadraat van zijn snelheid.”

In deze twee tegenstrijdige metingen van de beweging worden ze in een zeer ruwe vorm naast elkaar geplaatst, zonder ook maar de minste poging om de tegenstrijdigheid te verklaren of zelfs te maskeren. Er wordt zelfs geen enkele poging gedaan om de tegenstrijdigheid uit te leggen of zelfs maar te verdoezelen. Denken is verboden in het boek van deze twee Schotten, alleen rekenen is toegestaan. Geen wonder dat tenminste één van hen, Tait, een van de meest vrome christenen van vroom Schotland is.

In Kirchhoffs *Vorlesungen über mathematische Mechanik* komen de formules  $mv$  en  $mv^2$  in deze vorm helemaal niet voor.

Misschien kan Helmholtz ons helpen. In *Erhaltung der Kraft* stelt hij voor om *levende kracht* uit te drukken door middel van  $mv^2/2$ , een punt waar we later op terug komen. Vervolgens somt hij, p. 20 e.v., kort de gevallen op waarin het principe van het behoud van de *levende kracht* (d.w.z. van  $mv^2/2$ ) al is toegepast en erkend. Daar hoort onder nr. 2 bij:

“De overdracht van beweging door niet-samendrukbare vaste en vloeibare lichamen, zodra er geen wrijving of impact van inelastische materialen is. Ons algemene principe wordt meestal uitgedrukt als de regel dat een beweging die door mechanische kracht wordt voortgebracht en gewijzigd, altijd in dezelfde mate afneemt in krachtintensiteit als dat ze in snelheid toeneemt. Denken we dus aan een machine waarbij door een of ander proces een uniforme arbeidskracht wordt gegenereerd, waarbij het gewicht  $m$  wordt opgetild met de snelheid  $c$ , dan kan een ander mechanisch apparaat het gewicht  $nm$  opheffen, maar alleen met de snelheid  $c/n$ , zodat in beide gevallen de hoeveelheid spankracht die door de machine in de tijdseenheid wordt geproduceerd, wordt weergegeven

door  $mgc$ , waarbij  $g$  staat voor de intensiteit van de zwaartekracht.” [p. 21]

Dus ook hier hebben we de tegenstrijdigheid dat een “krachtintensiteit”, die af- en toeneemt in een eenvoudige verhouding tot de snelheid, dat die moet dienen als bewijs voor het behoud van een krachtintensiteit die af- en toeneemt volgens het kwadraat van de snelheid.

Hier wordt echter aangetoond dat  $mv$  en  $mv^2/2$  worden gebruikt om twee heel verschillende processen te bepalen, maar we wisten al lang dat  $mv^2$  niet  $= mv$  kan zijn, tenzij  $v = 1$ . Het gaat erom te begrijpen waarom de beweging twee soorten metingen moet hebben, wat in de wetenschap net zo onmogelijk is als in de handel. Dus laten we proberen het op een andere manier te doen.

Volgens  $mv$  wordt het volgende gemeten:

“een beweging voortgebracht en gewijzigd door mechanische krachten.”

Deze meting geldt dus voor de hefboom en alle afgeleide vormen, wielen, schroeven enz., kortom voor alle transmissiemachines. Maar een zeer eenvoudige en geenszins nieuwe redenering toont aan dat, voor zover  $mv$  geldig is,  $mv^2$  dat ook is. Laten we een mechanisch apparaat nemen waarbij de hefboom in de verhouding 4 op 1 staat, dat dus een gewicht van 1 kg een van 4 kg in evenwicht houdt. Door een zeer kleine hoeveelheid kracht aan de hefboom toe te voegen, tillen we 1 kg 20 meter op; dezelfde extra kracht, op de andere arm van de hefboom, verhoogt die 4 kg met 5 m, en het grootste gewicht daalt in dezelfde tijd dat het andere gewicht stijgt. Massa en snelheid zijn omgekeerd evenredig met elkaar;  $mv$ ,  $1 \times 20 = m'v'$ ,  $4 \times 5$ . Als daarentegen elk van de gewichten, nadat ze zijn opgetild, vrij kan vallen tot hun oorspronkelijke niveau, dan zal één, 1 kg, na het passeren van een valruimte van 20 meter (de versnelling van de zwaartekracht is hier ongeveer 10 m in plaats van 9,81 m), een snelheid van 20 meter bereiken; het andere, 4 kg, zal een snelheid van 10 m bereiken na het passeren van een valruimte van 5 meter.

$$mv^2 = 1 \times 20 \times 20 = 400 = m'v'^2 = 4 \times 10 \times 10 = 400$$



Aan de andere kant zijn de valtijden verschillend: de 4 kg doorloopt zijn 5 meter in 1 seconde, de 1 kg 20 meter in 2 seconden. Wrijving en luchtweerstand worden hier natuurlijk verwaarloosd.

Maar nadat elk van de twee lichamen omlaag is gevallen, stopt de beweging. Daarom verschijnt  $mv$  hier als de maat van de eenvoudige overgedragen, vandaar blijvende, mechanische beweging, en  $mv^2$  als de maat van de verdwenen mechanische beweging.

Verder. Hetzelfde geldt voor de impact van volledig elastische lichamen: de som van  $mv$ , evenals de som van  $mv^2$  zijn onveranderd voor en na de impact. Beide maatregelen hebben dezelfde geldigheid.

Dit is niet het geval met de impact van inelastische lichamen. Hier leren de gangbare lagere schoolboeken (de hogere mechanica houdt zich nauwelijks nog bezig met dergelijke trivialiteiten) dat de som van  $mv$  nog steeds hetzelfde is na de botsing. Aan de andere kant treedt er een verlies van *levende kracht* op, want als de som van  $mv^2$  na de botsing wordt afgetrokken van de som van  $mv^2$  voor de botsing, is er onder alle omstandigheden een positief overschot. De *levende kracht* zou door deze hoeveelheid (of door de helft ervan, afhankelijk van de manier waarop je het bekijkt) zijn verminderd door de wederzijdse penetratie, evenals door de wederzijdse vormverandering van de twee lichamen die met elkaar in botsing komen. – Dit laatste is duidelijk en voor de hand liggend. Maar niet de eerste bewering, dat de som van  $mv$  gelijk blijft aan die van voor de botsing. *Levende kracht* is beweging, ondanks Suter, en als een deel ervan verloren gaat, gaat beweging verloren. Ofwel drukt  $mv$  de hoeveelheid beweging hier verkeerd uit, ofwel is de bovenstaande uitspraak fout. In het algemeen komt de hele stelling uit een tijd dat men geen idee had van de transformatie van de beweging, waarbij het verdwijnen van de mechanische beweging alleen werd toegegeven op plaatsen waar het niet anders kon. De gelijkheid van de som van  $mv$  voor en na de impact werd hier bewezen uit het feit dat er nergens verlies of winst van deze som was. Als echter de lichamen *levende kracht* verliezen door interne wrijving die overeenkomt met hun inelasticiteit, verliezen ze ook snelheid, en de som

van  $mv$  na de impact moet kleiner zijn dan voorheen. Want het is niet acceptabel de interne wrijving te negeren bij de berekening van  $mv$ , als die zo duidelijk zichtbaar is bij de berekening van  $mv^2$ .

Dit verandert echter niets. Zelfs als we deze stelling accepteren en als we de snelheid na de botsing berekenen, aangenomen dat de som van  $mv$  gelijk is gebleven, dan nog vinden we die afname in de som van  $mv^2$ . Dus hier komen  $mv$  en  $mv^2$  in conflict over het verschil van reëel verdwenen mechanische beweging. En de berekening zelf bewijst dat de som van  $mv^2$  de hoeveelheid beweging correct uitdrukt, de som van  $mv$  drukt het verkeerd uit.

Dit zijn vrijwel alle gevallen waarin  $mv$  wordt toegepast in de mechanica. Laten we nu eens kijken naar enkele gevallen waarin  $mv^2$  wordt gebruikt.

Wanneer een kanonskogel wordt afgevuurd, verbruikt hij op zijn baan een hoeveelheid beweging die evenredig is met  $mv^2$ , ongeacht of hij een doelwit raakt of tot stilstand komt door luchtweerstand en zwaartekracht. Als een trein tegen een stilstaande trein botst, is de kracht van de botsing, en de bijbehorende vernieling, evenredig met zijn  $mv^2$ . Op dezelfde manier is  $mv^2$  van toepassing bij de berekening van de mechanische kracht die nodig is om een weerstand te overwinnen.

Maar wat betekent deze handige formule, zo vertrouwd in de mechanica: het overwinnen van weerstand?

Wanneer we de weerstand van de zwaartekracht overwinnen door een gewicht op te tillen, verdwijnt er een hoeveelheid beweging, een hoeveelheid mechanische kracht die gelijk is aan die welke weer kan worden opgewekt door de directe of indirecte val van het opgetilde gewicht vanaf de bereikte hoogte tot aan het oorspronkelijke niveau. Het wordt gemeten met de helft van het product van zijn massa aan de hand van het kwadraat van de uiteindelijke snelheid verkregen in de val,  $mv^2/2$ . Dus wat gebeurde er tijdens het tillen? De mechanische beweging, of de kracht, is als zodanig verdwenen. Maar het is niet vernietigd; het is omgezet in mechanische spankracht, om de uitdrukking van Helmholtz te gebruiken; in potentiële energie, zoals de modernen zeggen;

in ergal zoals Clausius het noemt; en dit kan op elk moment, met elk mechanisch geschikt middel, opnieuw worden omgezet in dezelfde hoeveelheid mechanische beweging als nodig was om het te produceren. De potentiële energie is slechts de negatieve uitdrukking van de *levende kracht* en omgekeerd.

Een kanonskogel van 24 pond raakt met een snelheid van 400 meter per seconde de één meter dikke ijzeren wand van een pantserschip en heeft onder deze omstandigheden geen zichtbaar effect op het pantser. Er is dus een mechanische beweging verdwenen, die  $mv^2/2$ , omdat 24 ponden = 12 kg, =  $12 \times 400 \times 400 \times \frac{1}{2} = 960.000$  kilopondmeter. Wat is er van geworden? Een klein deel is besteed aan het beven en moleculaire beweging van de pantserplaat. Een tweede deel gaat in het stukspringen van de kogel in ontelbare stukken. Maar het grootste deel is omgezet in warmte met een verhoging van de temperatuur van de kogel tot gloeiende hitte. Toen de Pruisen in 1864 in de overtocht bij Alsen hun zwaar geschut in het spel brachten tegen de bepantsering van de "Rolf Krake", zagen ze in de duisternis, na elke treffer een flits geproduceerd door het schot, en Whitworth had in eerdere experimenten al bewezen dat projectielen tegen pantserschepen geen ontsteker nodig hebben; het gloeiende metaal zelf ontsteekt de springlading. Uitgaande van het mechanische equivalent van de warmte-eenheid tot 424 kilopondmeter, komt de bovengenoemde hoeveelheid mechanische beweging overeen met een hoeveelheid warmte van 2.264 eenheden. De specifieke warmte van ijzer is 0,1140, d.w.z. dezelfde hoeveelheid warmte die 1 kg water met 1° C opwarmt (die geldt als een warmte-eenheid) is voldoende om de temperatuur van  $\frac{1}{0,1140} = 8,772$  kg ijzer met 1° C te verhogen. De bovengenoemde 2.264 warmte-eenheden verhogen dus de temperatuur van 1 kg ijzer met  $8,772 \times 2264 = 19.860^\circ$  of 19.860 kg ijzer met 1° C. Aangezien deze hoeveelheid warmte gelijkmatig verdeeld is over het pantser en het projectiel, wordt het verhit met  $\frac{19,860^\circ}{2} \times 12 = 828^\circ$ , wat neerkomt op een behoorlijke gloeihitte. Maar aangezien de voorzijde veruit het grootste deel van de verhitting opneemt, waarschijnlijk twee keer zoveel als de andere helft, zou deze verhit worden tot 1104° C, de laatste tot 552° C, wat voldoende is om het gloeiende effect te verklaren, zelfs als we een grote vermindering maken voor de

werkelijk gemaakte mechanische bewegingen tijdens de inslag.

Mechanische beweging verdwijnt ook in de wrijving, om weer als warmte te verschijnen. Zoals bekend waren Joule in Manchester en Colding in Kopenhagen er voor het eerst in geslaagd om het mechanische equivalent van warmte experimenteel te bepalen door de twee corresponderende processen zo nauwkeurig mogelijk te meten.

Op dezelfde manier wordt bij het opwekken van elektrische stroom in een magneto-elektrische machine mechanische kracht uitgeoefend, bijvoorbeeld een stoommachine. De hoeveelheid zogenaamde elektromotorische kracht die in een bepaalde tijd wordt geproduceerd is evenredig en, indien uitgedrukt in dezelfde maat, gelijk aan de hoeveelheid mechanische beweging die in dezelfde tijd wordt verbruikt. We kunnen ons voorstellen dat deze worden geproduceerd, in plaats van de stoommachine, door een dalend gewicht dat de zwaartekracht gehoorzaamt. De mechanische kracht hiervan, wordt gemeten door de *levende kracht* die het zou verkrijgen bij een vrije val over dezelfde afstand, of door de kracht die nodig is om het weer op starthoogte te brengen; in beide gevallen  $mv^2/2$ .

Vandaar dat we vinden dat de mechanische beweging een dubbele maat heeft, maar ook dat elk van deze maten geldt voor een zeer duidelijke reeks fenomenen. Als de bestaande mechanische beweging zodanig wordt overgebracht dat deze als mechanische beweging blijft bestaan, wordt deze overgebracht volgens de verhouding van het product van de massa en de snelheid. Als het echter op zo'n manier wordt overgebracht dat het verdwijnt als mechanische beweging om herboren te worden in de vorm van potentiële energie, warmte, elektriciteit, enz., wordt het omgezet in een andere vorm van beweging, in één woord, de hoeveelheid van deze nieuwe vorm van beweging is evenredig met het product van de oorspronkelijk bewogen massa en het kwadraat van de snelheid. Kortom,  $mv$  is mechanische beweging gemeten in mechanische beweging;  $mv^2/2$  is mechanische beweging gemeten aan de hand van het vermogen om omgezet te worden in een bepaalde hoeveelheid van een andere bewegingsvorm. En, zoals we hebben gezien, zijn deze twee

metingen, omdat ze verschillend zijn, niet in tegenspraak met elkaar.

Hieruit blijkt dat de ruzie van Leibniz met de cartesianen geenszins een louter verbaal geschil was, en dat d'Alemberts machtspreuk feitelijk niets oploste. d'Alembert had zich misschien zijn tirades over de onduidelijkheid van zijn voorgangers kunnen besparen, want hij was net zo onduidelijk als zij. En inderdaad, zolang men niet wist wat er van de schijnbaar vernietigde mechanische beweging zou worden, moest men in het ongewisse blijven. En zolang wiskundige mechanisten als Suter hardnekkig opgesloten blijven binnen de vier muren van hun wetenschappelijke specialisatie, blijven ze net zo onduidelijk als d'Alembert en schepen ze ons af met lege en tegenstrijdige zinnen.

Maar hoe geeft de moderne mechanica uitdrukking aan deze transformatie van mechanische beweging in een andere vorm van beweging, die evenredig is met de hoeveelheid? – Het heeft *arbeid verricht*, en een bepaalde hoeveelheid arbeid.

Maar dit put het begrip arbeid in de fysieke zin van het woord niet uit. Als, zoals bij een stoom- of calorische machine, warmte wordt omgezet in mechanische beweging, d.w.z. moleculaire beweging wordt omgezet in massabeweging, als warmte een chemische verbinding afbreekt, als het in een thermozuil in elektriciteit wordt omgezet, als een elektrische stroom de elementen in water scheidt van verdund zwavelzuur, of, omgekeerd, als de beweging (alias energie) die in het chemische proces van een stroomproducerende cel wordt geproduceerd, de vorm aanneemt van elektriciteit en deze in een gesloten circuit op zijn beurt omzet in warmte – in al deze processen verricht de vorm van beweging die het proces in gang zet, en die daardoor in een andere vorm wordt omgezet, arbeid, en inderdaad een hoeveelheid arbeid die overeenkomt met de eigen hoeveelheid.

Arbeid is dus een vormverandering van beweging, kwantitatief bekeken.

Maar hoe? Als een opgetild gewicht nog in de hoogte hangt, is de potentiële energie ervan, tijdens de rust, dan ook een

vorm van beweging? Zelfs Tait is tot de overtuiging gekomen dat de potentiële energie snel zal overgaan in een vorm van daadwerkelijke beweging (*Nature*). En Kirchhoff gaat nog veel verder als hij zegt (“Math. [Physik.] Mech.”, p. 32):

“Rust is een speciaal geval van beweging”

en daarmee bewijst dat hij niet alleen kan rekenen, maar ook dialectisch kan denken. [Rust, dat is een extreem minimum aan beweging - En Engels in de *Anti-Dühring*: beweging is de bestaanswijze van de materie. – vertaler]

Het begrip arbeid, dat ons zo ongrijpbaar werd beschreven zonder wiskundige mechanica, is dus heel toevallig, speels en bijna vanzelf, uit de waarneming van de twee metingen van de mechanische beweging, tot ons gekomen. In ieder geval weten we er nu meer van, dan we leren uit Helmholtz’ lezing *über die Erhaltung der Kraft* uit 1862, waar hij beweerde:

“de fysieke basisbegrippen van arbeid en de onveranderlijkheid ervan zo duidelijk mogelijk te maken” [Voorwoord, p. VI].

Alles wat we daar leren over arbeid is, dat het iets is dat wordt uitgedrukt in voetponden of in warmte-eenheden en dat het aantal van deze voetponden of warmte-eenheden, voor een bepaalde hoeveelheid arbeid onveranderlijk is. Verder. Dat naast mechanische krachten en warmte ook chemische en elektrische krachten arbeid kunnen leveren, maar dat al deze krachten hun arbeidsvermogen zodanig uitputten dat ze ook daadwerkelijk arbeid produceren. En dat hieruit volgt: dat de som van de effectieve hoeveelheden kracht in de hele natuur eeuwig en onveranderd hetzelfde blijft bij alle veranderingen in de natuur. Het begrip arbeid is niet ontwikkeld en zelfs niet gedefinieerd. [\[5\]](#) En het is juist die kwantitatieve onveranderlijkheid van de arbeidshoeveelheid die hem het inzicht ontnemt dat kwalitatieve verandering, de verandering van vorm, de basisvoorwaarde is van alle fysieke arbeid. En zo komt Helmholtz tot de conclusie dat:

“Wrijving en inelastische schokken processen zijn waarbij *mechanische*

*arbeid wordt vernietigd* [cursief van Engels] en ter compensatie warmte wordt geproduceerd. (*Pop. Votr.*, II, p. 166.)

In tegendeel. Hier wordt geen mechanische arbeid *vernietigd*, hier wordt mechanische arbeid *verricht*. Het is de mechanische *beweging* die *blijkbaar* wordt vernietigd. Maar de mechanische beweging kan nooit een miljoenste deel van een kilopondmeter arbeid uitvoeren, zonder als zodanig vernietigd te worden, zonder in een andere vorm van beweging te worden omgezet.

Het arbeidsvermogen dat in een zekere mate van mechanische beweging zit, wordt nu, zoals we hebben gezien, de *levende kracht* genoemd en werd tot voor kort gemeten door  $mv^2$ . Maar hier ontstond een nieuwe tegenstrijdigheid. Luisteren we naar Helmholtz (*Erh. d. Kraft*, p. 9). Hier wordt gezegd dat de hoeveelheid arbeid kan worden uitgedrukt door een gewicht  $m$  op te tillen tot de hoogte  $h$ , waarbij dan de zwaartekracht wordt uitgedrukt in  $g$ , zodat de hoeveelheid arbeid =  $mgh$ .

Om ongehinderd verticaal te kunnen stijgen tot de hoogte  $h$  heeft het de snelheid  $\sqrt{2gh}$  nodig, en krijgt het dezelfde snelheid terug bij het neervallen.

Dus is  $mgh = mv^2/2$  en Helmholtz schrijft:

“om de grootte  $1/2mv^2$  te nemen als de hoeveelheid *levende kracht*, waardoor deze identiek is aan de maat van de hoeveelheid arbeid. Voor het tot nu toe toepassen van het begrip levende arbeid ... is deze wijziging irrelevant, maar zal in de toekomst essentiële voordelen bieden.”

Het is nauwelijks te geloven. In 1847 was Helmholtz zo onduidelijk over de onderlinge relatie tussen *levende kracht* en arbeid, dat hij niet eens merkte hoe hij de vroegere evenredige maat van *levende kracht* veranderde in een absolute; dat hij zich totaal niet bewust is van de belangrijke ontdekking die hij met zijn gedurfde aanpak heeft gedaan en zijn  $mv^2/2$  aanbeveelt over  $mv^2$  alleen maar voor het comfort!

En voor het gemak hebben de mechanisten zich gewend aan  $mv^2/2$ . Pas geleidelijk aan werd  $mv^2/2$  wiskundig bewezen. Naumann (*Allg. Chemie*, p. 7) geeft een algebraïsch bewijs, Clausius (*Mechan. Wärmetheorie*, 2e druk, p. 18), een analytisch bewijs, dat dan in een andere vorm en een andere deductie wordt uitgelegd door Kirchhoff (*ibid.*, p. 27)

Clerk Maxwell (*ibid.*, p. 88) maakt een elegante algebraïsche deductie van  $mv^2/2$  uit  $mv$ . Wat niet verhindert dat onze Schotten Thomson en Tait, schrijven (*loc. cit.*, p. 163):

“De *levende kracht* of kinetische energie van een bewegend lichaam is evenredig met zijn massa en ook met het kwadraat van zijn snelheid. Als we dezelfde eenheden van massa [en snelheid] aannemen als hierboven (namelijk, eenheid van massa die met een eenheid van snelheid beweegt) is het *bijzonder nuttig* [cursief van Engels] de kinetische energie te definiëren als *de helft* van het product van de massa en het kwadraat van de snelheid.”

Hier is dus niet alleen het denken maar ook het rekenen tot stilstand gekomen, bij de eerste twee mechanisten in Schotland. De bijzondere nuttigheid, de handigheid van de formule, handelt alles mooi af.

Voor degenen onder ons die hebben gezien dat de *levende kracht* niets anders is dan het vermogen van een bepaalde mechanische hoeveelheid beweging om arbeid te verrichten, is het vanzelfsprekend dat de mechanische maat van dit vermogen om arbeid te verrichten en de arbeid die het werkelijk verricht, gelijk moet zijn aan elkaar; zodat wanneer  $mv^2/2$  de arbeid meet, de *levende kracht* ook  $mv^2/2$  als maatstaf moet hebben.

Maar zo is het in de wetenschap. Theoretische mechanica leidt tot het concept van *levende kracht*, de praktische mechanica van de ingenieurs leidt tot die van de arbeid en legt dit op aan de theoretici. En, ondergedompeld in hun berekeningen, zijn de theoretici zo onwennig geworden om te denken, dat ze al jaren het verband tussen de twee begrippen niet meer



herkennen, de ene meet volgens  $mv^2$ , de andere volgens  $mv^2/2$ , en accepteert uiteindelijk  $mv^2/2$  voor beide, niet omwille van inzicht, maar omwille van de eenvoud van de berekening!<sup>[6]</sup>

---

<sup>[5]</sup> We komen niet verder als we Clerk Maxwell raadplegen. Deze laatste zegt (*Theory of Heat*, 4e editie, Londen, 1875, p. 87): “Work is done when resistance is overcome” en op p. 183, “The energy of a body is its capacity for doing work.” Meer komen we niet te weten.

<sup>[6]</sup> Zowel het woord arbeid als het idee komen van de Engelse ingenieurs. Maar in het Engels heet de praktische arbeid: *work*, en arbeid in economische zin *labour*. Fysische arbeid wordt daarom ook wel *work* genoemd, en alle verwarring met arbeid in economische zin is uitgesloten. Dit is niet het geval in het Duits, en daarom zijn in de nieuwere pseudowetenschappelijke literatuur verschillende merkwaardige toepassingen van arbeid in fysische zin op economische arbeidsverhoudingen, en vice versa, te zien. Maar we hebben ook het woord *Werk* dat, net als het Engelse woord *Work*, uitstekend geschikt is om fysische arbeid aan te duiden. Daar economie echter veel te ver staat van onze natuurwetenschappers, zullen ze nauwelijks het ingeburgerde woord *arbeid* gebruiken – tenzij het al te laat is. Alleen bij Clausius wordt getracht de term *arbeid* te behouden, althans naast de term *werk*.

## Warmte

Zoals we hebben gezien, zijn er twee vormen waarin de mechanische beweging, *levende kracht*, verdwijnt. De eerste is de omzetting in mechanische potentiële energie, bijvoorbeeld bij het opheffen van een gewicht. Deze vorm heeft de bijzonderheid dat het niet alleen opnieuw kan worden omgezet in mechanische beweging – deze mechanische beweging heeft bovendien dezelfde *levende kracht* als de oorspronkelijke – maar ook dat het enkel in staat is tot deze vormverandering. Mechanische potentiële energie kan nooit warmte of elektriciteit produceren, tenzij het eerst in een echte mechanische beweging wordt omgezet. Om Clausius' term te gebruiken, het is een “omkeerbaar proces”.

De tweede vorm waarin de mechanische beweging verdwijnt, is wrijving en schokken – die alleen verschillen in de graad. Wrijving kan worden opgevat als een reeks kleine schokken die achtereen en naast elkaar plaatsvinden, schokken als wrijving geconcentreerd op één plek en in één moment. Wrijving is chronisch schokken, schokken is acute wrijving. De mechanische beweging die hier verdwijnt, verdwijnt *als zodanig*. Het kan nooit uit zichzelf worden hersteld. Het proces is niet direct omkeerbaar. De beweging is getransformeerd in kwalitatief verschillende bewegingsvormen, in warmte, elektriciteit – in vormen van moleculaire beweging.

Wrijving en schok voeren ons dus van de beweging van massa's, het object van de mechanica, naar moleculaire beweging, het object van de fysica.

Toen we de natuurkunde definieerden als de mechanica van de moleculaire beweging, hebben we niet uit het oog verloren dat deze uitdrukking geenszins het hele veld van de hedendaagse fysica omvat. [Zie de Anti-Dühring] Integendeel. Ethertrillingen, die verantwoordelijk zijn voor de fenomenen van licht en stralingswarmte, zijn zeker geen moleculaire bewegingen in de moderne zin van het woord. Maar hun effect, hier op de aarde heeft in de eerste plaats

betrekking op moleculen: breking van licht, polarisatie van licht, enz., en worden bepaald door de moleculaire constitutie van de betreffende lichamen. Net zo beschouwen bijna alle belangrijke wetenschappers vandaag elektriciteit als een beweging van etherdeeltjes, en Clausius zegt zelfs over hitte dat in

“de beweging van weegbare atomen (het zou beter zijn te spreken over moleculen) ... de ether in het lichaam ook kan participeren.” (*Mech. Wärmetheorie* I, p. 22).

Maar bij elektrische en warmteverschijnselen komen opnieuw overwegend moleculaire bewegingen in aanmerking, omdat het niet anders kan, zolang we zo weinig weten over ether. Maar wanneer we op het punt komen dat we de mechanica van de ether kunnen ontsluiten, zal het zeker ook veel dingen omarmen die vandaag de dag noodzakelijkerwijs in de fysica worden ondergebracht.

De fysische processen waarbij de structuur van het molecuul wordt gewijzigd of zelfs vernietigd, komen later aan bod: ze vormen de overgang van fysica naar chemie.

Alleen met moleculaire beweging krijgt de vormverandering van de beweging haar volledige vrijheid. Terwijl op de grens van de mechanica de beweging van massa's slechts enkele andere vormen – warmte of elektriciteit – kan aannemen, zien we hier een heel andere activiteit van vormverandering: warmte verandert in elektriciteit in de thermozuil, wordt identiek met licht op een bepaald stralingsniveau, en genereert op zijn beurt weer mechanische beweging; elektriciteit en magnetisme, soortgelijke broers en zussen van warmte en licht, worden niet alleen in elkaar getransformeerd, maar ook in warmte en licht en mechanische beweging. En dit volgens zulke specifieke verhoudingen dat we een bepaalde hoeveelheid onderling kunnen uitdrukken, in kilopondmeter, in warmte-eenheden, in volt, en ook elke meeteenheid kunnen omzetten in een andere.

---

De praktische ontdekking van de omzetting van mechanische beweging in warmte is zo oud dat het kan dateren uit het begin van de menselijke geschiedenis. Welke uitvindingen van werktuigen en het temmen van dieren er ook aan vooraf zijn gegaan, het maken van vuur door wrijving was het eerste geval van mensen die een niet-levende natuurkracht gebruikten. En hoezeer de bijna onmetelijke omvang van deze gigantische vooruitgang op het denken indruk maakte, blijkt nog steeds uit het populaire bijgeloof van vandaag. De uitvinding van het stenen mes, het eerste werktuig, werd nog lang na de introductie van brons en ijzer gevierd, waarbij alle religieuze offers werden gebracht met stenen messen. Volgens de Joodse legende liet Jozua de mannen die in de woestijn waren geboren met stenen messen besnijden; Kelten en Germaanse stammen gebruikten alleen stenen messen in hun mensenoffers. Maar dit alles is van lang geleden. Het was anders met het maken van vuur door wrijving. Lang nadat andere methoden om vuur te maken bekend was, moest bij de meeste volkeren al het heilige vuur door wrijving worden geproduceerd. Maar tot op de dag van vandaag houdt het volksgeloof in de meeste Europese landen vol dat wonderbaarlijk vuur (bijvoorbeeld ons Duitse noodvuur) alleen door wrijving mag worden aangestoken. Zo leeft tot op de dag van vandaag de dankbare herinnering aan de eerste grote overwinning van de mens op de natuur – half onbewust – voort in het volksgeloof, in een restant heidense-mythologische herinneringen, bij de meeste ontwikkelde volkeren van de wereld.

Het proces van het maken van vuur door middel van wrijving is echter nog eenzijdig. Mechanische beweging wordt omgezet in warmte. Om het proces te voltooien moet het worden omgekeerd; warmte moet worden omgezet in mechanische beweging. Alleen dan wordt recht gedaan aan de dialectiek van het proces, waarbij de cyclus van het proces wordt voltooid – in ieder geval voor de eerste fase. Maar de geschiedenis heeft zijn eigen tempo, en hoe dialectisch het verloop ervan in laatste instantie ook is, de dialectiek moet vaak vrij lang op de geschiedenis wachten. Er moeten duizenden jaren zijn verstreken tussen de ontdekking van het vuur door wrijving en de tijd dat Heron van Alexandrië (ca. 120 v. Chr. [Wikipedia: ca. 10 – ca. 70]) een machine uitvond die een roterende beweging maakte door de waterdamp die er

uit kwam. En weer ging bijna 2000 jaar voorbij totdat de eerste stoommachine, het eerste apparaat dat warmte omzet in een echt nuttige mechanische beweging, werd geproduceerd.

De stoommachine was de eerste echt internationale uitvinding, en dit feit getuigt op zijn beurt van een machtige historische vooruitgang. De Fransman, Papin, vond de eerste stoommachine uit, en hij vond deze uit in Duitsland. De Duitser Leibniz, die zoals altijd briljante ideeën verspreidde, ongeacht of de verdienste aan hem of aan anderen werd toegeschreven – Leibniz, zoals we nu weten uit de correspondentie van Papin (uitgegeven door Gerland), gaf hem het belangrijkste idee: het gebruik van cilinder en zuiger. De Engelsen Savery en Newcomen vonden kort daarna soortgelijke machines uit; hun landgenoot Watt bracht ze uiteindelijk, door de introductie van de gescheiden condensator, in principe naar het huidige niveau. De cyclus van uitvindingen was op dit gebied voltooid: de omzetting van warmte in mechanische beweging was een feit. Wat daarna kwam, waren detailverbeteringen.

Op zijn eigen manier had de praktijk dus de kwestie van de relatie tussen mechanische beweging en warmte opgelost. Het had eerst de eerste getransformeerd in de tweede en daarna de tweede in de eerste. Maar hoe zat het met de theorie?

Pover. In de zeventiende en achttiende eeuw staan talloze reisverslagen vol met beschrijvingen over wilde volken die geen andere manier van vuur maken kenden, dan door wrijving. Maar de natuurkundigen werden er nauwelijks door geraakt; in de achttiende eeuw en de eerste decennia van de negentiende eeuw bleef de stoommachine voor hen onverschillig. Ze waren meestal tevreden met een eenvoudige vaststelling.

Uiteindelijk nam Sadi Carnot in de jaren twintig de kwestie ter hand, en wel op een zeer bekwame manier, zodat zijn beste berekeningen, geometrisch weergegeven door Clapeyron, vandaag de dag nog steeds geldig zijn voor Clausius en Clerk Maxwell, en hij de zaak bijna tot op de bodem heeft uitgespit. Wat hem ervan weerhield om het volledig te doorgronden was niet het gebrek aan feitelijk materiaal, het was slechts – een vooropgezette *onjuiste theorie*. Bovendien was deze foute theorie niet een theorie die door een of andere kwaadaardige

filosofie aan de natuurkundigen was opgedrongen, maar een theorie die door de natuurkundigen zelf was bedacht, door middel van hun eigen naturalistische denkwijze, dus zeer superieur aan de metafysisch-filosofische methode.

In de 17e eeuw, althans in Engeland, werd warmte beschouwd als een eigenschap van het lichaam, als

“een *beweging* [cursief van Engels] van een bijzondere aard, waarvan het wezen nooit bevredigend verklaard is.”

Zo omschreef Th. Thomson het twee jaar voor de ontdekking van de mechanische warmtetheorie (*Outline of the Sciences of Heat and Electricity*, 2e ed., Londen, 1840 [p. 281]). Maar in de achttiende eeuw kwam het idee steeds meer naar voren dat warmte, zoals licht, elektriciteit, magnetisme, een bijzondere stof was, en al deze bijzondere stoffen verschilden van de alledaagse materie in die zin dat ze geen gewicht hadden, ze wegen was niet mogelijk.

## Elektriciteit[7]

*[Een controlelezing door iemand met een natuurwetenschappelijke achtergrond is welkom! [Info](#) & [Contact](#)]*

Net als warmte, maar op een andere manier, is elektriciteit overal. Er is bijna geen verandering op Aarde, zonder dat er elektrische fenomenen worden gedetecteerd. Water dat verdampt, een vlam, als twee verschillende of verschillend verhitte metalen of ijzer- en koper(II)sulfaatoplossing elkaar raken, enz., vinden er naast de meer voor de hand liggende fysische of chemische verschijnselen ook elektrische processen plaats. Hoe nauwkeuriger we de meest uiteenlopende natuurlijke processen onderzoeken, hoe meer we sporen van elektriciteit tegenkomen. Ondanks de alomtegenwoordigheid ervan, ondanks het feit dat elektriciteit sinds een halve eeuw steeds meer industrieel de mens dienstig is, is het de vorm van de beweging en de aard ervan, waarover nog steeds de grootste duisternis heerst. De ontdekking van de galvanische stroom is ongeveer 25 jaar jonger dan die van zuurstof en betekent minstens zoveel voor de studie van elektriciteit als voor de chemie. En toch, wat een verschil vandaag de dag op beide gebieden! *In de chemie* [cursief van de vertaler], met name dankzij Daltons ontdekking van atoomgewichten, orde, relatieve zekerheid over wat er bereikt is, en een systematische, bijna geplande aanval op het nog niet veroverde gebied, vergelijkbaar met de ordelijke belegering van een fort. *In de elektriciteitsleer* [cursief van de vertaler], een desolate ballast van oude, onzekere, noch definitief bevestigde, noch definitief verworpen experimenten; een onzeker rondtasten in het donker, een onsamenhangend onderzoek en experimenteren door vele individuen, die het onbekende terrein fragmentair aanvallen, als een nomadische zwerm ruiters. Maar natuurlijk moet een ontdekking als die van Dalton – een brandpunt voor alle wetenschap en een stevige basis voor onderzoek – nog steeds worden verricht op het gebied van elektriciteit. Het is in wezen deze toestand van de elektriciteitstheorie, die het vooralsnog onmogelijk maakt om een allesomvattende theorie te hebben en het eenzijdige empirisme op dit gebied doet zegevieren, een empirisme dat

zichzelf verbiedt om te denken, en dat dus niet alleen verkeerd denkt, maar ook niet in staat is om de feiten getrouw te volgen of te rapporteren, en dat dus het tegenovergestelde wordt van het echte empirisme.

Als het doorgaans goed is om deze natuurwetenschappers (die niets lelijks kunnen zeggen over de a-prioristische speculaties van de Duitse natuurfilosofie), om die aan te bevelen, niet alleen de theoretische werken, maar zelfs de latere natuur-theoretische werken van de empirische school te lezen, dan geldt dit vooral voor de elektriciteitstheorie. Laten we een artikel nemen uit het jaar 1840: *An Outline of the Sciences of Heat and Electricity* van Thomas Thomson. De oude Thomson was een autoriteit in zijn tijd; hij had ook een zeer belangrijk deel van het werk van Faraday, de grootste specialist in elektriciteit tot nu toe, tot zijn beschikking. En toch bevat zijn boek minstens evenveel absurde zaken als het corresponderende deel van de veel oudere hegeliaanse natuurfilosofie. De beschrijving van de elektrische vonk zou bijvoorbeeld rechtstreeks kunnen worden vertaald uit de overeenkomstige passage van Hegel. Beide geven een opsomming van alle wonderlijke dingen die men erin wilde ontdekken voordat men de werkelijke aard en de meervoudige diversiteit van de vonk realiseerde, en die nu meestal bijzondere gevallen of fouten blijken te zijn. Beter nog, Thomson vertelt op p. 416 in alle ernst de onzin van Dessaignes, volgens welk glas, hars, zijde enz. negatief elektrisch worden als ze ondergedompeld worden in kwik als de barometer stijgt en de temperatuur daalt, maar positief worden als de barometer daalt en de temperatuur stijgt; dat goud en verschillende andere metalen positief worden in de zomer door opwarming, negatief bij afkoelen, en omgekeerd in de winter; dat ze sterk elektrisch zijn als de barometer hoog staat en de wind noordelijk is, positief als de temperatuur stijgt, negatief als de temperatuur daalt, enz. Tot zover de behandeling van de feiten. Maar wat betreft de a priori speculatie geeft Thomson ons de volgende constructie van de elektrische vonk, die van niemand minder dan Faraday zelf komt:

“De vonk is een ontlading of verzwakking van de gepolariseerde inductietoestand van vele diëlektrische deeltjes, als gevolg



van een bepaalde actie van een klein aantal van hen, die een zeer kleine en zeer beperkte ruimte innemen. Faraday gaat ervan uit dat de weinige deeltjes waarop de ontlading plaatsvindt, niet alleen uit elkaar worden geduwd, maar tijdelijk een eigenaardige, “zeer actieve” (highly exalted) “toestand” aannemen; dat wil zeggen dat alle krachten die hen omringen achtereenvolgens op hen worden geprojecteerd en dat ze dankzij hen een overeenkomstige intensiteit krijgen die misschien gelijk is aan de intensiteit van atomen die chemisch met elkaar verbonden zijn; dat ze dan die krachten ontladen, vergelijkbaar met die van hun eigen atomen, op een manier die ons tot nu toe onbekend was, en dat is het einde van het hele proces” (and so the end of the whole). “Het uiteindelijke effect is precies alsof een metalen deeltje de plaats van het ontladende deeltje heeft ingenomen, en het lijkt niet onmogelijk dat de werkingsprincipes in beide gevallen ooit identiek blijken te zijn.” “Ik heb,” voegt Thomson toe, “deze uitleg van Faraday in zijn eigen woorden gegeven, omdat ik het niet goed begrijp.”

Dit zal net zo goed ook de ervaring zijn van andere mensen, als ze bij Hegel lezen over de elektrische vonk ...

“de bijzondere materiële constitutie van het onder spanning staande lichaam gaat nog niet in het proces op, maar wordt daar slechts op elementaire wijze bepaald als een manifestatie van de ziel”, en elektriciteit is “de eigen boosheid, de eigen driftigheid van het lichaam”, zijn “boze zelf”, dat “in elk lichaam verschijnt wanneer het geïrriteerd is.” (*Naturphilosophie*, § 324, addendum)

En toch is het basisidee hetzelfde bij Hegel en Faraday. Beiden verzetten zich tegen het idee dat elektriciteit geen materie is, maar een bijzondere en aparte materie. En omdat in de vonk elektriciteit onafhankelijk lijkt te zijn, vrij, gescheiden van al het vreemde materiële substraat en toch nog voor de zintuigen waarneembaar, zorgde de toenmalige stand van de wetenschap ervoor dat de vonk moest worden begrepen als de verdwijnende manifestatie van een “kracht” die op dat moment van alle materie was bevrijd. Voor ons is het raadsel natuurlijk opgelost, omdat we weten dat “metalen deeltjes” echt tussen de metaalelektroden overspringen tijdens de vonkontlading, en dus “de speciale materie van het onder spanning staande lichaam” inderdaad “het proces binnenkomt.”

Net als bij warmte en licht is het bekend dat elektriciteit en magnetisme in eerste instantie werden beschouwd als speciale niet te wegen materialen. Wat elektriciteit betreft kwam men, zoals bekend, al snel tot de veronderstelling dat er twee tegengestelde zaken waren, twee “vloeistoffen”, een positieve en een negatieve, die in normale toestand elkaar neutraliseerden tot ze door een zogenaamde “elektrische scheidingskracht” van elkaar werden gescheiden. Men kan dan twee lichamen opladen, één met positieve elektriciteit, de andere met negatieve elektriciteit; wanneer beide verbonden zijn door een derde, geleidend lichaam, vindt de aanpassing plaats, afhankelijk van de omstandigheden, hetzij plotseling, hetzij door middel van een continue stroom. De plotselinge aanpassing leek zeer eenvoudig en voor de hand liggend, maar de stroom gaf problemen. De eenvoudigste hypothese, waarbij het lijkt alsof er telkens positieve of negatieve elektriciteit in de stroom bewoog, werd tegengesproken door Fechner en meer gedetailleerd door Weber, hij was van mening dat er in een stroomkring twee gelijke stromen van positieve en negatieve elektriciteit zijn en in tegengestelde richting en naast elkaar in kanalen stromen, tussen de weegbare moleculen van de lichamen. In de gedetailleerde wiskundige uitwerking van deze theorie komt Weber uiteindelijk ook op het punt om een functie (die ons hier niet interesseert) te vermenigvuldigen met een hoeveelheid  $1/r$ , waar  $1/r$  betekent “de verhouding van een eenheid elektriciteit ten opzichte van een milligram [cursief van Engels]” (Wiedemann, *Lehre vom Galvanismus etc.*, 2e druk, III, p.

569). Maar de verhouding tot een gewichtseenheid kan zelf alleen een gewichtsverhouding zijn. Zozeer had het eenzijdig empirisme al geleid tot een gedachteloosheid dat het hier de niet-weegbaarheid van elektriciteit weegbaar maakte en in de wiskundige berekening bracht.

De door Weber afgeleide formules volstonden slechts binnen bepaalde grenzen en met name Helmholtz berekende enkele jaren geleden resultaten, strijdig met het principe van behoud van energie. Tegengesteld aan Webers hypothese van een dubbele stroom, was de hypothese van C. Neumann in 1871, nl. dat slechts één van de twee elektrische stromen, bijvoorbeeld de positieve, beweegt in de stroom, en de andere, die negatief is, stevig verbonden is met de massa van het lichaam. En Wiedemann merkt op:

“Men zou deze hypothese kunnen verenigen met die van Weber als men aan Webers veronderstelde dubbele stroom van elektrische massa's  $\pm^{1/2}e$ , een andere ineffectieve *stroom van neutrale elektriciteit* toevoegt [cursief van Engels] die de hoeveelheden elektriciteit  $\pm^{1/2}e$  in de richting van de positieve stroom brengt.” (III, p. [576/]577)

Deze zin is opnieuw een aanwijzing van eenzijdig empirisme. Om de elektriciteit te laten stromen, wordt het gescheiden in positief en negatief. Maar alle pogingen om de stroom met deze twee materies te verklaren stuiten op moeilijkheden; zowel de veronderstelling dat er telkens slechts één in de stroom aanwezig is, als de hypothese dat de twee gelijktijdig in tegengestelde richtingen stromen, en ten slotte ook de derde, dat de ene stroomt en de andere rust. Als we bij deze laatste veronderstelling stilstaan – hoe verklaren we dan het onverklaarbare idee dat de negatieve elektriciteit, die toch al beweeglijk genoeg is in de elektriseermachine en de Leidse fles, stevig verenigd is met de massa van het lichaam? Naast de positieve stroom  $+e$ , die naar rechts stroomt, en de negatieve stroom  $-e$ , die naar links stroomt, laten we een derde stroom van neutrale elektriciteit  $\pm^{1/2}e$  naar rechts stromen. Eerst nemen we aan dat de twee elektrische stromen van elkaar gescheiden moeten zijn om te kunnen stromen; en om

de verschijnselen die zich voordoen tijdens het stromen van de gescheiden elektrische stromen te verklaren, nemen we aan dat ze ook ongescheiden kunnen stromen. Eerst maken we een voorwaarde om een bepaald fenomeen te verklaren, en bij de eerste moeilijkheid die we tegenkomen, maken we een tweede voorwaarde die het eerste direct opheft. Welke filosofie geeft deze heren het recht om te klagen?

Naast deze opvatting over de materialiteit van elektriciteit kwam er al snel een tweede opvatting, volgens welke het werd opgevat als een loutere toestand van het lichaam, een “kracht” of, zoals we het vandaag zouden zeggen, een bijzondere vorm van beweging. We zagen hierboven dat Hegel en later Faraday deze opvatting deelden. Sinds de ontdekking van het mechanische equivalent van warmte eindelijk het begrip “warmtestof” had geëlimineerd en bewezen had dat warmte een moleculaire beweging is, was de volgende stap om ook elektriciteit volgens de nieuwe methode te behandelen en te proberen het mechanische equivalent ervan te bepalen. Dit is volledig gelukt. Met name de experimenten van Joule, Favre en Raoult hebben het mogelijk gemaakt om niet alleen het mechanische en thermische equivalent van de zogenaamde “elektromotorische kracht” van de galvanische stroom vast te stellen, maar ook de perfecte equivalentie met de energie die vrijkomt door chemische processen in de galvanische cel [Erregerzelle] en de energie die door hen wordt verbruikt in de elektrolysecel [Zersetzungszelle]. Als gevolg daarvan werd de veronderstelling dat elektriciteit een bepaalde materiële vloeistof was, steeds meer onhoudbaar.

De analogie tussen warmte en elektriciteit was echter niet perfect. De galvanische stroom verschilt nog steeds op zeer belangrijke punten van de warmtegeleiding. Het was nog steeds niet mogelijk om te zeggen wat er in de elektrisch geladen lichamen bewoog. De aanname van alleen een moleculaire trilling, zoals bij warmte, leek onvoldoende. Door de enorme snelheid van de beweging van de elektriciteit, zelfs hoger dan de lichtsnelheid, bleef het moeilijk het idee te verlaten, dat er iets materieels beweegt tussen de moleculen van het lichaam. Hier komen de laatste theorieën van Clerk Maxwell (1864), Hankel (1865), Reynard (1870) en Edlund (1872) eensgezind in het spel met de veronderstelling, die voor het eerst al in 1846 door Faraday werd gesuggereerd, dat

elektriciteit een beweging is van een elastisch medium dat de hele ruimte en dus ook alle lichamen doordringt, waarvan de afzonderlijke deeltjes elkaar afstoten volgens de wet van het omgekeerde kwadraat van de afstand, met andere woorden, een beweging van etherdeeltjes, en dat de lichaamsmoleculen deelnemen aan deze beweging. De verschillende theorieën over de aard van deze beweging, die verschillen van elkaar; Maxwell, Hankel en Reynard, gebaseerd op recente studies van wervelbewegingen, verklaren het op verschillende manieren uit wervelingen, zodat de werveltheorie van de oude Descartes op steeds nieuwe gebieden in de gunst komt. We gaan niet in op de details van deze theorieën. Ze verschillen sterk van elkaar en zullen zeker nog vele veranderingen doormaken. Maar een beslissende vooruitgang lijkt te liggen in hun gemeenschappelijke fundamentele visie: elektriciteit is een beweging die reageert op de moleculen van de lichamen, van de deeltjes van de lichtgevende ether die elke weegbare materie doordringt. Deze zienswijze verzoent de twee voorgaande. Volgens deze opvatting gaat het bij elektrische verschijnselen echter om de beweging van iets materieels, anders dan bij weegbare materie. Maar dit materiële is niet de elektriciteit zelf, die in feite een vorm van beweging is, hoewel niet een vorm van de onmiddellijke, directe beweging van de weegbare materie. Terwijl de ethertheorie enerzijds een manier toont om voorbij het primitieve onhandige idee van twee tegengestelde elektrische vloeistoffen te komen, biedt het anderzijds het vooruitzicht om op te helderen wat het eigenlijke materiële substraat van de elektrische beweging is, wat voor soort ding het is wiens beweging de elektrische fenomenen veroorzaakt.

De ethertheorie heeft al *een* beslissend succes gehad. Zoals bekend is er minstens één punt waar elektriciteit de beweging van het licht direct verandert: het draait zijn polarisatievlak. Clerk Maxwell heeft op basis van zijn bovenstaande theorie berekend dat de elektrische specifieke verdelingscapaciteit van een lichaam gelijk is aan het kwadraat van de brekingsindex. Boltzmann heeft nu de diëlektrische coëfficiënten van verschillende niet-geleiders onderzocht en vastgesteld dat voor zwavel, hars en paraffine de vierkantswortel van deze coëfficiënten gelijk was aan hun brekingsindex. De grootste afwijking – voor zwavel – was

slechts 4 %. Zo is de ethertheorie van Maxwell experimenteel bevestigd.

Het zal echter nog veel werk en tijd vergen voordat nieuwe experimenten een solide kern uit deze toch al tegenstrijdige hypothesen halen. Tot die tijd, of tot de ethertheorie wordt vervangen door een volledig nieuwe, is de elektriciteitstheorie in de onaangename positie om een formulering te moeten gebruiken waarvan het zelf toegeeft dat die verkeerd is. De hele terminologie is nog steeds gebaseerd op het idee van twee elektrische vloeistoffen. Ze spreekt nog steeds vrij ongegeneerd over “elektrische massa’s die in de lichamen stromen”, over “een scheiding van de elektriciteit in elke molecule” enz. Dit is een ongelukkige toestand die, zoals ik al zei, voor een groot deel onvermijdelijk voortvloeit uit de huidige overgangstoestand van de wetenschap, maar die ook, gezien het eenzijdige empirisme in deze tak van onderzoek, veel bijdraagt aan het behoud van de tot nu toe bestaande verwarring in het denken.

De tegenstelling tussen zogenaamde statische of wrijvingselectriciteit en dynamische elektriciteit of galvanisme kan nu als overbrugd worden beschouwd, aangezien men geleerd heeft met de elektriseermachine continue stroom te produceren en, omgekeerd, om zogenaamde statische elektriciteit te produceren via de galvanische stroom, om Leidse flessen op te laden, enz. We zullen het hier niet hebben over de subvorm van statische elektriciteit, noch over magnetisme, dat nu ook als een subvorm van elektriciteit wordt erkend. De theoretische verklaring van de fenomenen van deze groep is te vinden in de theorie van de galvanische stroom, en daar zullen we dan ook voornamelijk bij blijven.

Een constante stroom kan op verschillende manieren worden opgewekt. De mechanische beweging van een massa produceert *direct*, door wrijving, in eerste instantie slechts statische elektriciteit, een constante stroom slechts met grote energieverpilling; om tenminste voor het grootste deel te worden omgezet in elektrische beweging, is de tussenkomst van magnetisme nodig, zoals in de bekende magneto-elektrische machines van Gramme, Siemens en anderen. Warmte kan direct worden omgezet in elektrische stroom,

bijvoorbeeld bij de verbinding tussen twee verschillende metalen. De energie die vrijkomt door chemische werking, die onder normale omstandigheden in de vorm van warmte verschijnt, wordt onder bepaalde omstandigheden omgezet in elektrische beweging. Omgekeerd, zodra de voorwaarden juist zijn, verandert de laatste in een andere bewegingsvorm: in de beweging van een massa, in geringe mate direct in de elektrodynamische aantrekkingskracht en afstoting, en in grote mate weer door tussenkomst van het magnetisme in de elektromagnetische bewegingsmachines; in warmte – overal in een stroomkring, tenzij er andere veranderingen in gang worden gezet; in chemische energie – in de elektrolysecellen en voltameters die in de stroomkring zijn aangesloten, waar de stroom verbindingen scheidt die op een andere manier tevergeefs worden aangesproken.

In al deze omzettingen geldt de basiswet van de kwantitatieve gelijkwaardigheid van de beweging in al haar transformaties. Of, zoals Wiedemann het zegt:

“Volgens de wet van het behoud van energie moeten de [mechanische] activiteiten ingezet om elektriciteit te produceren, equivalent zijn aan de activiteiten voor het produceren van alle effecten van de elektriciteit” [II, deel 2, p. 472].

De omzetting van een beweging van een massa of van warmte in elektriciteit<sup>[8]</sup> levert hier geen problemen op; het is bewezen dat de zogenaamde “elektromotorische kracht” in het eerste geval gelijk is aan de aangewende arbeid voor die beweging, in het tweede geval, “bij elke verbinding van de thermozuil direct proportioneel aan de absolute temperatuur” (Wiedemann, III, p. 482), d.w.z. met de absolute hoeveelheid warmte, gemeten bij elke verbinding. Dezelfde wet is ook van toepassing op elektriciteit, geproduceerd met behulp van chemische energie. Maar hier, althans voor de nu gangbare theorie, zijn de zaken niet zo eenvoudig. Laten we er dus dieper op ingaan.

Een van de mooiste reeks experimenten met betrekking tot de vormveranderingen van de beweging veroorzaakt door een galvanische kolom is die van Favre (1857/1858). In een

calorimeter plaatste hij een Smeese zuil van 5 elementen; in een tweede plaatste hij een kleine elektromagnetische machine, waarvan de hoofdas en de riemschijf vrij uitstaken naar een willekeurige verbinding. Telkens wanneer 1 g waterstof of een oplossing van 32,6 g zink (het oude chemische equivalent van zink, gelijk aan de helft van het atoomgewicht 65,2 en uitgedrukt in gram) in de kolom werd ontwikkeld, verkreeg men de volgende resultaten:

A. De in de calorimeter ingesloten zuil, met uitsluiting van de machine: een warmteproductie 18.682 resp. 18.674 warmte-eenheden.

B. Kolom en machine verbonden in de stroomkring, en de machine beweegt niet: warmte in de keten 16.448, in machine 2.219, samen 18.667 warmte-eenheden.

C. Als B, maar de machine beweegt zonder een gewicht te tillen: warmte in de keten 13.888, in de machine 4.769, samen 18.657 warmte-eenheden.

D. Als C, maar de machine tilt een gewicht op en verricht mechanische arbeid = 131,24 kilogrammeter: warmte in de kolom 15.427, in machine 2.947, samen 18.374 warmte-eenheden; verlies t.o.v. hierboven, meer dan  $18.682 - 18.374 = 308$  warmte-eenheden. Maar de mechanische arbeid van 131,24 kilopondmeter, vermenigvuldigd met 1.000 (om het gram van het chemische resultaat naar kilogram te brengen) en gedeeld door het mechanische equivalent van de warmte = 423,5 kilogrammeter, geeft 309 warmte-eenheden, dus precies het bovengenoemde verlies, als het warmte-equivalent van de gedane mechanische arbeid.

De equivalentie van de beweging in al zijn transformaties is dus ook overtuigend bewezen voor de elektrische beweging, binnen de grenzen van de onvermijdelijke fouten. En het is ook bewezen dat de “elektromotorische kracht” van de galvanische cel niets anders is dan chemische energie die wordt omgezet in elektriciteit, en dat de cel niets anders is dan een apparaat, een apparaat dat de vrijgekomen chemische energie omzet in elektriciteit zoals een stoommachine de hitte omzet in mechanische beweging, zonder dat in beide gevallen het transformerende apparaat zelf verdere energie levert.



Hier doet zich echter een probleem voor in vergelijking met het traditionele idee. Deze denkwijze schrijft aan de cel, op grond van de contactverhoudingen in de cel tussen vloeistoffen en metalen, een “*elektrische scheidingskracht*” toe die evenredig is met de elektromotorische kracht en dus een bepaalde hoeveelheid energie voor een bepaalde cel vertegenwoordigt. Maar wat is de verhouding van deze inherente energiebron volgens de traditionele voorstelling, tot de cel als zodanig, zelfs zonder chemische activiteit, wat is de verhouding van deze elektrische scheidingskracht tot de energie die vrijkomt door chemische werking? En, als het een energiebron is die onafhankelijk is van deze laatste, waar komt dan de energie vandaan?

Deze vraag is, in min of meer onduidelijke vorm, het twistpunt tussen de door Volta gefundeerde contacttheorie en de chemische theorie van de galvanische stroom die direct daarna is ontstaan.

De contacttheorie verklaart de stroom door de elektrische spanningen in de cel, ontstaan door het contact van metalen met een of meer vloeistoffen – of zelfs alleen het contact van de vloeistoffen met elkaar, – vanwege hun gelijkschakeling, – of van de gescheiden en tegengestelde elektriciteit – in de stroomkring. De chemische veranderingen die zich in dit proces voordeden, werden beschouwd als secundair aan de zuivere contacttheorie. Aan de andere kant beweerde Ritter al in 1805 dat een stroom alleen kon ontstaan als de generators al voor de stroomkring chemisch op elkaar inwerken. In het algemeen wordt deze oudere chemische theorie door Wiedemann (I, p. 784) als volgt samengevat: volgens deze theorie is de zogenaamde contactelektriciteit

“mogelijk als er tegelijkertijd een echte chemische interactie is tussen de lichamen die met elkaar in contact komen of op zijn minst er een verstoring van het chemisch evenwicht is, zelfs als dit niet direct verband houdt met de chemische processen, de “neiging tot chemische actie” tussen deze lichamen.”

Zoals u ziet, wordt de vraag naar de bron van energie van de elektriciteit slechts indirect door beide partijen gesteld, omdat

het op dat moment nauwelijks anders kon. Volta en zijn opvolgers vonden het acceptabel dat alleen al het contact van heterogene lichamen een continue stroom kon produceren, d.w.z. bepaalde arbeid uitvoeren zonder dat er iets tegenover staat. Ritter en zijn volgelingen zijn zich ook niet bewust van de manier waarop de chemische werking de cel in staat stelt om elektriciteit en arbeid te produceren. Maar als voor de chemische theorie van Joule, Favre, Raoult en anderen dit punt al lang is opgehelderd, geldt het tegenovergestelde voor de contacttheorie. Voor zover het is behouden, staat het in essentie nog steeds op het beginpunt. Concepten die vervlogen zijn, een tijd waarin men zich tevreden moest stellen met de op een na beste schijnbare oorzaak van enig effect, of de beweging nu uit het niets is ontstaan of niet – ideeën die direct in tegenspraak zijn met de stelling van het behoud van energie leven nog steeds voort in de huidige elektriciteitstheorie. En als dan deze ideeën, ontdaan van hun meest stotende aspecten, worden verzwakt, verdund, gecastreerd, eufemistisch verdoezeld, wordt de zaak er niet beter op: de verwarring moet alleen maar erger worden.

Zoals we hebben gezien, verklaart zelfs de oudere chemische stromingstheorie dat de contactverhoudingen van de cellen absoluut noodzakelijk zijn voor het maken van stroom; er wordt alleen beweerd dat deze contacten nooit een continue stroom produceren zonder gelijktijdige chemische werking. En het is vandaag de dag nog steeds vanzelfsprekend dat de organisatie van de contacten van de cellen precies het apparaat produceren, waarvan de vrijgekomen chemische energie wordt omgezet in elektriciteit, en dat het in wezen afhangt van deze opstelling van contacten of en hoeveel chemische energie echt wordt omgezet in elektrische beweging.

Wiedemann probeert als een eenzijdig empiricus uit de oude contacttheorie te redden wat er te redden valt. Laten we hem volgen en zien wat hij zegt.

“Zelfs als de werking van de contacten van chemisch indifferente lichamen”, zegt Wiedemann (I, p. 799), “bv. van metalen, zoals waarschijnlijk vroeger verondersteld, niet *noodzakelijk* is voor

de *zuiltheorie* [cursief van Engels], noch bewezen wordt uit het feit dat *Ohm* er zijn wet uit afleidde, die zelfs zonder deze veronderstelling kan worden afgeleid, en *Fechner*, die deze wet experimenteel bevestigde, verdedigde ook de contacttheorie, is de elektrische opwekking door contact met *metalen* niet te ontkennen [cursief van Engels], althans volgens de huidige experimenten, zelfs als de te behalen resultaten in kwantitatief opzicht altijd onderhevig zijn aan een onvermijdelijke onzekerheid, vanwege de onmogelijkheid de oppervlakken van de lichamen absoluut schoon te houden.”

Zoals u ziet is de contacttheorie zeer bescheiden geworden. Ze geeft toe dat het niet nodig is de stroom te verklaren, noch theoretisch bewezen door *Ohm*, noch experimenteel bewezen door *Fechner*. Ze geeft zelfs toe dat de zogenaamde fundamentele experimenten, waarop ze kan vertrouwen, alleen in kwantitatief opzicht onzekere resultaten kan opleveren, en vraagt uiteindelijk alleen de erkenning dat door contact – al was het maar van *metalen!* - er beweging van elektriciteit is.

Als de contacttheorie het hierbij zou laten, zou er geen bezwaar zijn. Dat elektrische verschijnselen optreden wanneer twee metalen met elkaar in contact komen, een geprepareerde poot van een kikker doet trillen, een elektroscop laat werken en andere bewegingen kan veroorzaken, is iets wat zeker zal worden toegegeven. Maar de eerste vraag is: waar komt de energie vandaan die hiervoor nodig is?

Om deze vraag te beantwoorden, moeten we volgens *Wiedemann* (I, p. 14)

“de *volgende* overwegingen maken: als de heterogene metalen platen A en B op een korte afstand van elkaar worden gebracht, trekken ze elkaar aan door de adhesiekrachten. Wanneer ze contact maken, verliezen ze de levende

bewegingskracht die de aantrekkingskracht op hen uitoefent. (Als we aannemen dat de moleculen van de metalen in permanente oscillatie zijn, dan *kan* er, zelfs als de heterogene metalen met elkaar in contact komen, een verandering in hun oscillatie optreden met verlies van *levende kracht*). De verloren *levende kracht* wordt voor een *groot* deel omgezet in warmte. Een *klein deel* ervan wordt echter gebruikt om de voorheen geïsoleerde elektriciteit anders te verdelen. Zoals we hierboven al hebben vermeld, worden de samengebrachte lichamen geladen met gelijke hoeveelheden positieve en negatieve elektriciteit, *bijvoorbeeld* als gevolg van een ongelijke aantrekkingskracht van de twee elektriciteiten.” [cursief van Engels]

De bescheidenheid van de contacttheorie wordt steeds groter. Aanvankelijk wordt erkend dat de enorme elektrische scheidingskracht, die later zo'n enorm werk moet doen, op zich geen energie heeft, maar dat het niet kan functioneren zolang het niet extern van energie wordt voorzien. En dan wordt er een meer dan geringe energiebron aan toegewezen, de *levende kracht* van de adhesie, die pas op nauwelijks te meten afstanden effectief wordt en ervoor zorgt dat de lichamen een nauwelijks meetbare afstand overbruggen. Maar één ding is zeker: het bestaat onmiskenbaar en verdwijnt net zo onmiskenbaar bij contact. Maar zelfs deze minimale bron levert nog steeds te veel energie voor ons doel: een *groot* deel wordt omgezet in warmte, en slechts een *klein* deel wordt gebruikt voor de elektrische scheidingskracht. Hoewel bekend is dat er genoeg gevallen in de natuur zijn waarin extreem kleine impulsen extreem krachtige effecten produceren, lijkt Wiedemann zelf het gevoel te hebben dat zijn nauwelijks druppelende energiebron hier met moeite volstaat, en zoekt hij naar een mogelijke tweede bron in de veronderstelling dat de moleculaire trillingen van de twee metalen met elkaar interfereren op de contactoppervlakken. Afgezien van de andere problemen die we hier tegenkomen,

hebben Grove en Gassiot bewezen dat echt contact niet eens nodig is voor het maken van elektriciteit, zoals Wiedemann zelf ons een pagina eerder vertelde. Kortom, de energiebron voor de elektrische scheidingskracht droogt steeds meer op naarmate we er langer naar kijken.

En toch kennen we tot nu toe nauwelijks een andere methode voor het opwekken van elektriciteit door middel van metaalcontact. Volgens Naumann (*Allg. u. phys. Chemie*, Heidelberg 1877, p. 675) “zetten de contact-elektromotorische krachten warmte om in elektriciteit”; hij vindt dat “de aanname dat het vermogen van deze krachten om elektrische beweging te produceren gebaseerd is op de hoeveelheid aanwezige warmte of, met andere woorden, een functie is van de temperatuur”, wat ook experimenteel is bewezen door Le Roux. Ook hier tasten we in het duister. De wet van de voltaïsche reeks metalen verbiedt ons onze toevlucht te nemen tot de chemische processen die in geringe mate onophoudelijk plaatsvinden aan de contactoppervlakken, altijd bedekt zijn met een dunne laag lucht en onzuiver water, een laag die wat ons betreft zo goed als onafscheidelijk is. Een elektrolyt zou een constante stroom in de kring moeten produceren; maar de elektriciteit van het metaalcontact verdwijnt zodra de stroomkring wordt gesloten. En hier komen we tot het eigenlijke punt: of en op welke manier deze “elektrische scheidingskracht”, die Wiedemann zelf eerst tot de metalen beperkte, onbekwaam verklaart om actief te zijn zonder een externe aanvoer van energie en vervolgens uitsluitend op een microscopische energiebron vertrouwt.

De voltaïsche rij schikt de metalen zo, dat elk metaal zich als elektronegatief gedraagt ten opzichte van het voorgaande, en elektropositief ten opzichte van het volgende. Als we dus een rij metalen deeltjes, zoals zink, tin, ijzer, koper, platina, enz., in deze volgorde plaatsen, kunnen we aan beide uiteinden een elektrische spanning verkrijgen. Maar als we de rij metaaldeeltjes in een stroomkring zo rangschikken dat het zink en het platina elkaar aanraken, dan wordt de spanning onmiddellijk geëgaliseerd en verdwijnt ze.

“In een stroomkring met lichamen die behoren tot de voltaïsche rij is het dus niet

mogelijk continu elektriciteit te produceren.” [I, p. 45]

Wiedemann ondersteunt dit met de volgende theoretische overweging:

“Inderdaad, als er continu stroom in de kring aanwezig was, zou deze warmte opwekken in de metalen geleiders zelf, die hooguit door een afkoeling op de contactpunten van de metalen zou worden afgevoerd. In ieder geval zou het een ongelijkmatige warmteverdeling veroorzaken; ook een elektrische stroom zonder [enige] toevoer van buitenaf, zou een elektromagnetische bewegingsmachine de hele tijd kunnen aandrijven, dus arbeid verrichten, wat onmogelijk is, omdat als de metalen stevig verbonden zijn, bijvoorbeeld door te solderen, er geen wijzigingen aan de contactpunten kunnen worden aangebracht om de arbeid te compenseren.” [I, p. 44/45]

En ontevreden met het theoretische en experimentele bewijs dat alleen de contactelektriciteit van metalen geen elektriciteit opwekt, zien we dat Wiedemann zich gedwongen ziet tot een speciale hypothese om de effectiviteit ervan te elimineren, zelfs daar waar het beweerd kan worden.

Laten we dus op een andere manier proberen om van contactelektriciteit naar stroom te gaan. Laten we samen met Wiedemann ons voorstellen dat

“twee metalen, zoals een staaf van zink en koper, aan één uiteinde aan elkaar gesoldeerd, maar aan hun vrije uiteinde verbonden met een derde lichaam, dat *niet* elektromotorisch werkt ten opzichte van de twee metalen, maar alleen de tegenovergestelde elektriciteit geleidt op hun oppervlakken, zodat ze elkaar daarin gelijk worden, dan zou de

elektrische scheidingskracht altijd het vorige spanningsverschil herstellen, waardoor er constant een elektrische stroom in de kring ontstaat die zonder vervanging zou kunnen werken, wat onmogelijk is. Derhalve kan er geen lichaam zijn dat zonder elektromotorische activiteit, in weerwil van de andere lichamen, elektriciteit geleidt.” [I, p. 45]

We zijn niet verder gekomen: de onmogelijkheid om beweging te creëren blokkeert opnieuw onze weg. Door het contact tussen chemisch indifferente lichamen, d.w.z. met de eigenlijke contactelektriciteit, brengen we nooit en te nimmer een stroom tot stand. Laten we dus nogmaals terugkeren en een derde weg nemen, die Wiedemann ons laat zien:

“Als we ten slotte een zinken en een koperen plaat onderdompelen in een vloeistof die een zogenaamde *binair* verbinding bevat, die dus kunnen worden afgebroken in twee chemisch verschillende componenten die volledig verzadigd zijn, bijvoorbeeld verdund zoutzuur (H + Cl) enz., dan wordt volgens § 27 de zinkplaat negatief en de koperen positief. Wanneer de metalen worden verbonden, worden ze gelijk via het contactpunt, waardoor *een stroom van positieve elektriciteit* van koper naar zink vloeit. Aangezien de elektrische scheidingskracht die optreedt wanneer deze laatste metalen met elkaar in contact komen, de positieve elektriciteit *op dezelfde manier voortzet*, heffen de effecten van de elektrische scheidingskrachten elkaar *niet* op zoals in een gesloten metalen kring. *Zo ontstaat een continue stroom van positieve elektriciteit*, die in de stroomkring van het koper via het contactpunt met het zink naar dit laatste en van het zink via de

vloeistof naar het koper stroomt. We zullen dadelijk (§ 34 [e.v.]) terugkomen op de mate waarin de individuele elektrische scheidingskrachten die in de stroomkring aanwezig zijn *daadwerkelijk* bijdragen aan het vormen van deze stroom. – Een combinatie van geleiders, die zo'n 'galvanische stroom' levert, wordt een galvanisch element genoemd, ook wel een galvanische cel, voltacel of elektrochemisch element.” [cursief van Engels] (I, p. 45)

Het wonder is voltooid. Door de loutere elektrische scheidingskracht van de contacten, die volgens Wiedemann zelfs zonder externe toevoer van energie niet kunnen werken, wordt hier ononderbroken een stroom opgewekt. En als ons niets anders aangeboden wordt ter verklaring, dan bovenstaande passage van Wiedemann, dan zou het inderdaad een compleet wonder blijven. Wat leren we hier over het proces?

1. Wanneer zink en koper worden ondergedompeld in een vloeistof die een zogenaamde *binaire* verbinding bevat, wordt het zink negatief en het koper positief geladen volgens § 27. – In § 27 wordt geen melding gemaakt van een binaire verbinding. Hij beschrijft alleen een eenvoudig voltaïsch element bestaande uit een zink- en een koperplaat, waartussen een met *zure* vloeistof bevochtigde doek wordt geplaatst, en onderzoekt vervolgens, zonder melding te maken van eventuele chemische processen, de statisch-elektrische ladingen van de twee metalen die zich voordoen. De zogenaamde *binaire* verbinding wordt dus via de achterdeur naar binnen gesmokkeld.

2. Wat deze binaire verbinding hier doet blijft volledig mysterieus. Het feit dat het *kan* ontbinden in “twee chemische componenten die volledig verzadigd zijn”, (volledig verzadigd nadat ze ontbonden zijn?!), kan ons hooguit iets nieuws leren, als het *echt ontbonden is*. Maar daar wordt met geen woord over gerept, dus voorlopig moeten we ervan uitgaan dat het *niet* ontbindt, bv. in paraffine.



3. Dus nadat het zink in de vloeistof negatief is geladen en het koper positief, brengen we ze in contact (buiten de vloeistof). “Deze elektriciteit egaliseert via het contactpunt waar, van koper naar zink, een *positieve* elektriciteit doorheen gaat.” Ook hier komen we niet te weten waarom alleen een stroom van “positieve” elektriciteit in één richting vloeit en niet ook een stroom van “negatieve” elektriciteit in de andere richting. We weten helemaal niet wat er van de negatieve elektriciteit zal worden, die net zo noodzakelijk is geweest als de positieve elektriciteit; de actie van de elektrische scheidingskracht bestond juist uit het feit dat het hen vrij tegenover elkaar zette. Nu wordt het plotseling onderdrukt, geëlimineerd in zekere zin, en het lijkt erop dat er alleen maar positieve elektriciteit is.

Maar dan wordt op p. 51 weer precies het tegenovergestelde gezegd, want hier “*verenigt de elektriciteit zich* [cursief van Engels] in één stroom”, dus zowel de negatieve als de positieve! Wie zal ons uit deze verwarring helpen?

4. “*Aangezien de elektrische scheidingskracht die optreedt wanneer deze metalen met elkaar in contact komen, ook positieve elektriciteit in dezelfde richting transporteert, heffen de effecten van de elektrische scheidingskrachten elkaar niet op, zoals in een gesloten metalen circuit. Zo ontstaat er een continue stroom*”, enz. [cursief van Engels]

Dit is een beetje sterk. Want zoals we zullen zien, wijst Wiedemann ons een paar pagina's verder (p. 52) erop dat met

“het vormen van een continue stroom ... de elektrische scheidingskracht op het contactpunt van de metalen ... *inactief moet zijn*” [cursief van Engels],

dat er niet alleen een stroom is, ook al wordt de positieve stroom niet in dezelfde zin voortgezet, maar wordt deze tegengesteld aan de richting van de stroom, en wordt deze zelfs in dit geval niet gecompenseerd door een bepaald deel van de scheidingskracht in de schakeling, dat wil zeggen dat

de stroom weer inactief is. Hoe kan Wiedemann op p. 45 dan een elektrische scheidingskracht hebben als noodzakelijke factor in de vorming van de stroom, wanneer hij deze op p. 52 voor de duur van de stroom buiten werking stelt, en bovendien met een hypothese die speciaal voor dit doel is gemaakt?

5. “Er ontstaat dus een *continue stroom* van positieve elektriciteit, die in een stroomkring van het koper via het contactpunt met het zink naar dit laatste en van het zink via de vloeistof naar het koper stroomt.”

Maar zo'n continue stroom van elektriciteit zou “warmte opwekken in de geleiders zelf”, en het zou ook “een elektromagnetische bewegingsmachine kunnen aandrijven en dus arbeid verrichten”, wat onmogelijk is zonder toevoer van energie. Aangezien Wiedemann ons nog niet met één lettergreep heeft verteld of en waar een dergelijke toevoer van energie plaatsvindt, blijft de continue stroom net zo onmogelijk als in de twee hierboven onderzochte gevallen.

Niemand voelt dit meer aan dan Wiedemann. Hij vindt het dan ook wenselijk om de vele delicate punten van deze opmerkelijke uitleg over de elektriciteit zo snel mogelijk te overlopen en in ruil daarvoor de lezer een paar pagina's te vermaken met allerlei elementaire geschiedenissen over de thermische, chemische, magnetische en fysiologische effecten van deze nog steeds mysterieuze stroom, waarbij hij voor één keer zelfs een nogal populaire toon aanslaat. Dan gaat hij plotseling verder (p. 49):

“We moeten nu onderzoeken hoe de elektrische scheidingskrachten actief zijn in een stroomkring van twee metalen en een vloeistof, bv. zink, koper, en zoutzuur.”

“*We weten* dat de componenten van de binaire verbinding (HCl) die zich in de vloeistof bevinden, zich scheiden wanneer de stroom erdoorheen stroomt, zodanig dat een (H) op het koper en een equivalente hoeveelheid van het andere

(Cl) op het zink *vrijkomt*, waarbij dit laatste gecombineerd wordt met een equivalente hoeveelheid zink om  $ZnCl$  te vormen.” [cursief van Engels]

*We weten het!* Als we dit weten, weten we het zeker niet van Wiedemann, die, zoals we zagen, tot nu toe geen enkele lettergreep over dit proces loste. En als we al iets weten over dit proces, is het dat het niet kan verlopen op de manier die Wiedemann beschreef.

Wanneer een molecuul  $HCl$  wordt gevormd uit waterstofgas en chloorgas, komt er een hoeveelheid energie = 22.000 warmte-eenheden vrij (Jul. Thomsen). Om de binding van chloor met waterstof te breken, moet dus voor elk molecuul  $HCl$  dezelfde hoeveelheid energie van buiten komen. Waar haalt de kolom deze energie vandaan? De Wiedemann vertelt het ons niet, laten we dus eens rondkijken.

Wanneer chloor met zink wordt verbonden tot zinkchloride, komt er aanzienlijk meer energie vrij dan nodig is om het chloor van het waterstof te scheiden. ( $Zn, Cl_2$ ) ontwikkelt 97.210, 2 ( $H, Cl$ ) 44.000 warmte-eenheden (Jul. Thomsen). En dit verklaart het proces in de kolom. Zo komt er, zoals Wiedemann ons vertelt, niet zomaar waterstof uit koper, en chloor uit zink vrij, “waarbij” zink en chloor vervolgens en per ongeluk zich met elkaar binden. Integendeel: de binding van zink met chloor is de meest essentiële basisvoorwaarde van het hele proces en zolang dit niet gebeurt, zal men tevergeefs wachten tot er waterstof op het koper vrijkomt.

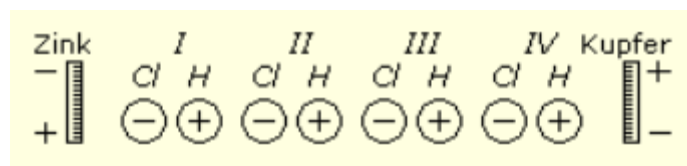
Het teveel aan energie dat vrijkomt bij de vorming van een  $ZnCl_2$ -molecuul boven die welke gebruikt werd om twee H-atomen uit twee  $HCl$ -moleculen vrij te geven, wordt dus in de kolom omgezet in elektrische beweging en levert alle “elektromotorische kracht” die in de stroomkring verschijnt. Het is dus niet een mysterieuze “elektrische scheidingskracht” die waterstof en chloor uit elkaar haalt zonder een eerder bewezen energiebron, het is het chemische proces dat in de kolom plaatsvindt en dat alle “elektrische scheidingskrachten” en “elektromotorische krachten” van de kring voorziet van de energie die nodig is voor hun bestaan.

Laten we dus vooralsnog stellen dat Wiedemanns *tweede* uitleg van de stroom, net zo weinig helpt dan de eerste, en we gaan verder met de tekst:

“Dit proces toont aan dat het gedrag van de binaire lichamen tussen de metalen niet beperkt is tot een eenvoudige overheersende aantrekkingskracht van de hele massa op een bepaalde elektriciteit, zoals het geval is voor metalen, maar dat het ook gepaard gaat met een bepaalde werking van de samenstellende elementen. Aangezien de component Cl wordt afgezet waar de stroom positieve elektriciteit de vloeistof binnenkomt, en de component H waar de negatieve elektriciteit binnenkomt, *gaan we ervan uit* dat een chloorequivalent in de verbinding HCl wordt geladen met een bepaalde hoeveelheid negatieve elektriciteit, waardoor de aantrekkingskracht ervan wordt veroorzaakt door de binnenkomende positieve elektriciteit. Het is de *elektronegatieve component* van de verbinding [cursief van Wiedemann, de andere van Engels]. Ook moet het equivalent H met positieve elektriciteit worden geladen en zo de elektropositieve component van de verbinding vormen. Deze ladingen *kunnen* op een vergelijkbare manier worden geproduceerd wanneer H en Cl zijn aangesloten, zoals met het zink en koper contact. Aangezien de verbinding HCl op zich niet-elektrisch is, *moeten we ervan uitgaan* dat de atomen van de positieve en negatieve componenten evenveel positieve als negatieve elektriciteit bevatten.

Als een zinkplaat en een koperplaat ondergedompeld zijn in verdund

zoutzuur, *kunnen we ervan uitgaan* dat het zink een sterkere aantrekkingskracht heeft op de elektronegatieve component (Cl) dan op de elektropositieve (H). Hierdoor *zouden* de zoutzuurmoleculen die in contact komen met het zink zodanig worden gedeponeed dat hun elektronegatieve componenten in de richting van het zink gaan en hun elektropositieve componenten in de richting van het koper. Aangezien de aldus gerangschikte componenten door hun elektrische aantrekkingskracht effect hebben op de componenten van de volgende moleculen HCl, wordt de hele reeks moleculen tussen de zink- en koperplaten gerangschikt, zoals hieronder.



Als het tweede metaal op het positieve waterstof effect had, zoals het zink op het negatieve chloor, zou dit de instelling bevorderen. Als het een tegengesteld effect had, alleen zwakker, dan blijft de richting van de laatste in ieder geval onveranderd.

Door de invloed van de negatieve elektriciteit van de elektronegatieve component Cl in het zink, *zou* de elektriciteit zodanig in het zink verdeeld worden dat die delen van het zink die zich dicht bij Cl van het eerste zure atoom bevinden een positieve lading zouden hebben, terwijl die delen die verder weg liggen een negatieve lading zouden hebben. Op dezelfde manier zou in koper de negatieve elektriciteit zich eerst accumuleren in de elektropositieve

component (H) van het aangrenzende waterstofchloride-atoom, en zou de positieve elektriciteit naar de verder gelegen delen worden geduwd.

“*Dan zou* de positieve elektriciteit in het zink zich combineren met de negatieve elektriciteit van het eerste nabije atoom Cl {1} en dit laatste met het zink [tot niet-elektrisch ZnCl]. Het elektropositieve atoom H, dat eerder met dat atoom [Cl] was verbonden, *zou* zich combineren met het atoom Cl van het tweede atoom HCl, met gelijktijdige verbinding van de elektriciteit in deze atomen; ook de H van het tweede atoom HCl *zou zich verbinden* met de Cl van het derde atoom enz., totdat uiteindelijk een atoom H vrij *zou* komen van het koper, waarvan de positieve elektriciteit zich zou verenigen met de verdeelde negatieve elektriciteit van het koper, zodat het ontsnapt in de niet-elektrische toestand.” Dit proces zou zich herhalen “totdat de afstoting van de elektriciteit, geaccumuleerd in de metalen platen, de elektriciteit van het waterstofchloride, dat er tegenover staat, door de chemische aantrekkingskracht van deze laatste, de metalen in evenwicht heeft gebracht”. Maar als de metalen platen geleidend met elkaar verbonden zijn, verenigen de vrije elektronen van de metalen platen zich met elkaar en kunnen de eerder genoemde processen zich opnieuw voordoen. *Op deze manier* zou een continue stroom van elektriciteit worden gecreëerd. – Het is duidelijk dat er een constant verlies van *levende kracht* is, in die zin dat de componenten van de binaire verbinding die naar de metalen verhuizen, met een bepaalde snelheid naar de metalen bewegen en dan tot rust komen, hetzij door een verbinding

te vormen (ZnCl), hetzij door te ontsnappen in vrije toestand (H).” (Opmerking [van Wiedemann]: “Aangezien de baat aan *levende kracht* bij de scheiding van de bestanddelen Cl en H in evenwicht wordt gehouden door de *levende kracht* die verloren gaat in de vereniging van de laatste met de bestanddelen van de dichtstbijzijnde atomen, is de invloed van dit proces te verwaarlozen.” Dit verlies aan *levende kracht* is gelijk aan de hoeveelheid warmte die vrijkomt bij het zichtbaar prominente chemische proces, d.w.z. in wezen het oplossen van een equivalent van zink in het verdunde zuur. Deze waarde moet gelijk zijn aan de gebruikte arbeid voor de distributie van elektriciteit. Wanneer de elektrische stromen in één stroom worden gecombineerd, vereist het oplossen van een equivalent van zink en het scheiden van een equivalent van waterstof uit de vloeistof dus arbeid, hetzij in de vorm van warmte, hetzij in de vorm van externe arbeid, dat ook gelijkwaardig is aan de warmte die door dat chemische proces wordt opgewekt.” [I, p. 49 tot 51]

“Nemen we aan – kan – moeten aannemen – kunnen we aannemen – zou verdeeld worden – zich laden” enz. enz. Allemaal giswerk en conjunctieven, waaruit slechts drie feitelijke aanwijzingen met zekerheid kunnen worden opgevist: ten eerste, dat van de verbinding van zink en chloor *nu* wordt gesproken als voorwaarde voor het vrijkomen van waterstof; ten tweede, zoals we nu aan het einde leren, en als het ware terloops, dat de energie die bij dit proces vrijkomt de bron is, en inderdaad de exclusieve bron van alle energie die nodig is voor de vorming van de stroom; en ten derde, dat deze verklaring van de vorming van de stroom net zo direct in contradictie is tot de beide eerder gegeven verklaringen als dat de laatste zelf onderling

tegenstrijdig  
En verder:

zijn.

“Voor de vorming van een continue stroom is er dus *louter en alleen* de elektrische scheidingskracht als gevolg van de ongelijke aantrekkingskracht en polarisatie van atomen van de binaire verbinding in de geactiveerde vloeistof van de keten, door metaalelektroden; anderzijds moet de elektrische scheidingskracht op het contactpunt van de metalen, waar geen mechanische veranderingen kunnen plaatsvinden, *inactief zijn*. Het feit dat deze kracht, wanneer deze bijvoorbeeld de elektromotorische activiteit van de metalen door de vloeistof *tegenwerkt* (zoals bij onderdompeling van tin en lood in een kaliumcyanide oplossing), niet wordt gecompenseerd door een bepaald deel van de scheidingskracht op de plaats van contact, bewijst de volledige evenredigheid van de totale elektrische scheidingskracht (en de elektromotorische kracht) in de stroomkring met het thermische equivalent van de hierboven genoemde chemische processen. Het moet daarom op een andere manier worden geneutraliseerd. De eenvoudigste manier om dit te doen zou zijn om aan te nemen dat wanneer de geactiveerde vloeistof contact maakt met de metalen, de elektromotorische kracht op een dubbele manier wordt opgewekt: ten eerste door een ongelijke aantrekkingskracht van de *massa's* van de vloeistof als geheel tegen de ene of de andere elektriciteit; ten tweede door de ongelijke aantrekkingskracht van de metalen tegen de *componenten* die geladen zijn met



tegengestelde elektrische stromen [cursief van Wiedemann, alle andere van Engels] van de vloeistof ... Als gevolg van de eerste ongelijke massa-aantrekking [tegengestelde elektriciteit], zouden de vloeistoffen zich volledig in overeenstemming met de wet van de voltaïsche rij van metalen gedragen en, in een stroomkring, zou er volledige neutralisatie van de elektrische scheidingskrachten (en elektromotorische krachten) tot nul optreden; de tweede (*chemische*) actie, daarentegen, zou *alleen* de elektrische scheidingskracht leveren die nodig is om de stroom en de elektromotorische kracht te vormen die ermee overeenkomt.” [I, p. 52/53]

Hiermee is nu gelukkig het laatste restant van de contacttheorie verwijderd uit de theorie van de stroom en tegelijkertijd het laatste restant van de eerste uitleg van Wiedemann over de stroom, p. 45. Tenslotte wordt zonder voorbehoud toegegeven dat de galvanische zuil een eenvoudig apparaat is om vrijgekomen chemische energie om te zetten in elektrische beweging, in zogenaamde elektrische scheidingskracht en elektromotorische kracht, net zoals de stoommachine een apparaat is om thermische energie om te zetten in mechanische beweging. In beide gevallen biedt het apparaat alleen de voorwaarden voor het vrijgeven en op afstand omzetten van energie, maar levert het geen energie uit zichzelf. Nu dit is vastgesteld, blijven we achter bij de derde versie van Wiedemanns verklaring van de elektriciteit: hoe worden de energietransformaties in de stroomkring van de zuil weergegeven?

“Het is duidelijk, zegt hij, dat in de kolom een constant verlies van *levende kracht* plaatsvindt, in die zin dat de componenten van de binaire verbinding die naar de metalen verhuizen met een bepaalde snelheid naar de metalen bewegen en dan, ofwel door het vormen

van een verbinding (ZnCl) of door vrijgave (H), tot rust komen. Dit verlies is gelijk aan de hoeveelheid warmte die vrijkomt bij het chemische proces dat duidelijk in de zure oplossing optreedt, dat wil zeggen in wezen bij de afbraak van een gelijkwaardige hoeveelheid zink.” [I, p. 51]

Ten eerste, als het proces *zuiver* is, komt er bij het oplossen van het zink geen warmte vrij in de keten; de vrijgekomen energie wordt omgezet in elektriciteit en daarvan wordt het weer omgezet in warmte door de weerstand van de gehele gesloten kringloop.

Ten tweede is de *levende kracht* de helft van het product van de massa en het kwadraat van de snelheid. Dus de vorige zin zou luiden: de energie die vrijkomt wanneer een equivalent van zink wordt opgelost in verdund zoutzuur = zoveel calorieën is ook gelijk aan de helft van het product van de helft van de massa van de ionen tot het kwadraat van de snelheid waarmee ze naar de metalen migreren. Op deze wijze geformuleerd is de stelling duidelijk verkeerd; de *levende kracht* die ontstaat bij de verplaatsing van ionen is verre van gelijk aan de energie die vrijkomt bij het chemische proces.<sup>[9]</sup> Maar als dat zo was, zou er geen stroom mogelijk zijn, aangezien er geen energie meer over zou zijn voor de stroom in de rest van de stroomkring. Daarom wordt de opmerking toegevoegd dat de ionen tot rust komen “door een verbinding te vormen of door vrijgave”. Maar als we met het verlies van *levende kracht* ook rekening houden met de energietransformatie die tijdens deze twee processen plaatsvindt, zitten we nog meer vast. Want juist deze twee processen samen zijn de processen waaraan we alle vrijgekomen energie te danken hebben, zodat er geen sprake kan zijn van een *verlies* van *levende kracht*, maar alleen van een *gewin*.

Het is dus duidelijk dat Wiedemann zelf niet aan iets specifiek dacht in deze zin, maar dat het “verlies van *levende kracht*” de *deus ex machina* is, die hem in staat moet stellen om de fatale sprong te maken van de oude contacttheorie naar de huidige chemische verklaring van de stroom. Inderdaad,

het verlies van *levende kracht* heeft nu zijn plicht gedaan en wordt verworpen; vanaf nu is het chemische proces in de keten onbetwistbaar de enige bron van energie voor de vorming van elektriciteit, en de enige resterende zorg van onze auteur is hoe we, op een goede manier, ons kunnen ontdoen van het laatste overblijfsel elektriciteit bij contact van chemisch indifferente lichamen, namelijk de scheidingskracht die actief is op het contactpunt van de twee metalen.

Als men de bovenstaande uitleg van Wiedemann over de vorming van elektriciteit leest, gelooft men een staaltje apologie voor zich te hebben, waarmee de hele en half-gelovige theologen zich hebben verzet tegen de filologisch-historische bijbelkritiek van Strauß, Wilke, Bruno Bauer en anderen, bijna veertig jaar geleden. De methode is hetzelfde. Dat moet wel. Want in beide gevallen is het een kwestie van het redden van de *overgeleverde traditie* van het wetenschappelijk denken. Namelijk het exclusieve empirisme dat het denken zich hooguit laat denken in de vorm van een wiskundige berekening, stelt zich voor dat het alleen maar om onweerlegbare feiten gaat. In werkelijkheid geeft het echter de voorkeur aan het werken met verouderde ideeën, met grotendeels verouderde resultaten van het denken van voorgangers, zoals positieve en negatieve elektriciteit, elektrische scheidingskracht, contacttheorie. Deze dienen als basis voor eindeloze wiskundige berekeningen, waarbij de hypothetische aard van de randvoorwaarden behaaglijk vergeten worden boven de strengheid van de wiskundige formulering. Dit soort empirisme is even lichtgelovig ten opzichte van de resultaten van het denken van zijn voorgangers, als sceptisch in zijn houding ten opzichte van de resultaten van het hedendaagse denken. De experimenteel vastgestelde feiten zijn onscheidbaar geworden van de overeenkomstige traditionele interpretaties; het eenvoudigste elektrische fenomeen wordt in de beschrijving vervalst, bijvoorbeeld door het binnensmoken van twee soorten elektriciteit; dit empirisme *kan* de feiten niet meer correct beschrijven omdat de traditionele interpretatie ook in de beschrijving wordt ondermijnd. In één woord, we hebben hier op het gebied van de elektriciteitstheorie een even sterk ontwikkelde traditie als bij theologie. En omdat op beide terreinen de resultaten van recent onderzoek, de vaststelling van tot nu toe onbekende of betwiste feiten en de theoretische

conclusies van de oude traditie, genadeloos in strijd zijn met die oude traditie, komen de verdedigers van deze traditie in grote problemen. Ze moeten hun toevlucht nemen tot allerlei trucs, onhoudbare excuses en doofpotten voor de onverzoenlijke tegenstrijdigheden, en komen zo in een kluwen van tegenstrijdigheden zonder uitweg. Het is dit geloof in de oude elektriciteitstheorie dat Wiedemann hier in de meest onverzoenlijke tegenstelling met zichzelf verstrikt, eenvoudigweg door de hopeloze poging om de oude verklaring van de elektriciteit door “contactkracht” met de moderne rationeel te verzoenen, bij middel van het vrijkomen van chemische energie.

Men kan bezwaar maken tegen het feit dat de bovenstaande kritiek op Wiedemanns verklaring van de elektriciteit gebaseerd is op woordenziften, maar ook al is Wiedemann in het begin wat onzorgvuldig en onnauwkeurig, hij geeft uiteindelijk wel de juiste verantwoording over het behoud van energie en maakt er alles goed mee. Aan de andere kant geven we hier een ander voorbeeld, nl. zijn beschrijving van de gang van zaken in de keten: zink, verdund zwavelzuur, koper.

“Als de twee platen met elkaar verbonden zijn door een draad, ontstaat er een galvanische stroom ... het *elektrolytische proces* zorgt ervoor dat het water van het verdunde zwavelzuur 1 equivalent waterstof uit het koper vrijgeeft, dat in bellen ontsnapt. Aan het zink wordt een equivalent van zuurstof gevormd dat het zink oxideert tot zinkoxide, dat oplost in het omringende zuur tot zwavelhoudend zinkoxide.” (I, p. 592-593)

Om waterstofgas en zuurstofgas van water te scheiden is voor elk watermolecuul een energie = 68.924 warmte-eenheden nodig. Van waar komt dan de energie in de keten hierboven? “Door het elektrolytische proces.” En waar komt het elektrolytische proces vandaan? Geen antwoord.

Nu vertelt Wiedemann ons echter, niet één maar minstens twee keer (I, p. 472 en 614) dat “volgens recente ervaring [bij elektrolyse] het water zelf niet wordt ontbonden”, maar in ons geval het zwavelzuur  $H_2SO_4$ , dat enerzijds wordt afgebroken

tot  $H_2$  en anderzijds tot  $SO_3+O$ , waarbij  $H_2$  en  $O$  gasvormig kunnen ontsnappen. Maar dit verandert de hele aard van het proces.  $H_2$  van  $H_2SO_4$  wordt direct vervangen door het tweewaardige zink en vormt zinksulfaat  $ZnSO_4$ . Wat overblijft is  $H_2$  aan de ene kant en  $SO_3+O$  aan de andere. De twee gassen ontsnappen in de verhoudingen waarin ze water vormen,  $SO_3$  verbindt zich met oplossingswater  $H_2O$  om opnieuw  $H_2SO_4$  te vormen, d.w.z. zwavelzuur. Bij de vorming van  $ZnSO_4$  wordt echter een hoeveelheid energie ontwikkeld die niet alleen voldoende is om het waterstof van het zwavelzuur te verdringen en vrij te maken, maar dat ook een aanzienlijk overschot achterlaat, dat in ons geval wordt gebruikt om stroom te maken. Het zink wacht niet op het elektrolytische proces om het te voorzien van vrije zuurstof, om eerst te oxideren en dan op te lossen in het zuur. Integendeel. Het komt direct in het proces terecht, dat alleen *door deze deelname van het zink* tot stand komt.

We zien hier hoe verouderde chemische ideeën de verouderde contactideeën kunnen helpen. Volgens de meer recente opvatting is een zout een zuur waarin waterstof wordt vervangen door een metaal. Het hier te onderzoeken proces bevestigt deze zienswijze: de directe verwijdering van waterstof uit het zuur door het zink verklaart de energieomzetting volledig. De oudere opvatting, die Wiedemann volgt, beschouwt een zout als een verbinding van een metaaloxide met een zuur en spreekt daarom van zwavelzuur zinkoxide in plaats van zinksulfaat. Maar om zwavelzuur zinkoxide in onze zink en zwavelzuur keten te krijgen, moet het zink eerst geoxideerd worden. Om het zink snel genoeg te oxideren, moeten we vrije zuurstof hebben. Om vrije zuurstof te hebben, moeten we ervan uitgaan – want er verschijnt waterstof op het koper – dat het water wordt ontbonden. Om het water te ontbinden hebben we een enorme hoeveelheid energie nodig. Hoe komen we aan deze energie? Gewoon “door het elektrolytische proces”, dat maar opnieuw kan worden opgestart als het chemische eindproduct, het “zwavelzuur-zinkoxide”, zich begint te vormen. Het kind baart de moeder.

Ook hier keert Wiedemann het hele proces volledig om en zet het op zijn kop. En dat komt omdat Wiedemann de actieve

en passieve elektrolyse, twee direct tegenovergestelde processen, eenvoudig weg als elektrolyse op een hoop gooit.

---

Tot nu toe hebben we alleen de processen in de keten bestudeerd, d.w.z. het proces waarbij een overschot aan energie vrijkomt door chemische werking en wordt omgezet in elektriciteit door de organisatie van de keten. Dit proces kan ook omgekeerd worden: de elektriciteit van de continue stroom die in de keten wordt geproduceerd uit chemische energie kan op zijn beurt weer worden omgezet in chemische energie in een elektrolysecel, ingebracht in de stroomkring. Beide processen zijn blijkbaar tegengesteld aan elkaar; als we het eerste als chemisch-elektrisch beschouwen, is het tweede elektrochemisch. Beide kunnen op dezelfde stoffen in dezelfde kring werken. Zo kan in een ingeschakelde elektrolysecel de keten van gaselementen, waarvan de stroom wordt opgewekt door waterstof en zuurstof te combineren tot water, waterstofgas en zuurstofgas leveren in de verhouding waarin ze water vormen. De gebruikelijke aanpak vat deze twee tegengestelde processen samen onder één term: elektrolyse, en maakt zelfs geen onderscheid tussen actieve en passieve elektrolyse, een actieve vloeistof en een passieve elektrolyt. Zo behandelt Wiedemann elektrolyse in het algemeen op 133 pagina's en voegt aan het eind enkele opmerkingen toe over "elektrolyse in de keten", waarvan de processen in echte ketens slechts een klein gedeelte van de 17 pagina's van deze sectie, in beslag nemen. Het volgende *Theorie van de Elektrolyse* vermeldt niet eens deze tegenstelling tussen keten en elektrolysecel, en iedereen die in het volgende hoofdstuk "Invloed van elektrolyse op de geleidingsweerstand en de elektromotorische kracht in de gesloten kring", zoekt naar een behandeling van de energieomzettingen in de stroomkring zal bitter teleurgesteld zijn.

Laten we nu kijken naar het onweerstaanbare "elektrolytische proces", dat  $H_2$  van O kan scheiden zonder enige zichtbare aanvoer van energie en dat in de betreffende delen van het boek dezelfde rol speelt als de mysterieuze "elektrische scheidingskracht" eerder deed.

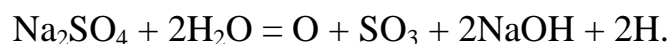
“Naast het *primaire*, *zuiver elektrolytische proces* om de ionen te scheiden, zijn er nu een aantal *secundaire*, *zuiver chemische processen* die volledig onafhankelijk zijn van het *primaire proces* en die worden veroorzaakt door de ionen die door de stroom worden gescheiden. Dit effect kan plaatsvinden op het materiaal van de elektroden en op het ontbonden lichaam, in de oplossingen ook op het oplosmiddel.” (I, p. 481)

Laten we teruggaan naar bovengenoemde keten: zink en koper in verdund zwavelzuur. Hier zijn volgens Wiedemanns eigen verklaring de ionen H<sub>2</sub> en O gescheiden van het water. Bijgevolg is de oxidatie van zink en de vorming van ZnSO<sub>4</sub> een secundair, zuiver chemisch proces, onafhankelijk van het elektrolytisch proces, hoewel het het *primaire proces* mogelijk maakt. Laten we nu in detail kijken naar de verwarring die noodzakelijkerwijs moet ontstaan door deze omkering van het echte proces.

Laten we eerst kijken naar de zogenaamde secundaire processen in de elektrolysecel, waarvan Wiedemann enkele voorbeelden geeft. [\[10\]](#) (p. 481/482)

I. Elektrolyse van zwavelzuurnatrium (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) opgelost in water. Dit “ontbindt... in 1 equivalent SO<sub>3</sub> + O... en 1 equivalent Na. ... Dit laatste reageert echter op het oplossingswater en scheidt 1 equivalent H ervan, terwijl 1 equivalent natriumhydroxide [NaOH] wordt gevormd en opgelost in het omringende water”.

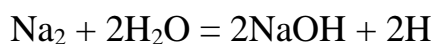
De vergelijking is:



In dit voorbeeld zou de ontbinding inderdaad



het *primaire*, elektrochemische zijn, en de verdere reactie



het secundaire, zuiver chemisch proces. Maar dit secundaire proces vindt direct plaats bij de elektrode, waar de waterstof verschijnt, en de zeer aanzienlijke hoeveelheid energie die vrijkomt (111.810 warmte-eenheden voor Na, O, H, aq. volgens Jul. Thomsen) wordt daarom, in ieder geval voor het grootste deel, omgezet in elektriciteit, en slechts een deel wordt direct omgezet in warmte in de cel. Dit laatste kan echter ook gebeuren met de chemische energie die direct of primair in de *kolom* vrijkomt.

De hoeveelheid energie die op die manier ter beschikking wordt gesteld en in elektriciteit wordt omgezet, wordt echter afgetrokken van de hoeveelheid die de elektriciteit moet leveren voor de verdere ontbinding van  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Als de omzetting van natrium in oxidehydraat op het *eerste* moment van het totale proces als secundair proces verschijnt, wordt het vanaf het tweede moment een essentiële factor van het totale proces en is het dus niet langer secundair.

Maar nu is er nog een derde proces in deze elektrolysecel:  $\text{SO}_3$ , als het zich niet bindt met het metaal van de positieve elektrode, die weer energie zou vrijgeven, bindt zich met  $\text{H}_2\text{O}$  om  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , zwavelzuur, te vormen. Deze reactie vindt echter niet noodzakelijkerwijs direct bij de elektrode plaats, en de hoeveelheid vrijgekomen energie (21.320 warmte-eenheden, J. Thomsen) wordt daarom volledig of grotendeels in warmte in de cel zelf omgezet, en hooguit wordt een zeer klein deel als elektriciteit aan de stroom afgegeven. Het enige echt secundaire proces dat in deze cel plaatsvindt, wordt niet door Wiedemann vermeld.

II: “Als een kopersulfaatoplossing [ $\text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$ ] wordt geëlektrolyseerd tussen een positieve koperelektrode en een negatieve platina-elektrode, dan – terwijl tegelijk een oplossing van zwavelzuur wordt ontbonden in dezelfde stroomkring – dan komt op de negatieve platina-elektrode een equivalent van koper voor een equivalent van ontbonden water vrij; op de positieve elektrode moet een equivalent  $\text{SO}_4$  verschijnen; maar dit bindt zich met het koper van de elektrode om een  $\text{CuSO}_4$ -equivalent te vormen, dat oplost in het water van de elektrolyse-oplossing.” (I, p. 481)



We moeten ons dus het proces in de moderne chemische terminologie op deze manier voorstellen: Cu slaat neer op het platina; het vrijgekomen  $\text{SO}_4$ , dat niet als zodanig kan bestaan, vervalt tot  $\text{SO}_3 + \text{O}$ , dat vrij komt;  $\text{SO}_3$  absorbeert  $\text{H}_2\text{O}$  uit het oplossingswater en vormt  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , dat weer samen met het koper van de elektrode  $\text{CuSO}_4$  vormt, waardoor  $\text{H}_2$  vrij komt. We hebben hier, precies gesproken, drie processen: 1. scheiding van Cu en  $\text{SO}_4$ ; 2.  $\text{SO}_3 + \text{O} + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}$ ; 3.  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Cu} = \text{H}_2 + \text{CuSO}_4$ . Het ligt voor de hand om het eerste als primair te beschouwen, de andere twee als secundair. Maar als we vragen stellen over de energieomzettingen, vinden we dat het eerste volledig wordt gecompenseerd door een deel van het derde proces: de scheiding van koper en  $\text{SO}_4$  door beide te herenigen bij de andere elektrode. Als we de energie die nodig is om het koper van de ene naar de andere elektrode te verplaatsen buiten beschouwing laten en ook het onvermijdelijke, niet precies te bepalen energieverlies in de keten door omzetting in warmte, hebben we hier het geval dat het zogenaamde primaire proces geen energie aan de stroom onttrekt. De stroom levert uitsluitend energie om de nog meer indirecte scheiding van  $\text{H}_2$  en  $\text{O}$  mogelijk te maken, wat het echte chemische resultaat van het hele proces blijkt te zijn – d.w.z. om een *secundair* of zelfs tertiair proces uit te voeren.

In beide bovenstaande voorbeelden heeft het onderscheid tussen primaire en secundaire processen, net als in andere gevallen, een onmiskenbare relatieve rechtvaardiging. Zo lijkt in beide gevallen onder andere water te worden afgebroken en worden de elementen van het water op de tegenoverliggende elektroden afgezet. Omdat volgens de laatste ervaringen absoluut zuiver water zo dicht mogelijk bij het ideaal van een niet-geleider, dus ook van een niet-elektrolyt, komt, is het belangrijk te bewijzen dat in deze en soortgelijke gevallen het water niet direct elektrochemisch wordt afgebroken, maar dat de elementen van het water worden gescheiden van het zuur, waaraan de vorming van het oploswater wel moet bijdragen.

III. “Elektrolyseert men tegelijkertijd in twee U-vormige buizen ... zoutzuur [ $\text{HCl} + 8 \text{H}_2\text{O}$ ] ... en met behulp van een positieve zinkelektrode in de ene buis en koper in de andere, dan lost de

hoeveelheid zink 32,53 op in de eerste  
buis en de hoeveelheid koper  $2 \times 31,7$  in  
de tweede.” [I, p. 482]

Laten we het koper voorlopig buiten beschouwing en het bij zink houden. Het primaire proces is hier de ontbinding van HCl, het secundaire is de oplossing van Zn.

Volgens deze opvatting voorziet de stroom van buitenaf de elektrolysecel van de energie die nodig is voor de scheiding van H en Cl, en na deze scheiding verenigt Cl zich met Zn, waardoor een hoeveelheid energie vrijkomt die wordt afgetrokken van de energie die nodig is voor de scheiding van H en Cl; de stroom hoeft dus alleen maar het verschil te leveren. Tot nu toe is alles perfect, maar als we de twee hoeveelheden energie nader bekijken, zien we dat de hoeveelheid energie die vrijkomt bij de vorming van  $\text{ZnCl}_2$  *groter* is dan de hoeveelheid energie die wordt verbruikt bij de scheiding van  $2\text{HCl}$ , zodat de stroom niet alleen geen energie hoeft te leveren, maar juist *energie ontvangt*. We hebben niet langer een passieve elektrolyt voor ons, maar een geladen vloeistof, geen elektrolysecel, maar een *keten* die de stroom vormende zuil met een nieuw element versterkt; het proces dat we als secundair moeten beschouwen wordt absoluut primair, wordt de energiebron van het hele proces en maakt het onafhankelijk van de stroom die aan de zuil wordt geleverd.

Hier zien we duidelijk de bron van alle verwarring in de theoretische uiteenzetting van Wiedemann. Wiedemann gaat uit van elektrolyse, actief of passief, keten of elektrolysecel, het is allemaal hetzelfde: een doosje pleisters is een doosje pleisters, zoals de oude majoor zei tegen de “eerstejaars” dokter in de filosofie. En omdat de elektrolyse veel gemakkelijker te bestuderen is in de elektrolysecel dan in de keten, begint hij bij de elektrolysecel, hij maakt de processen die er plaatsvinden, en de gedeeltelijk gerechtvaardigde verdeling in primair en secundair, tot maat van de tegengestelde processen in de keten, en hij merkt niet eens wanneer de elektrolysecel onder zijn ogen verandert in een keten. Daarom kan hij deze zin schrijven:

“De chemische affiniteit van de  
ontbonden stoffen met de elektroden

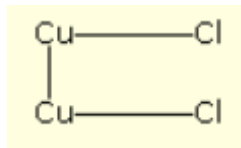
heeft geen invloed op het eigenlijke elektrolytische proces.” (I, p. 471)

een zin die in deze absolute vorm, zoals we zagen, totaal fout is. Vandaar zijn drievoudige theorie van de stroom: ten eerste, de ouderwetse theorie van het zuivere contact; ten tweede, de meer abstracte theorie van de elektrische scheidingskracht, die op onverklaarbare wijze zichzelf of het “elektrolytische proces” van de energie voorziet om H en Cl in de keten te splitsen en stroom te vormen; ten slotte de moderne, chemisch-elektrische, die de bron van deze energie staft in de algebraïsche som van alle chemische activiteit in de keten. Net zoals hij niet merkt dat de tweede verklaring de eerste verwerpt, vermoedt hij niet dat de derde op zijn beurt de tweede verwerpt. Integendeel, het principe van behoud van energie is van buitenaf toegevoegd aan de oude theorie, door routine overgeleverd, aangezien men een nieuw meetkundig theorema aan de vorige koppelt. Hij vermoedt niet dat dit principe een herziening vereist van de gehele traditionele manier van kijken, in deze en alle andere gebieden van de wetenschap. Wiedemann merkt dit eenvoudigweg op in zijn verklaring van de elektriciteit, en legt ze dan rustig terzijde en brengt het pas aan het eind van het boek, in het hoofdstuk over de werking van elektriciteit, weer ter sprake. Zelfs in de theorie van de activiteit van elektriciteit door contact (I, p. 781 e.v.) speelt het behoud van energie in relatie tot de hoofdzaak, geen enkele rol en wordt het slechts af en toe gebruikt om secundaire punten te verduidelijken; het is en blijft een “secundair proces”.

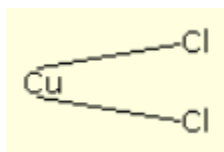
Laten we terugkeren naar voorbeeld III. Waar dezelfde stroom werd gebruikt om zoutzuur in twee U-vormige buizen te elektrolyseren, maar in de ene zink, en koper als de positieve elektrode in de andere. Volgens de fundamentele elektrolytische wet van Faraday, ontbindt dezelfde galvanische stroom equivalente hoeveelheden elektrolyten in elke cel, en de hoeveelheden stoffen die op beide elektroden worden afgezet zijn ook in verhouding tot hun equivalenten (I, p. 470). In het bovenstaande geval bleek dat in de eerste buis de hoeveelheid zink 32,53 was opgelost, in de andere de hoeveelheid koper  $2 \times 31,7$ .

“Het is echter”, vervolgt Wiedemann, “geen bewijs van de gelijkwaardigheid van deze waarden. Deze worden alleen gevonden bij zeer lage concentraties, waarbij zinkchloride wordt gevormd ... aan de ene kant en koperchloride ... aan de andere kant. In het geval van een hoger concentraat, voor dezelfde hoeveelheid opgelost zink, zou de hoeveelheid opgelost koper toenemen met de vorming van een toenemende hoeveelheid chloride ... zou de hoeveelheid opgelost koper dalen tot 31,7.”

Van zink is bekend dat het slechts één chloorverbinding vormt, zinkchloride  $ZnCl_2$ ; koper daarentegen vormt er twee, koperchloride  $CuCl_2$  en koperchloride  $Cu_2Cl_2$ . De gang van zaken is zo, dat de zwakke stroom op elke twee chlooratomen twee koperatomen van de elektrode splitst, die verbonden blijven met één van hun twee verbindingen, terwijl hun twee vrije verbindingen combineren met de twee chlooratomen:



Als de stroom daarentegen sterker wordt, splitst hij de koperatomen volledig en bindt hij ze elk met twee chlooratomen:



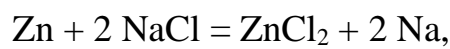
Bij middelsterke stromen worden beide verbindingen naast elkaar gevormd. Het is dus alleen de stroomsterkte die de vorming van de ene of de andere verbinding veroorzaakt, en het proces is dus in wezen *elektrochemisch*, indien dit woord iets betekent. Wiedemann verklaart echter uitdrukkelijk dat het om een secundair, d.w.z. niet om een elektrochemisch, maar om een zuiver chemisch product gaat.

Het bovenstaande experiment is van Renault (1867) en behoort tot een hele reeks soortgelijke experimenten waarbij dezelfde stroom in een U-buis door een zoutoplossing (positieve elektrode – zink), in een andere cel door afwisselende elektrolyten met verschillende metalen als positieve elektroden werd uitgevoerd. De hoeveelheden van de andere metalen die hier zijn opgelost voor elk zink-equivalent, divergeren zeer sterk, en Wiedemann geeft de resultaten van een hele reeks experimenten, die echter in feite meestal chemisch voor de hand liggen en niet anders kunnen zijn. Zo werd bijvoorbeeld voor 1 equivalent zink slechts  $\frac{2}{3}$  equivalent goud opgelost in zoutzuur. Dit kan alleen maar verrassend lijken als men zich, net als Wiedemann, aan de oude equivalenten gewichten houdt en voor zinkchloride:  $ZnCl$  schrijft, volgens welke zowel het chloor als het zink slechts met *één* verbinding in het chloride voorkomt. In werkelijkheid zijn er twee chlooratomen ( $ZnCl_2$ ) per zinkatoom, en zodra we deze formule kennen, zien we meteen dat bij de bovenstaande bepaling van de equivalenten het chlooratoom als eenheid moet worden aangenomen en niet het zinkatoom. Maar de formule voor goudchloride is  $AuCl_3$ , volgens welke het duidelijk is dat  $3ZnCl_2$  evenveel chloor bevat als  $2AuCl_3$  en dat dus alle primaire, secundaire en tertiaire processen in de keten of cel nodig zullen zijn om niet meer en niet minder dan  $\frac{2}{3}$  van het gewicht van goud om te zetten in goudchloride voor elk deel van het gewicht van zink dat wordt omgezet in zinkchloride. Dit geldt absoluut, tenzij de verbinding  $AuCl$  ook met galvanische middelen zou kunnen worden geproduceerd, in welk geval 2 equivalent goud zou moeten worden opgelost voor 1 equivalent zink, en waarbij soortgelijke variaties afhankelijk van de stroomsterkte zouden kunnen optreden als in het geval van koper en chloor. De waarde van de experimenten van Renault is dat ze laten zien hoe de wet van Faraday wordt bevestigd door feiten die daarmee in tegenspraak lijken te zijn. Maar wat ze geacht worden bij te dragen aan het begrip van de secundaire processen in de elektrolyse, is niet te zien.

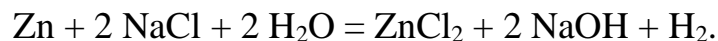
Het derde voorbeeld van Wiedemann leidde ons alweer van de elektrolysecel naar de keten. En inderdaad, de keten is veruit het meest interessante, zodra de elektrolytische processen zijn bestudeerd in relatie tot de omzetting van

energie die er plaatsvindt. Zo komen we vaak kolommen tegen waarin de chemisch-elektrische processen in directe tegenspraak zijn met de wet van behoud van energie en tegengesteld lijken aan de chemische verwantschap.

Volgens de metingen van Poggendorff levert de keten: zink, geconcentreerde zoutoplossing, platina, een stroomsterkte van 134,6. We hebben hier een vrij behoorlijke hoeveelheid elektriciteit,  $\frac{1}{3}$  meer dan in het Daniell-element. Waar komt de energie vandaan die hier als elektriciteit verschijnt? Het “primaire” proces is de vervanging van natrium uit de chloorverbinding door het zink. Maar in de normale chemie is het niet het zink dat het natrium vervangt, maar omgekeerd vervangt het natrium het zink uit chloor en andere verbindingen. Het “primaire” proces kan bovengenoemde hoeveelheid energie bij lange na niet aan de stroom leveren, integendeel, het vereist een externe aanvoer van energie om tot stand te komen. Met alleen het “primaire” proces zitten we dus alweer vast. Laten we dus kijken naar het echte proces. Daar vinden we dat de omzetting niet



is, maar



Met andere woorden, het natrium wordt niet vrij gescheiden bij de negatieve elektrode, maar geoxideerd, zoals in voorbeeld I hierboven. (pp. [419/420])

Om de omzetting van energie in dit proces te berekenen geeft de vaststelling van Julius Thomsen ons op zijn minst enkele aanwijzingen. Volgens deze gegevens hebben we energie vrijgemaakt bij de verbindingen:

$$(\text{Zn}, \text{Cl}_2) = 97.210, (\text{ZnCl}_2, \text{aqua}) = 15.630$$

|                              |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| Totaal opgelost zinkchloride | = 112.840 Warmte-eenheden |
| 2 (Na, O, H, aqua)           | = <u>223.620</u> " "      |
|                              | 336.460 " "               |

Min het energieverbruik tijdens de scheidingen:

|                  |                           |
|------------------|---------------------------|
| 2 (Na, Cl, aqua) | = 193.020 Warmte-eenheden |
|------------------|---------------------------|

|                                |                  |                 |   |
|--------------------------------|------------------|-----------------|---|
| 2 (H <sub>2</sub> , O)         | = <u>136.720</u> | "               | " |
|                                | 329.740          | "               | " |
| Overtollig vrijgekomen energie | 6.720            | Warmte-eenheden |   |

Deze som is blijkbaar te klein voor de verkregen stroom, maar voldoende om de scheiding van natrium en chloor enerzijds en de vorming van stroom anderzijds te verklaren.

Hier hebben we een treffend voorbeeld voor het feit dat het onderscheid tussen primaire en secundaire processen vrij relatief is en leidt naar een reductio ad absurdum [bewijs uit het ongerijmde], zodra we het absoluut nemen. Het primaire elektrolytische proces alleen, kan niet alleen geen elektriciteit opwekken, maar kan zelfs niet zelfvoorzienend zijn. Het secundaire, zogenaamd puur chemische proces is wat het primaire proces in de eerste plaats mogelijk maakt en bovendien het hele overschot aan energie voor het vormen van stroom levert. In werkelijkheid is het dus het primaire proces en het andere het secundaire. Toen de starre verschillen en tegenstellingen, zoals die door metafysici en metafysische natuurvorsers werden voorgesteld, door Hegel dialectisch werden omgedraaid in hun tegengestelden, werd gezegd dat hij hun woorden had verdraaid. Maar als de natuur hetzelfde doet als de oude Hegel, dan is het zeker tijd om de zaak nader te onderzoeken.

Het is correcter om ze als secundaire processen te zien die onafhankelijk zijn en er los van staan, hoewel de activiteit er is als gevolg van het chemisch-elektrische proces in de kolom of het elektrochemische proces van de elektrolysecel, d.w.z. op enige afstand van de elektroden. De omzettingen van energie in dergelijke secundaire processen, komen dus niet in het elektrische proces terecht; ze onttrekken geen energie en leveren ook niet direct energie. Dergelijke processen komen zeer vaak voor in de elektrolysecel; we hebben dit hierboven onder voorbeeld I besproken, een voorbeeld van de vorming van zwavelzuur tijdens de elektrolyse van natriumsulfaat. Maar dat is hier van minder belang. Aan de andere kant is hun aanwezigheid in de kolom van groter praktisch belang. Zelfs als ze niet direct energie toevoegen of onttrekken uit het chemisch-elektrische proces, veranderen ze de som van de beschikbare energie in de kolom en beïnvloeden ze deze dus indirect.

Deze omvatten, naast de daaropvolgende chemische reacties van de gebruikelijke soort, de verschijnselen die optreden wanneer de ionen worden afgescheiden bij de elektroden in een andere staat dan deze waarin ze normaal gesproken vrij voorkomen, en wanneer ze dan pas in de laatste overgaan nadat ze zich van de elektroden hebben verwijderd. De ionen kunnen een andere dichtheid of aggregatietoestand aannemen. Ze kunnen ook belangrijke veranderingen ondergaan in hun moleculaire bouw, en dit is het meest interessante geval. In al deze gevallen komt de secundaire chemische of fysische verandering van de ionen op een bepaalde afstand van de elektroden overeen met een analoge warmteverandering; in de meeste gevallen komt warmte vrij, in sommige gevallen wordt het verbruikt. Het spreekt voor zich dat deze warmteverandering zich in eerste instantie beperkt tot de plaats waar ze zich voordoet: de vloeistof in de kolom of de elektrolysecel warmt op of koelt af, de rest van de stroomkring blijft onaangeroerd. Daarom wordt deze warmte *lokale* warmte genoemd. De chemische energie die beschikbaar is voor omzetting in elektriciteit wordt dus verminderd of verhoogd met het equivalent van deze positieve of negatieve lokale warmte die in de kolom wordt opgewekt. In een kolom met waterstofperoxide en zoutzuur werd volgens Favre  $\frac{2}{3}$  van de totale vrijgekomen energie als lokale warmte verbruikt, terwijl het Grove-element na beëindiging aanzienlijk afkoelde en zo energie van buitenaf aan de stroomkring toevoegde door warmteabsorptie. We zien dus dat deze secundaire processen ook een effect hebben op het primaire proces. We mogen doen wat we willen, het onderscheid tussen primaire en secundaire processen blijft relatief en wordt in de interactie van beide regelmatig opgeheven. Als we dit vergeten, als we zulke relatieve tegenstellingen als absoluut behandelen, zullen we uiteindelijk vastlopen in tegenstrijdigheden, zoals hierboven gezien.

In de elektrolytische afscheiding van gassen is het bekend dat de metaalelektroden beslaan met een dun laagje gas; hierdoor neemt de stroomsterkte af tot de elektroden verzadigd zijn met gas, waarna de verzwakte stroom weer constant wordt. Favre en Silbermann hebben bewezen dat de lokale warmte ook in een dergelijke elektrolysecel ontstaat, wat alleen kan worden veroorzaakt door het feit dat de gassen



niet bij de elektroden vrijkomen in de staat waarin ze normaal gesproken voorkomen, maar dat ze na hun scheiding van de elektroden alleen in deze normale staat worden gebracht door een verder proces dat verband houdt met de warmteontwikkeling. Maar wat is de toestand van de gassen bij de elektroden? Hier kan men niet voorzichtiger zijn dan Wiedemann. Hij noemt het “een bepaalde”, een “allotrope”, een “actieve” toestand, en in het geval van zuurstof soms zelfs een “geozoniseerde” toestand. Waterstof wordt veel mysterieuzer besproken. Af en toe breekt het beeld door dat ozon en waterstofperoxide de vormen zijn waarin deze “actieve” toestand wordt gerealiseerd. Onze auteur is echter zo geobsedeerd door ozon dat hij zelfs zo ver gaat om de extreem elektronegatieve eigenschappen van bepaalde peroxiden te verklaren door het feit dat ze “mogelijk een deel van de zuurstof *in de geozoniseerde toestand* bevatten [cursief van Engels]”! (I, p. 57) Zeker, tijdens de zogenaamde afbraak van water worden zowel ozon als waterstofperoxide gevormd, maar slechts in kleine hoeveelheden. We hebben geen reden om aan te nemen dat in dit geval de lokale warmte wordt bepaald door het feit dat min of meer significante hoeveelheden van de twee bovengenoemde combinaties eerst worden geproduceerd en vervolgens afgebroken. We kennen niet de warmte van het vormen van ozon ( $O_3$ ) uit de *vrije* zuurstofatomen. Volgens Berthelot = 21.480 waterstofperoxide uit  $H_2O$  (vloeibaar) + O; het realiseren van deze combinatie in grote hoeveelheden zou dus veel extra energie vergen (ongeveer 30 % van de energie die nodig is voor het scheiden van  $H_2$  en O), wat voor de hand moet liggen of kan worden aangetoond. Tot slot zouden ozon en waterstofperoxide alleen voor zuurstof zorgen (als we afzien van stroomomkeringen, waarbij beide gassen samenkomen bij dezelfde elektrode), maar niet van waterstof. En toch ontsnapt waterstof, zelfs in een “actieve” toestand, op zo’n manier dat het combineert: kaliumnitraatoplossing tussen platina-elektroden, waarbij stikstof gescheiden wordt van het zuur om direct ammoniak te vormen.

In feite bestaan al deze problemen en zorgen niet. Het vrijgeven van lichamen “in actieve toestand” is geen monopolie van het elektrolytische proces. Elke chemische ontleding doet hetzelfde. Het scheidt in eerste instantie het vrijgekomen chemische element in de vorm van vrije atomen

O, H, N enz., die pas na het vrijkomen van de moleculen  $O_2$ ,  $H_2$ ,  $N_2$  enz. tot moleculen kunnen worden samengevoegd en een bepaalde hoeveelheid energie vrijgeven met deze verbinding, die nog niet is vastgesteld en als warmte verschijnt. Maar tijdens een minuscuul moment, wanneer de atomen vrij zijn, zijn ze drager van alle energie die ze kunnen opnemen; in het bezit van hun maximale energie, zijn ze vrij om elke verbinding aan te gaan die zich aandient. Ze zijn dus “in actieve toestand” tegenover de moleculen  $O_2$ ,  $H_2$ ,  $N_2$ , die al een deel van die energie hebben afgegeven en geen binding met andere elementen kunnen aangaan zonder dat deze afgegeven hoeveelheid energie weer van buitenaf wordt aangevuld. We hoeven dus niet onze toevlucht te nemen tot ozon en waterstofperoxide, die zelf producten van die actieve staat zijn. Wij kunnen bijvoorbeeld de bovengenoemde vorming van ammoniak in de elektrolyse van kaliumnitraat zonder een kolom uitvoeren door eenvoudigweg salpeterzuur of een nitraatoplossing aan een vloeistof toe te voegen waarin waterstof door chemische processen vrijkomt. De actieve toestand van waterstof is in beide gevallen hetzelfde. Maar het interessante aan het elektrolytische proces is dat hier het minuscule bestaan van de vrije atomen begrijpelijk wordt. Het proces is verdeeld in twee fasen: de elektrolyse levert vrije atomen aan de elektroden, maar hun verbinding met de moleculen vindt plaats op enige afstand van de elektroden. Hoe oneindig klein deze afstand ook is, in verhouding tot de massa, het is toch voldoende om grotendeels te voorkomen dat de energie die vrijkomt bij de vorming van de moleculen, dat die wordt gebruikt voor het elektrische proces; dus de omzetting ervan in warmte teweegbrengt – de lokale warmte in de kolom. Hierdoor staat vast dat de elementen als vrije atomen werden afgescheiden en een moment als vrije atomen in de keten bestonden. Dit feit, dat in de zuivere chemie alleen door theoretische conclusies kan worden vastgesteld, wordt ons hier experimenteel bewezen, voor zover dit mogelijk is zonder de zintuiglijke waarneming van de atomen en de moleculen. Hierin ligt het grote wetenschappelijke belang van de zogenaamde lokale warmte van de kolom.

---

De omzetting van chemische energie in elektriciteit door middel van een keten, is een proces waarvan we bijna niets

weten en dat we waarschijnlijk beter zullen leren kennen als de modus operandi van de elektrische beweging zelf beter bekend is.

Aan de keten wordt een “elektrische scheidingskracht” toegekend die voor elke afzonderlijke keten wordt bepaald. Zoals we in het begin hebben gezien, geeft Wiedemann toe dat deze elektrische scheidingskracht geen specifieke vorm van energie is. Integendeel, het is in de eerste plaats niets anders dan het vermogen, de eigenschap van een keten, om een bepaalde hoeveelheid vrijgekomen chemische energie om te zetten in elektriciteit in een tijdseenheid. Deze chemische energie neemt nooit de vorm aan van “elektrische scheidingskracht”, maar neemt integendeel onmiddellijk en direct de vorm aan van de zogenaamde “elektromotorische kracht”, d.w.z. de elektrische beweging. Als men in het gewone leven spreekt over de kracht van een stoommachine in de zin dat deze in staat is om een bepaalde hoeveelheid warmte om te zetten in een beweging van een massa in een tijdseenheid, dan is er geen reden om deze verwarring van termen in de wetenschap in te voeren. We kunnen net zo goed spreken van de verschillende krachten van een pistool, een karabijn, een geweer met een gladde loop en een donderbus, want ze hebben verschillende schietafstanden met dezelfde kruitlading en hetzelfde kogelgewicht. Maar hier is de foute uitdrukking heel duidelijk. Iedereen weet dat de ontsteking van de kruitlading de kogel voortstuwt, en dat het verschillende bereik van de wapens alleen te wijten is aan een grotere of kleinere verspilling van energie, afhankelijk van de lengte van de loop, de speling van de kogel in de loop, en de vorm. En hetzelfde geldt voor de stoomkracht en voor de elektrische scheidingskracht. Twee stoommachines – onder verder gelijkblijvende omstandigheden, d.w.z. dat de hoeveelheid energie die in beide perioden vrijkomt gelijk is – of twee galvanische ketens, met dezelfde voorwaarden, verschillen in hun werkprestaties alleen door een grotere of kleinere energieverpilling. En als alle legers tot nu toe de vuurwapentechniek hebben ontwikkelt zonder een aanname van een bepaalde schietkracht van de geweren, heeft de wetenschap van de elektriciteit geen enkel excuus om een “elektrische scheidingskracht” aan te nemen die analoog is aan deze schietkracht, een kracht waarin absoluut geen

energie verborgen is, en die daarom uit zichzelf niet een miljoenste van een milligram-millimeter werk kan verrichten.

Hetzelfde geldt voor de tweede vorm van deze “scheidingskracht”, de door Helmholtz genoemde “elektrische contactkracht van metalen”. Het is niets anders dan de eigenschap van metalen om energie van een andere vorm om te zetten in elektriciteit wanneer ze met elkaar in contact komen. Het is dus ook een kracht die geen vonkje energie bevat. Laten we met Wiedemann aannemen dat de energiebron van de contactelektriciteit in de *levende kracht* van de adhesie zit; dan bestaat deze energie allereerst in de vorm van beweging van een massa, en wanneer ze verdwijnt, verandert ze onmiddellijk in een elektrische beweging, zonder ook maar een moment de vorm van de “elektrische contactkracht” aan te nemen.

En nu zijn we er bovendien van overtuigd dat deze “elektrische scheidingskracht”, die niet alleen op zichzelf geen energie bevat, maar volgens het concept ervan ook helemaal *geen* energie *kan* bevatten, proportioneel gerelateerd is aan de elektromotorische kracht, d.w.z. de chemische energie die weer opduikt als een elektrische beweging! Deze verhouding tussen niet-energie en energie maakt duidelijk deel uit van de wiskunde waarin de verhouding van de eenheid elektriciteit ten opzichte van het milligram voorkomt. Maar achter de absurde vorm, dat zijn bestaan alleen dankt aan het concept van een *eenvoudige eigenschap* zoals een *mystieke* kracht, zit een zeer eenvoudige tautologie: het vermogen van een bepaalde keten om vrijgekomen chemische energie om te zetten in elektriciteit die wordt gemeten – door wat? Welnu, door de hoeveelheid energie die terugkomt als elektriciteit in de stroomkring, in verhouding tot de chemische energie die in de kolom wordt verbruikt. Dat is alles.

Om een elektrische scheidingskracht te hebben moet men het vervangend middel, de twee elektrische vloeistoffen, serieus nemen. Om ze uit hun neutraliteit te verplaatsen naar hun polariteit, om ze uit elkaar te halen, is een bepaalde hoeveelheid energie nodig – de elektrische scheidingskracht. Eenmaal van elkaar gescheiden, kunnen de twee elektronen dezelfde hoeveelheid energie vrijmaken wanneer ze worden

herenigd – elektromotorische kracht. Maar omdat tegenwoordig niemand, zelfs Wiedemann niet, deze beide elektrische stromen als reëel beschouwt, kan men zeggen dat het voor een afwezig publiek is geschreven, zou men zich daar uitvoerig mee willen bezig houden.

De fundamentele fout van de contacttheorie is dat men niet kan afstappen van het idee dat contactkracht of elektrische scheidingskracht, een *energiebron* is, wat moeilijk te doen is als men de loutere eigenschap van een apparaat om energietransformatie te realiseren, had omgezet in een *kracht*; want een *kracht* wordt verondersteld een bepaalde vorm van energie te zijn. Omdat Wiedemann zich niet kan ontdoen van dit onduidelijke idee van kracht, hoewel moderne ideeën van onverwoestbare en onveranderbare energie zich aan hem hebben opgedrongen, vervalt hij in die zinloze verklaring van de elektriciteit nr. 1 en in alle latere bewezen tegenstrijdigheden.

Als de uitdrukking: elektrische scheidingskracht, direct absurd is, is de andere: elektromotorische kracht, op zijn minst overbodig. We hadden al warmtemotoren lang voordat we elektromotoren hadden, en de warmtetheorie is goed ontwikkeld zonder een speciale thermomotorische kracht. Net zoals de eenvoudige term warmte alle bewegingsverschijnselen omvat die bij deze vorm van energie behoren, zo kan ook de term elektriciteit in zijn vakgebied worden gebruikt. Bovendien zijn veel vormen van elektriciteit niet direct “motorisch”, zoals het magnetiseren van ijzer, chemische ontleding of het omzetten in warmte. En tenslotte, in elke natuurwetenschap, zelfs in de mechanica, is het elke keer als je ergens het woord *kracht* kwijt raakt, een vooruitgang.

We zagen dat Wiedemann de chemische verklaring van de processen in de kolom niet zonder enige terughoudendheid accepteerde. Deze terughoudendheid achtervolgt hem voortdurend; waar hij iets kan koppelen aan de zogenaamde chemische theorie, gebeurt dat zeker. Dus

“het is helemaal niet gefundeerd dat de elektromotorische kracht in verhouding staat tot de intensiteit van de chemische activiteit.” (I, p. 791)

Zeker niet in alle gevallen; maar waar deze proportionaliteit niet plaatsvindt, is dit slechts een bewijs dat de keten slecht geconstrueerd is, dat er energie wordt verspild. En daarom heeft dezelfde Wiedemann helemaal gelijk als hij in zijn theoretische deducties helemaal geen rekening houdt met zulke incidentele omstandigheden die de zuiverheid van het proces vervalsen, maar fijntjes beweert dat de elektromotorische kracht van een element gelijk is aan het mechanische equivalent van de chemische activiteit die plaatsvindt, in de tijdseenheid, in dezelfde eenheid van stroomsterkte. En op een andere plaats:

“Dat verder in de zuur-alkali keten de binding van het zuur en het alkali niet de oorzaak is van de stroomvorming, volgt uit de experimenten §§ 61” (Becquerel en Fechner), “§ 260” (Du Bois-Reymond) en “§ 261” (Worm-Müller), “volgens welke in bepaalde gevallen, wanneer deze in gelijke hoeveelheden worden aangetroffen, er geen elektriciteit wordt opgewekt, en ook uit de in § 62 genoemde experimenten” (Henrici), “dat de elektromotorische kracht op dezelfde manier optreedt wanneer een salpeteroplossing wordt ingebracht tussen de bijtende potasoplossing en salpeterzuur, als zonder deze.” (I, p. 791/792)

De vraag of de verbinding van zuur en alkali de oorzaak is van de stroomvorming is een zeer ernstige zaak voor onze auteur. In deze vorm is het heel gemakkelijk om te antwoorden. De binding van zuur en alkali is in de eerste plaats de oorzaak van de vorming van *zout*, door het vrijkomen van energie. Of deze energie geheel of gedeeltelijk de vorm van elektriciteit zal aannemen, hangt af van de omstandigheden waaronder het vrijkomt. In de keten: salpeterzuur en kaliumoplossing tussen bv. platina-elektroden zal dit op zijn minst gedeeltelijk het geval zijn, hoewel het voor de stroomvorming niet relevant is of een salpeteroplossing al dan niet tussen zuur en alkali wordt gebracht, omdat dit de vorming van zout hoogstens kan

vertragen, maar niet voorkomen. Als echter een kolom zoals die van Worm-Müller wordt gemaakt, waar Wiedemann voortdurend naar verwijst, waar zich in het midden een zure en een alkalische oplossing bevindt, maar aan beide uiteinden een zoutoplossing, en in dezelfde concentratie als de oplossing in de kolom, kan er natuurlijk geen stroom worden gecreëerd, want door de eindschakels – aangezien overal identieke lichamen worden gevormd – *kunnen er geen ionen worden gecreëerd*. Zo is de omzetting van de vrijgekomen energie in elektriciteit onmiddellijk verhinderd als wanneer de kring niet was gesloten; men moet niet verbaasd zijn als men geen elektriciteit krijgt. Maar dat zuur en alkali algemeen gesproken een elektrische stroom kunnen produceren, wordt bewezen door de keten: steenkool, zwavelzuur (1 op 10 water), potas (1 op 10 water), steenkool, die volgens Raoult een stroomsterkte van 73<sup>[11]</sup> heeft; en dat, als de kolom goed is opgezet, een stroomsterkte kan leveren die overeenkomt met de grote hoeveelheid energie die vrijkomt als hij wordt aangesloten, omdat de sterkste bekende kolommen bijna uitsluitend gebaseerd zijn op de vorming van alkalizouten, bv. [Brug van] Wheatstone: platina, platinachloride, kaliumamalgaam, stroomsterkte 230; loodperoxide, verdund zwavelzuur, kaliumamalgaam = 326; mangaanperoxide in plaats van loodperoxide = 280, waarbij elke keer dat zinkamalgaam werd gebruikt in plaats van kaliumamalgaam, de stroomsterkte bijna precies met 100 daalde. Op dezelfde manier verkreeg Beetz in de keten: vast mangaandioxide, kaliumpermanganaatoplossing, kaliumhydroxideoplossing, kalium, stroomsterkte 302, verder: platina, verdund zwavelzuur, kalium = 293,8; Joule: platina, salpeterzuur, kaliumhydroxideoplossing, kaliumamalgaam = 302. De “oorzaak” van deze uitzonderlijke stroomsterkte is zeker de binding van zuur en alkali, oftewel alkalimetaal, en de grote hoeveelheid energie die daarbij vrijkomt.

En een paar pagina's verder staat er weer:

“Er moet echter worden opgemerkt dat het arbeidsequivalent van de gehele chemische werking op het contactpunt van de heterogene lichamen niet rechtstreeks kan worden beschouwd als een maatstaf voor de elektromotorische

kracht in een stroomkring. Als bv. in de zuur-alkali kolom van Becquerel” (iterum Crispinus) “deze twee stoffen zich in de kolom binden, als in de kolom: platina, gesmolten salpeter, kool, verbrande kool, wanneer in een gewoon element: koper, onzuiver zink, verdund zwavelzuur, het zink snel oplost met de vorming van lokale stromen, dan wordt een groot deel van de arbeid in deze chemische processen” (het moet zijn: vrijgekomen energie) “omgezet in warmte en gaat zo verloren voor het gehele circuit.” (I, p. 798)

Al deze processen zijn te wijten aan energieverlies in de kolom, ze hebben geen betrekking op het feit dat de elektrische beweging wordt opgewekt uit omgezette chemische energie, maar alleen op de hoeveelheid omgezette energie.

Elektriciens besteedden eindeloos veel tijd en moeite aan het samenstellen van de meest uiteenlopende ketens en het meten van hun “elektromotorische kracht”. Het op deze manier geaccumuleerde experimentele materiaal bevat veel waardevol materiaal, maar zeker veel meer waardeloos. Welke wetenschappelijke waarde hebben experimenten, bijvoorbeeld, waarbij “water” als elektrolyt wordt gebruikt, wat, zoals nu door F. Kohlrausch wordt bewezen, de slechtste geleider is, d.w.z. ook de slechtste elektrolyt, [\[12\]](#) waarbij het niet het water is maar onbekende onzuiverheden, dat het proces veroorzaakt? En toch is bijvoorbeeld bijna de helft van alle experimenten van Fechner gebaseerd op een dergelijk gebruik van water, zelfs zijn “experimentum crucis [beslissende proef]”, waarbij hij de contacttheorie onwankelbaar wilde funderen op de ruïnes van de chemische theorie. Zoals blijkt, zijn in bijna alle experimenten, op enkele na, de chemische processen in de keten, die de bron zijn van de zogenaamde elektromotorische kracht, zo goed als genegeerd. Er zijn echter een hele reeks ketens waarvan de chemische formulering ons niet in staat stelt om betrouwbare conclusies te trekken over de chemische omzettingen die erin



plaatsvinden nadat het stroomkring is uitgeschakeld. Integendeel, zoals Wiedemann (I, p. 797) zegt [dat het]

“niet te ontkennen [is] dat we de chemische aantrekkingskracht in de ketens nog niet in alle gevallen doorzien”.

Al deze experimenten zijn dus waardeloos vanuit chemisch oogpunt, wat belangrijk is, totdat het proces gecontroleerd wordt herhaald.

Het is slechts bij uitzondering dat de omzettingen van energie in de ketens, nu experimenteel overwogen worden. Velen zijn gedaan voordat de wet van de equivalentie van beweging wetenschappelijk werd erkend, maar ze slepen zich gewoonlijk ongecontroleerd en onvoltooid van het ene naar het andere handboek. Als er wordt gezegd dat elektriciteit geen inertie heeft (wat ongeveer evenveel zin heeft als dat snelheid geen specifiek gewicht heeft), dan kan dit niet worden gezegd van de theorie van de elektriciteit.

---

Tot nu toe hebben we het galvanische element beschouwd als een mechanisme waarbij, als gevolg van de vastgestelde contactverhoudingen, chemische energie vrijkomt en wordt omgezet in elektriciteit op een manier die nog niet bekend is. We hebben de elektrolysecel ook beschreven als een apparaat waarin het omgekeerde proces in gang wordt gezet, de elektrische beweging wordt omgezet in chemische energie en als zodanig wordt verbruikt. We moesten ons richten op de chemische kant van het proces, die zeer werd verwaarloosd door de elektriciens, omdat dit de enige manier was om ons te ontdoen van de warboel van ideeën, overgeleverd uit de oude contacttheorie en de theorie van de twee elektrische vloeistoffen. Is dit gebeurd, is het de vraag of het chemische proces in de ketens onder dezelfde omstandigheden plaatsvindt als daarbuiten, of dat er speciale verschijnselen optreden die afhankelijk zijn van elektrische activering.

Onjuiste ideeën in elke wetenschap zijn immers, als we afzien van waarnemingsfouten, onjuiste ideeën van correcte feiten. De laatste blijven, zelfs als we bewijzen dat de eerste vals is. Als we de oude contacttheorie hebben afgeschud, zijn

er nog steeds de vastgestelde feiten die als verklaring zouden moeten dienen. Laten we eens kijken naar deze feiten en dus naar de eigenlijke elektrische kant van het proces in de ketens.

Het wordt niet betwist dat het contact van heterogene lichamen met of zonder chemische veranderingen opwekking van elektriciteit veroorzaakt, wat kan worden aangetoond met behulp van een elektroscoop of een galvanometer. De energiebron van deze op zich uiterst minimale bewegingsverschijnselen is in individuele gevallen moeilijk vast te stellen, zoals we in het begin al zagen; het is voldoende dat het bestaan van zo'n externe bron over het algemeen wordt toegegeven.

Kohlrausch publiceerde in 1850-1853 over een reeks experimenten waarin hij de afzonderlijke onderdelen van een kolom paarsgewijs samenstelde en testte op de statisch-elektrische spanningen die telkens konden worden gedetecteerd; de algebraïsche som van deze spanningen moet dan worden gebruikt om de elektromotorische kracht van het element te berekenen. Dus, uitgaande van de spanning Zn/Cu = 100, berekent hij de relatieve sterkte van het Daniell- en het Grove-element als volgt:

Daniell:

$$\text{Zn/Cu} + \text{amalgam Zn/H}_4\text{SO}_4 + \text{Cu/SO}_4\text{Cu} = 100 + 149 - 21 = 228;$$

Grove:

$$\text{Zn/Pt} + \text{amalgam Zn/H}_2\text{SO}_4 + \text{P/HNO}_3 = 107 + 149 + 149 = 405,$$

wat nauw aansluit bij de directe meting van de stroomsterkte van deze elementen. Deze resultaten zijn echter geenszins zeker. Ten eerste, Wiedemann wijst er zelf op dat Kohlrausch slechts het eindresultaat geeft, maar

“helaas geen cijfers geeft voor de resultaten van de individuele experimenten.” [I, p. 104]

En ten tweede erkent Wiedemann zelf steeds weer dat alle pogingen om de elektrische spanningen te bepalen wanneer metalen en, meer nog, metalen en vloeistoffen met elkaar in contact komen, op zijn minst zeer onzeker zijn vanwege de talrijke onvermijdelijke fouten. Als hij desondanks meerdere malen de cijfers van Kohlrausch gebruikt in zijn berekeningen, is het beter om hem hierin niet te volgen, temeer er een ander bepalend middel is, waartegen deze bezwaren van geen tel zijn.

Als de twee geactiveerde platen van een kolom in de vloeistof worden neergelaten en vervolgens aangesloten op de uiteinden van een galvanometer om een stroomkring te vormen, dan is volgens Wiedemann

“het aanvankelijke uitslaan van de magnetische naald, voordat de chemische veranderingen de sterkte van de elektrische stroom hebben veranderd, een maat voor de som van de elektromotorische krachten in de stroomkring.” [I, p. 62]

Ketens met verschillende sterktes geven dus verschillende initiële afwijkingen, en de grootte van deze initiële afwijkingen, is evenredig met de stroomsterkte van de overeenkomstige ketens.

Het lijkt erop dat we hier duidelijk te maken hebben met de “elektrische scheidingskracht”, de “contactkracht”, die een beweging veroorzaakt die onafhankelijk is van chemische activiteit. Dit is wat de hele contacttheorie bedoelt. En inderdaad, hier hebben we een relatie tussen elektrische spanning en chemische activiteit die we hierboven nog niet hebben onderzocht. Laten we eerst de zogenaamde elektromotorische wet nader bekijken; we zullen zien dat ook hier de traditionele noties van contact niet alleen geen verklaring bieden, maar ook de weg naar een verklaring direct blokkeren.

Als men verdund zoutzuur, koper, een derde metaal, bv. een platinaplaat, in een element dat bestaat uit twee metalen en een vloeistof, bv. zink, plaatst zonder deze met een looddraad met een extern circuit te verbinden, is het aanvankelijke

uitslaan van de galvanometer exact gelijk aan die *zonder* platinaplaat. Het heeft dus geen invloed op de opwekking van elektriciteit. Dit kan echter niet op zo'n eenvoudige manier in elektromotorische taal worden uitgedrukt. Er staat:

“De elektromotorische kracht van zink en koper in de vloeistof is nu vervangen door de som van de elektromotorische krachten van zink en platina en platina en koper. Aangezien het tracé van de elektriciteit niet merkbaar verandert door het inbrengen van de platinaplaat, kunnen we uit de gelijksoortigheid van de data van de galvanometer in beide gevallen concluderen dat de elektromotorische kracht van zink en koper in de vloeistof gelijk is aan die van zink en platina plus die van platina en koper in dezelfde vloeistof. Dit zou overeenkomen met Volta's theorie van de spanning van de elektriciteit tussen de metalen op zich. Het resultaat, dat geldt voor elke vloeistof en elk metaal, wordt als volgt uitgedrukt: wanneer ze elektrisch geactiveerd worden door vloeistoffen, volgen de metalen de wet van de voltaïsche reeks. Deze wet wordt ook wel de *elektromotorische wet* genoemd.” Wiedemann, I, p. 62.

Als men zegt dat platina in deze combinatie helemaal geen elektriciteit opwekt, wordt een eenvoudig feit vermeld. Als we zeggen dat platina wel degelijk een elektriserende werking heeft, maar in twee tegengestelde richtingen van gelijke sterkte, zodat het effect teniet wordt gedaan, maken we van het feit een hypothese, alleen maar om de “elektromotorische kracht” de eer te geven. In beide gevallen speelt het platina de rol van stroman.

Op het moment van de eerste beweging van de meternaald is de stroomkring nog niet gesloten. Het zuur, niet ontbonden, geleidt niet; het kan alleen geleidend zijn door middel van ionen. Als het derde metaal niet reageert op de eerste

beweging van de naald, dan is dat simpelweg omdat het nog steeds *geïsoleerd* is.

Hoe gedraagt het derde metaal zich nu na de productie van de continue stroom en tijdens zijn duur?

In de rij metalen in de meeste vloeistoffen ligt zink na de alkalimetalen vrij dicht bij het positieve uiteinde en het platina aan het negatieve uiteinde, en koper tussen de twee. Dus als platina tussen koper en zink wordt gezet zoals hierboven, is het negatief voor beide. De stroom in de vloeistof, als het platina al zou werken, zou van het zink en van het koper naar het platina moeten stromen, dat wil zeggen, weg van beide elektroden naar het niet-verbonden platina; wat een *contradictio in adjecto* is [tegenstrijdigheid in het bijgevoegde]. De basisvoorwaarde voor de effectiviteit van de verschillende metalen in de kolommen is dat ze met elkaar verbonden zijn om een stroomkring te vormen. Een niet-aangesloten, overtollig metaal in de kolom is een niet-geleider; het kan geen ionen vormen of doorlaten, en zonder ionen kennen we geen geleiding in elektrolyten. Het is dus niet alleen een stroman, het staat zelfs in de weg en dwingt de ionen om er langs te gaan.

Hetzelfde geldt als we zink en platina verbinden en het koper ongebonden in het midden plaatsen: hier zou het, als het al werkte, een stroom van zink naar koper en een tweede stroom van koper naar platina creëren, zodat het als een soort tussen-elektrode moet fungeren en waterstofgas afzetten aan de zinkzijde, wat onmogelijk is.

Als we de traditionele elektromotorische wijze van spreken afschudden, is de zaak uiterst eenvoudig. De galvanische keten die we zagen, is een mechanisme waarbij chemische energie vrijkomt en wordt omgezet in elektriciteit. Het bestaat meestal uit een of meer vloeistoffen en twee metalen als elektroden, die buiten de vloeistoffen om geleidend met elkaar verbonden moeten zijn. Daarmee is het apparaat gemaakt. Wat we ook in de geactiveerde vloeistof onderdompelen zonder verbinding, of het nu metaal, glas, hars of wat dan ook is, kan niet meewerken aan het chemisch-elektrische proces, aan de vorming van stroom, zolang het de vloeistof niet chemisch verandert, hoogstens kan het het proces *verstoren*. Wat het elektrische vermogen van een

derde, ondergedompeld metaal met betrekking tot de vloeistof en één of beide elektroden van de keten ook mag zijn, het kan geen effect hebben zolang dat metaal niet verbonden is met de stroomkring buiten de vloeistof.

Volgens dit alles is niet alleen de bovenstaande *afleiding van* de zogenaamde elektromotorische wet door Wiedemann fout; de betekenis die hij aan deze wet geeft is ook verkeerd. Evenmin kan men spreken van een compenserende elektromotorische activiteit van het ongebonden metaal, aangezien deze activiteit van meet af aan is afgesneden van de enige voorwaarde waaronder zij effectief kan worden; evenmin kan de zogenaamde elektromotorische wet worden afgeleid uit een feit dat buiten haar vakgebied valt.

In 1845 publiceerde de oude Poggendorff over een reeks experimenten waarin hij de elektromotorische kracht van verschillende ketens mat, d.w.z. de hoeveelheid elektriciteit die elke keten in een tijdseenheid levert. Van bijzondere waarde zijn de eerste 27, waarin drie specifieke metalen in dezelfde geactiveerde vloeistof, achtereenvolgens zijn verbonden om drie verschillende ketens te vormen, die vervolgens worden onderzocht en vergeleken wat betreft de hoeveelheid geleverde elektriciteit. Poggendorff plaatste als goede contact-elektriker altijd het derde metaal los in de kolom en was tevreden om met eigen ogen te zien dat in alle 81 ketens deze “derde in het peloton” een stroman bleef. De betekenis ligt echter niet in deze experimenten, maar in de bevestiging en vaststelling van de juiste betekenis van de zogenaamde elektromotorische wet.

Laten we bij de bovenstaande rij ketens blijven, waarbij zink, koper en platina in verdund zoutzuur met elkaar verbonden zijn. Hier vond Poggendorff de hoeveelheden geleverde elektriciteit als volgt, waarbij het Daniëll-element = 100

|               |              |
|---------------|--------------|
| zink-koper    | = 78,8       |
| koper-platina | = 74,3       |
| <b>totaal</b> | <b>153,1</b> |
| zink-platina  | = 153,7      |

Zink in directe verbinding met platina leverde dus bijna exact dezelfde hoeveelheid elektriciteit als zink-koper + koper-platina. Hetzelfde gebeurde in alle andere ketens, ongeacht de gebruikte vloeistoffen en metalen. Als door middel van een reeks metalen die in dezelfde actieve vloeistof ondergedompeld worden, de ketens zo worden gevormd dat, volgens de voltaïsche reeks geldig voor deze vloeistof, het tweede, derde, vierde metaal, enz., na elkaar als negatieve elektrode met betrekking tot de vorige en als positieve elektrode met betrekking tot de volgende, dienen, dan is de som van de hoeveelheid elektriciteit die door al deze ketens worden geleverd, gelijk aan de hoeveelheid elektriciteit die door een kolom wordt geleverd die direct tussen de twee eindverbindingen van de volledige reeks metalen wordt gevormd. Zo zou bijvoorbeeld in verdund zoutzuur de totale hoeveelheid elektriciteit die wordt geleverd door de zink-tin, tin-ijzer, ijzer-koper, koper-zilver en zilver-platina schakeling, gelijk zijn aan de hoeveelheid geleverd door de zink-platina schakeling; een keten die wordt gevormd door alle elementen van de bovengenoemde reeks zou anders onder gelijke verhoudingen net geneutraliseerd worden door een zink-platina element, dat in de tegenovergestelde stroomrichting wordt ingeschakeld.

In deze versie krijgt de zogenaamde elektromotorische wet een reële en grote betekenis. Het onthult een nieuw aspect van de verbinding tussen chemische en elektrische activiteit. Tot nu toe, bij het onderzoek naar de energiebron van de galvanische stroom, bleek deze bron, de chemische reactie, de actieve kant van het proces te zijn; er werd elektriciteit uit opgewekt, dus in eerste instantie leek het passief te zijn. Nu is dit omgekeerd. De elektrische activiteit die wordt veroorzaakt door de aard van de heterogene lichamen die met elkaar in contact komen in de kolommen kan geen energie toevoegen of onttrekken aan de chemische werking (anders dan door het omzetten van vrijgekomen energie in elektriciteit). Maar het kan deze actie versnellen of vertragen, afhankelijk van de structuur van de kolom. Als de zinkverdunde zoutzuur-koper kolom in een tijdseenheid slechts half zoveel stroom levert als de zinkverdunde zoutzuur-platina kolom, betekent dit chemisch gezien dat de eerste kolom in een tijdseenheid slechts half zoveel zinkchloride en waterstof levert als de tweede. De *chemische werking is dus verdubbeld, hoewel de*

*zuiver chemische omstandigheden gelijk zijn gebleven.* De elektrische activiteit is de regulator van de chemische werking geworden en verschijnt nu als de actieve kant, de chemische werking als het passieve.

Het wordt dus begrijpelijk dat een hele reeks processen die voorheen als puur chemisch werden beschouwd, nu elektrochemisch blijken te zijn. Chemisch zuiver zink wordt slechts zeer zwak aangetast door verdund zuur, als dat al het geval is; gewoon commercieel zink daarentegen lost snel op onder zoutvorming en waterstofontwikkeling, het bevat toevoegingen van andere metalen en koolstof, die op verschillende plaatsen aan het oppervlak ongelijk zijn vertegenwoordigd. Tussen hen en het zink zelf worden lokale stromen gevormd in het zuur, waarbij de zink-locaties de positieve elektroden vormen en de andere metalen de negatieve elektroden waar de waterstofbellen worden afgescheiden. Op dezelfde manier wordt het fenomeen van ijzer ondergedompeld in een koper-vitriooloplossing die bedekt is met een laagje koper nu beschouwd als elektrochemisch: het wordt veroorzaakt door stromen die ontstaan tussen de heterogene punten van het ijzeren oppervlak.

Zo vinden we ook dat de voltaïsche reeksen van metalen in vloeistoffen in hun geheel en voor een groot deel overeenkomen met de reeksen waarin de metalen elkaar met de halogenen en zure radicalen uit hun verbindingen verdringen. Aan het uiterste negatieve einde van de voltaïsche reeks vinden we regelmatig de metalen van de goudgroep: goud, platina, palladium, rhodium, die moeilijk te oxideren zijn, nauwelijks of niet worden aangetast door zuren en gemakkelijk uit hun zouten neerslaan door de andere metalen. Aan het uiterste positieve einde zijn er de alkalimetalen, die het tegenovergestelde gedrag vertonen: ze kunnen nauwelijks met het grootste energieverbruik van hun oxiden worden gescheiden, komen in de natuur bijna uitsluitend voor in de vorm van zouten en hebben van alle metalen veruit de grootste verhouding tot halogenen en zure radicalen. Tussen deze twee zijn er andere metalen in een enigszins wisselende volgorde, maar wel zodanig dat het elektrische en chemische gedrag correct is. De volgorde van de afzonderlijke vloeistoffen die eronder vallen, verandert afhankelijk van de vloeistoffen en is



ook nauwelijks definitief bepaald voor een enkele vloeistof. Het is zelfs te betwijfelen of een dergelijke absolute voltaïsche reeks van metalen bestaat voor een enkele vloeistof. Twee stukken van hetzelfde metaal kunnen dienen als positieve en negatieve elektroden in geschikte ketens en elektrolysecellen, zodat hetzelfde metaal zowel positief als negatief kan zijn t.o.v. zichzelf. Bij thermo-elementen, die warmte omzetten in elektriciteit, verandert de stroomrichting bij grote temperatuurverschillen op de twee overgangen: het voorheen positieve metaal wordt negatief en omgekeerd. Evenzo is er geen absolute volgorde waarin metalen elkaar met een bepaalde halogeen of zuur-radicaal uit hun chemische verbindingen verdringen; door het leveren van energie in de vorm van warmte kunnen we in veel gevallen de reeks die van toepassing is op de gewone temperatuur bijna naar believen veranderen en omdraaien.

We vinden hier dus een eigenaardige wisselwerking tussen chemie en elektriciteit. De chemische werking in de kolom, die alle energie voor de vorming van elektriciteit levert, wordt op zijn beurt in veel gevallen eerst in gang gezet en in alle gevallen kwantitatief geregeld door de in de kolom geïntroduceerde elektrische spanningen. Als de processen in de kolom ons eerder chemisch-elektrisch leken, dan zien we hier dat ze net zo elektrochemisch zijn. Vanuit het oogpunt van de vorming van een *continue* stroom, verschijnt de chemische werking als primair; vanuit het oogpunt van *activiteit* van de stroom, verschijnt het als secundair, accessoir. De wisselwerking sluit elke absolute primaire en elke absolute secundaire factor uit, maar het is ook een tweezijdig proces dat uit de aard der zaak vanuit twee verschillende gezichtspunten kan worden beschouwd; om als geheel te worden begrepen moet het zelfs achtereenvolgens vanuit beide gezichtspunten worden bekeken voordat het totale resultaat kan worden samengevat. Als we echter eenzijdig het ene standpunt innemen als een absoluut standpunt tegenover het andere, of als we willekeurig van het ene naar het andere springen, afhankelijk van een kortstondige redeneerbehoefte, blijven we verstrikt in de eenzijdigheid van het metafysisch denken; de context ontsnapt ons en we raken verstrikt in de ene tegenstrijdigheid na de andere.

Hierboven zagen we volgens Wiedemann het aanvankelijke uitslaan van de galvanometer, direct na het onderdompelen van geactiveerde platen in de vloeistof van de kolom, en voordat chemische veranderingen de sterkte van de elektrische activiteit hebben veranderd,

“een maat is de som van de elektromotorische krachten in de stroomkring.”

Tot nu toe kenden we de zogenaamde elektromotorische kracht als een vorm van energie, die in ons geval werd opgewekt uit chemische energie in equivalente hoeveelheden en die in het verdere verloop weer werd omgezet in equivalente hoeveelheden warmte, beweging van een massa, enz. Hier leren we ineens dat de “som van de elektromotorische krachten in een stroomkring” al bestaat *voordat* chemische veranderingen die energie hebben vrijgemaakt; m.a.w., de elektromotorische kracht is niets anders dan het vermogen van een bepaalde kolom om een bepaalde hoeveelheid chemische energie in een tijdseenheid vrij te maken en om te zetten in elektrische beweging. Net als de elektrische scheidingskracht in het verleden verschijnt de elektromotorische kracht hier als een kracht die geen vonkje energie bevat. Wiedemann verstaat onder “elektromotorische kracht” dus twee totaal verschillende dingen: enerzijds het vermogen van een keten om een bepaalde hoeveelheid resulterende chemische energie vrij te maken en om te zetten in elektrische beweging, en anderzijds de ontwikkelde hoeveelheid elektrische beweging zelf. Het feit dat beide in verhouding staan tot elkaar, dat het ene een maat is voor het andere, doet het verschil niet teniet. De chemische werking in de kolom, de hoeveelheid ontwikkelde elektriciteit en de warmte die daardoor in de stroomkring wordt opgewekt, wanneer er geen ander werk wordt verricht, zijn meer dan evenredig, ze zijn zelfs gelijkwaardig; maar dit doet niets af aan hun verschil. De capaciteit van een stoommachine met een bepaalde cilinderdiameter en zuigerslag om een bepaalde hoeveelheid mechanische beweging te produceren uit de geleverde warmte is zeer verschillend van deze mechanische beweging zelf, hoe proportioneel deze ook is. En als zo’n manier van spreken aanvaardbaar was in een tijd dat er in de natuurwetenschap nog geen sprake was van behoud van

energie, dan is het duidelijk dat met de erkenning van deze basiswet, echte levende energie, in welke vorm dan ook, niet verward mag worden met het vermogen van welk apparaat dan ook, om aan de vrijgekomen energie een vorm te geven. Deze verwarring is een gevolg van de verwarring van kracht en energie dankzij de elektrische scheidingskracht; in beide gevallen gaf het een harmonieuze achtergrond voor de drie totaal tegenstrijdige verklaringen van Wiedemann over de stroom, maar die uiteindelijk de basis was van al zijn fouten en warrigheid over de zogenaamde “elektromotorische kracht”.

Naast de reeds bekeken eigenaardige interactie tussen chemie en elektriciteit is er een tweede gemeenschappelijk kenmerk, dat ook wijst op een nauwe relatie tussen deze twee bewegingsvormen. Beide kunnen alleen maar *verdwijnd* bestaan. Het chemische proces vindt ineens plaats voor elke groep aanwezige atomen. Het kan maar verlengd worden door de aanwezigheid van nieuw verschijnend materiaal. Hetzelfde geldt voor de elektrische beweging. Niet eerder wordt het geproduceerd uit een andere bewegingsvorm, dan dat het weer overgaat in een derde bewegingsvorm; alleen een constante aanwezigheid van de beschikbare energie kan een constante stroom produceren, waarbij op elk moment nieuwe bewegingen de vorm van elektriciteit aannemen en weer verliezen.

Het inzicht in dit nauwe verband tussen chemische en elektrische werking en vice versa zal op beide onderzoeksgebieden tot grote resultaten leiden. Het wordt nu al steeds algemener. Onder de chemici verklaarden Lothar Meyer en na hem Kekulé, ronduit dat een hervatting van de elektrochemische theorie in een verjongde vorm op handen was. Zelfs onder elektriciens, zoals in het bijzonder de meest recente werken van F. Kohlrausch suggereren, lijkt de overtuiging te bestaan dat alleen een nauwkeurige observatie van de chemische processen in de kolom en de elektrolysecel hun wetenschap kan helpen om de impasse van oude tradities te doorbreken.

En inderdaad, het is onmogelijk om te zien hoe de doctrine van het galvanisme en, ten tweede, de doctrine van het magnetisme en statische elektriciteit een stevige basis kunnen

krijgen, dan door een chemisch exacte algemene herziening van alle verouderde, ongecontroleerde experimenten. Op basis van een wetenschappelijk standpunt, met exacte observatie en bepaling van de energieomzettingen en met tijdelijke verwerping van alle traditionele theoretische ideeën over elektriciteit.

---

[7] Voor de feiten in dit hoofdstuk baseren we ons vooral op Wiedemanns *Lehre vom Galvanismus und Elektromagnetismus*, 2 vol. in 3 delen, 2e editie, Braunschweig [1872-]1874. In *Nature*, 1882, 15 juni, wordt verwezen naar deze “bewonderenswaardige verhandeling die in haar aanstaande vorm, met toevoeging van de elektrostatica, de grootste bestaande experimentele verhandeling over elektriciteit zal zijn.”

[8] Ik gebruik de term “electriciteit” in de zin van elektrische beweging met hetzelfde recht als de algemene term “warmte” wordt gebruikt om de vorm van beweging die zich aan onze zintuigen manifesteert als warmte uit te drukken. Dit kan des te minder bezwaarlijk zijn omdat elke mogelijke verwarring met de *spanningstoestand* van electriciteit hier bij voorbaat uitdrukkelijk wordt uitgesloten.

[9] Onlangs heeft F. Kohlrausch (*Wiedemanns Annalen*, VI [Leipzig 1879], p. 206) berekend dat “immense krachten” betrokken zijn bij het verplaatsen van ionen in het oploswater. Om 1 mg een afstand van 1 mm te verplaatsen is een trekkracht nodig die voor H = 32.500 kg, voor Cl = 5.200 kg, d.w.z. voor HCl = 37.700 kg. – Zelfs als deze aantallen absoluut correct zijn, hebben ze geen invloed op het bovenstaande. De berekening bevat echter hypothetische factoren die tot nu toe onvermijdelijk waren op het gebied van electriciteit en die daarom experimenteel moeten worden gecontroleerd. Dit lijkt mogelijk. Eerst moeten deze “immense krachten” weer opduiken op de plaats waar ze worden verbruikt, dat wil zeggen in de kolom in het bovenstaande geval, als een bepaalde hoeveelheid warmte. Ten tweede moet de energie die zij verbruiken lager zijn dan de energie die wordt geleverd door de chemische processen in de kolom, met een zeker verschil. Ten derde moet dit verschil in de rest van de stroomkring worden verbruikt en ook daar kwantitatief aantoonbaar zijn. Pas na bevestiging door deze

controle kunnen bovenstaande cijfers definitief geldig zijn. De detectie in de elektrolysecel lijkt nog haalbaarder.

[10] Eens en voor altijd moet worden opgemerkt dat Wiedemann overal de oude chemische equivalenten gebruikt, waarbij hij HO, ZnCl enz. schrijft. In mijn vergelijkingen worden de moderne atoomgewichten overal gebruikt, d.w.z. H<sub>2</sub>O, ZnCl<sub>2</sub>, enz.

[11] In alle volgende specificaties van de stroomsterkte is het Daniell-element: = 100.

[12] Een zuil met het zuiverste water, gepresenteerd door Kohlrausch, met een lengte van 1 mm bood dezelfde weerstand als een koperen kabel met dezelfde diameter en lengte van ongeveer de baan van de maan (Naumann, *Allg. Chemie*, p. 729).

---

{1} Engels: “*Vervolgens wordt de negatieve elektriciteit in het zink verbonden met de positieve elektriciteit van het dichtstbijzijnde atoom Cl..*”

{2} In de marge van het manuscript voegde Engels toe: “Als men aanneemt dat de huidige sterkte van één Daniëll-element = 100.”

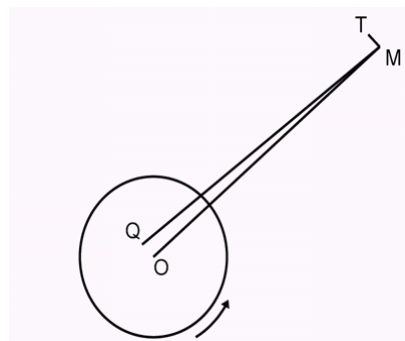
### Getijdenwrijving. Kant en Thomson-Tait

#### Aardrotatie en aantrekkingskracht van de maan

Thomson en Tait, *Nat. Philos.* I, p. 191 (§ 276):

“Alle lichamen waar de vrije oppervlakken deels uit een vloeistof bestaan, zoals de aarde, hebben indirecte weerstanden als gevolg van wrijving, waardoor de bewegingen van eb en vloed worden gehinderd. Zolang zulke lichamen zich ten opzichte van naburige lichamen bewegen, onttrekken deze weerstanden voortdurend energie aan hun relatieve bewegingen. Kijken we eerst naar het effect van de maan op de aarde, met haar zeeën, meren en rivieren, dan zien we dat dit effect de neiging heeft de periodes van de aardrotatie om zijn as en de rotatie van de beide lichamen samen om hun inertiaalcentrum [Trägheitsmittelpunkt] te egaliseren, want zolang deze periodes verschillen, hebben eb en vloed een effect op het aardoppervlak door het voortdurend onttrekken van energie uit de bewegingen van beiden. Om het onderwerp in detail te bekijken en tegelijk onnodige complicaties te vermijden, veronderstellen we dat de maan een uniform bolvormig lichaam is. De wederzijdse actie en reactie tussen zijn massa en die van de aarde zal equivalent zijn aan één enkele kracht die in om het even welke lijn door het middelpunt beweegt *en zo teweegbrengt dat de rotatie van de aarde wordt belemmerd, zolang dit gebeurt in een kortere periode dan de beweging van de maan rond de aarde.* [cursief van Engels] Zij moet dus een richting hebben die vergelijkbaar is met die van de MQ-lijn in het diagram dat, met een noodzakelijke aanzienlijke overdrijving, zijn OQ-afwijking van het middelpunt van de aarde weergeeft. De kracht die werkelijk op de maan in de richting van MQ werkt kan nu worden voorgesteld als bestaande uit twee delen;

de grootte van het eerste deel, dat werkt in de lijn MO die naar het middelpunt van de aarde gaat, wijkt niet merkbaar af van de grootte van de gehele kracht; de richting MT van de naar verhouding zeer kleine tweede component staat loodrecht op MO. Deze laatste kracht is bijna tangenteel aan de baan van de maan, en werkt *in de zin* van de beweging van de maan. Als zo'n kracht plotseling zou werken, dan zou het eerst de snelheid van de maan verhogen; maar na een bepaalde tijd, als gevolg van deze versnelling, zou de maan zich verder van de aarde hebben verwijderd met zo'n afstand dat, omdat zijn beweging ingaat tegen de aantrekkingskracht van de aarde, hij evenveel snelheid zou hebben verloren als er door de tangentiële versnelling was bereikt.



Het effect van een voortdurende tangentiële kracht, in de zin van de beweging, maar van zo'n kleine omvang, dat het op elk moment slechts een kleine afwijking geeft van de cirkelvormige baan, bestaat uit het geleidelijk vergroten van de afstand tot het centrale lichaam, en het verlies van evenveel kinetische energie van de beweging, als de eigen arbeid tegen de aantrekkingskracht van het centrale lichaam. Het is gemakkelijk om de omstandigheden te begrijpen als je kijkt naar deze beweging rond het

centrale lichaam als een zeer langzaam uitdijende spiraalvormige baan. Op voorwaarde dat de kracht omgekeerd evenredig is met het kwadraat van de afstand, zal de tangentiële component van de zwaartekracht tegen de beweging twee keer zo groot zijn als de storende tangentiële kracht die met de beweging meewerkt, en daarom zal de helft van de arbeid tegenin de eerste, gedaan worden door de laatste, en de andere helft door de kinetische energie die uit de beweging wordt gehaald. Het totale effect op de beweging van de maan, van de nu onderzochte speciale storende oorzaak, wordt gemakkelijk gevonden door gebruik te maken van het principe van het impulsmoment [Momente der Bewegungsgrößen]. Zo zien we dat op elk moment van beweging van het inertiaalcentrum, van de maan en de aarde t.o.v. hun gemeenschappelijk inertiaalcentrum, op elk moment evenveel impulsmomenten winnen als dat er verloren gaan door de aardrotatie om haar as. De som van de impulsmomenten van de inertiaalcentrums van de maan en de aarde, zoals zij nu bewegen, is ongeveer 4,45 maal het huidige impulsmoment van de aardrotatie. Het gemiddelde vlak van de eerste is de ecliptica, en daarom is de gemiddelde inclinatie van de assen van de twee momenten ten opzichte van elkaar gelijk aan  $23^{\circ} 27,5'$ , welke hoek – aangezien we de invloed van de zon op het vlak van de beweging van de maan hier verwaarlozen - aan te nemen is als de werkelijke huidige inclinatie van de twee assen. Het resulterende, of het gehele impulsmoment, is dus 5,38 keer zo groot als die van de huidige aardrotatie, en zijn as heeft een hellingshoek van  $19^{\circ} 13'$  ten opzichte van de aardas. Het uiteindelijke



resultaat van *eb en vloed* is dus aarde en maan uniform te laten draaien met de resulterende impulsmomenten rond de resulterende as, alsof ze twee delen van een onbuigzaam lichaam zijn: in deze staat zou de afstand van de maan tot de aarde (ongeveer) toenemen in de verhouding 1:1,46, dus in de verhouding van het kwadraat van het huidige impulsmoment van de inertiecentrums tot het kwadraat van het gehele impulsmoment; de periode van de rotatie zou worden verhoogd in de verhouding van de kubussen van dezelfde grootte, d.w.z. in de verhouding 1:1,77. De afstand zou dus zijn toegenomen tot 347.100 Engelse mijl en de periode tot 48,36 dagen. Waren er geen andere lichamen in het universum waren dan de aarde en de maan, dan konden deze twee lichamen voor altijd in cirkelvormige banen rond hun gemeenschappelijke inertiecentrum bewegen, en tijdens één omwenteling zou de aarde een omwenteling rond haar as voltooien zodat ze altijd met dezelfde kant naar de maan draaide, zodat alle vloeibare delen van haar oppervlak in rust zouden blijven ten opzichte van de vaste delen. Maar het bestaan van de zon zou voorkomen dat een dergelijke toestand permanent is. Want er zou sprake zijn van een zonnevloed [Sonnenfluten], twee keer zo hoog en twee keer zo laag in de periode van de rotatie van de aarde ten opzichte van de zon (d.w.z. twee keer in de zonnedag of, wat hetzelfde zou zijn, in de maand). Maar dit kan niet gebeuren zonder *verlies van energie door de wrijving van het vloeibare* [cursief van Engels]. Het is niet eenvoudig om het hele verloop van de verstoring in de bewegingen van aarde en maan te

schetsen die dit veroorzaken; maar uiteindelijk moet het ertoe leiden dat de aarde, de maan en de zon om hun gemeenschappelijk inertiecentrum draaien als delen van een onbuigzaam lichaam.”

In 1754 gaf Kant voor het eerst aan dat de rotatie van de aarde werd vertraagd door de getijdenwrijving en dat dit pas voltooid zou zijn,

“wanneer haar” (de aarde) “oppervlak in rust zal zijn ten opzichte van de maan, d.w.z. wanneer het rond haar as zal draaien op hetzelfde moment als de maan er omheen draait, dus altijd met dezelfde kant naar haar toe.”

Hij was daarom van mening dat deze vertraging te wijten was aan de getijdenwrijving, dus de aanwezigheid van vloeibare massa's op de aarde.

“Als de aarde een vrij stevige massa was, zonder enige vloeistof, zou noch de aantrekkingskracht van de zon, noch van de maan de vrije axiale rotatie kunnen veranderen; want het trekt met gelijke kracht zowel aan de oostelijke als westelijke delen van de aarde en veroorzaakt zo geen neiging naar de ene of naar de andere kant; bijgevolg laat het de aarde volledig vrij om haar rotatie ongehinderd voort te zetten alsof er geen externe invloed is.”

Kant kon tevreden zijn met dit resultaat. Alle wetenschappelijke voorwaarden ontbraken toen om dieper in te gaan op het effect van de maan op de aardrotatie. Het duurde bijna honderd jaar voordat de theorie van Kant algemeen geaccepteerd werd, en nog langer voordat werd ontdekt dat eb en vloed slechts het *zichtbare* effect is van de aantrekkingskracht van de zon en de maan, die de aardrotatie beïnvloedt.

Deze meer algemene visie op de zaak is ontwikkeld door Thomson en Tait. De aantrekkingskracht van de maan en de zon heeft niet alleen invloed op de vloeistoffen van het aardse lichaam of het aardoppervlak, maar op de hele massa van de aarde in het algemeen op een manier die de draaiing van de aarde remt. Zolang de rotatieperiode van de aarde niet samenvalt met de periode van de baan van de maan rond de aarde, heeft de aantrekkingskracht van de maan – om dit eerst te bekijken – tot gevolg dat de twee periodes steeds dichterbij elkaar komen. Als de rotatieperiode van het (relatieve) centrale lichaam langer zou zijn dan de omlooptijd van de satelliet, dan zou de eerstgenoemde geleidelijk aan verkort worden; en als het korter is, zoals het geval is met de aarde, dan wordt het vertraagd. Maar in het ene geval wordt de kinetische energie niet uit het niets gecreëerd, in het andere geval wordt ze ook niet vernietigd. In het eerste geval zou de satelliet dichterbij het centrale lichaam komen en zijn omlooptijd verkorten, in het tweede geval zou hij verder weg bewegen en een langere omlooptijd krijgen. In het eerste geval verliest de satelliet net zoveel potentiële energie door het naderen van het centrale lichaam als het centrale lichaam kinetische energie krijgt tijdens de versnelde rotatie, in het tweede geval krijgt de satelliet precies dezelfde potentiële energie door het vergroten van de afstand als het centrale lichaam kinetische energie verliest tijdens de rotatie. De totale som van dynamische energie, potentieel en kinetisch, in het aarde-maan-systeem blijft hetzelfde; het systeem is vrij conservatief.

Men kan zien dat deze theorie volledig onafhankelijk is van de fysisch-chemische aard van de betreffende lichamen. Het is afgeleid van de algemene bewegingswetten van vrije hemellichamen, waarvan de verbinding tot stand komt door aantrekking in verhouding tot de massa's en in de omgekeerde verhouding tot het kwadraat van de afstanden. De theorie is blijkbaar ontstaan als een veralgemening van Kants theorie van de getijdenwrijving, en wordt hier door Thomson en Tait voorgesteld als de wiskundige basis ervan. Maar in werkelijkheid – en vreemd genoeg hebben de auteurs daar geen idee van – sluit ze het bijzondere geval van getijdenwrijving uit.

Wrijving is een belemmering voor de beweging van de massa en werd eeuwenlang beschouwd als de vernietiging van een dergelijke beweging, en dus van de kinetische energie. We weten nu dat wrijving en botsing de twee vormen zijn waarin kinetische energie wordt omgezet in moleculaire energie, in warmte. In alle wrijving gaat dus kinetische energie als zodanig verloren om weer op te duiken, niet als potentiële energie in de zin van dynamiek, maar als moleculaire beweging in de vorm van warmte. De kinetische energie die door wrijving verloren gaat, *gaat* dus in de eerste plaats *echt verloren* voor de dynamische aspecten van het betreffende systeem. Ze kan pas weer dynamisch effectief worden als ze vanuit de vorm van warmte *weer wordt omgezet* in kinetische energie.

Hoe staat het dan met de getijdenwrijving? Het is duidelijk dat ook hier het geheel van de kinetische energie van de watermassa's op het aardoppervlak dankzij de aantrekkingskracht van de maan wordt omgezet in warmte, hetzij door de wrijving van de waterdeeltjes onderling op grond van de viscositeit van het water, hetzij door de wrijving tegen het vaste aardoppervlak en de erosie van de rotsen, weerbastig aan de getijdenbeweging. Van deze warmte wordt alleen het oneindig kleine deel dat bijdraagt aan de verdamping van het wateroppervlak weer omgezet in kinetische energie. Maar ook deze oneindig kleine hoeveelheid kinetische energie, die wordt overgedragen van het totale aarde-maan-systeem naar een deel van het aardoppervlak, blijft in eerste instantie aan het aardoppervlak, onder de daar geldende voorwaarden, en deze omstandigheden leiden ertoe dat alle daar actieve energie één en dezelfde uiteindelijke bestemming bereikt: de uiteindelijke omzetting in warmte en straling in de ruimte.

Voor zover de getijdenwrijving een onmiskenbaar remmend effect heeft op de aardrotatie, gaat de daarvoor gebruikte kinetische energie absoluut verloren aan het dynamische systeem aarde-maan. Het kan dus niet opnieuw verschijnen binnen dit systeem als dynamische potentiële energie. Met andere woorden: van de kinetische energie die wordt gebruikt om de rotatie van de aarde te belemmeren door middel van de aantrekkingskracht van de maan, kan alleen dat deel dat werkt op de *vaste massa* van het aardse lichaam

volledig opnieuw verschijnen als dynamische potentiële energie, en dus worden gecompenseerd door een overeenkomstige toename van de afstand van de maan. Aan de andere kant kan het deel dat op de vloeibare massa's van de aarde werkt, dat alleen doen voor zover het deze massa's niet zelf in een beweging brengt die tegengesteld is aan de rotatie van de aarde, want zo'n beweging wordt *volledig* omgezet in warmte en gaat uiteindelijk verloren aan het systeem door de straling.

Wat geldt voor de getijdenwrijving aan het aardoppervlak, geldt ook voor de soms hypothetisch veronderstelde getijdenwrijving van een veronderstelde vloeibare kern van de aarde.

Het eigenaardige is dat Thomson en Tait niet merken hoe zij, om de theorie van de getijdenwrijving te onderbouwen, een theorie naar voren brengen die uitgaat van de stilzwijgende veronderstelling dat de aarde in zijn geheel een vast lichaam is en dus elke mogelijkheid van een vloed en dus ook van een getijdenwrijving uitsluit.

## De rol van de arbeid in de overgang van aap naar mens

Arbeid is de bron van alle rijkdom, beweren de politieke economen. Dit voorziet het — naast de natuur — van het materiaal dat het omzet in rijkdom. Maar het is ook oneindig veel meer dan dat. Het is de voornaamste basisvoorwaarde van alle menselijke bestaan, zodat we in zekere zin kunnen zeggen: arbeid deed de mens ontstaan.

Vele honderdduizenden jaren geleden, tijdens een periode waarvan vandaag nog geen duidelijke vaststellingen bestaan, een periode van de geschiedenis van de aarde die bij geologen bekend staat als de Tertiaire periode, wellicht aan het einde ervan, leefde een bijzonder sterk ontwikkelde soort mensachtige apen in een tropisch gebied — wellicht op een continent dat nu naar de bodem van de Indische oceaan gezakt is. Darwin gaf een benaderende beschrijving van onze voorouders. Ze waren volledig bedekt met haar, hadden baarden en puntige oren, ze leefden in groep in bomen.

Aanvankelijk, door hun levenswijze waardoor de handen andere functies hadden dan de voeten bij het klimmen, begonnen deze apen de gewoonte te verliezen om hun handen te gebruiken bij het lopen en namen ze meer en meer een rechtstaande houding aan. Dat was een beslissende stap in de overgang van aap naar mens.

Alle hedendaagse mensapen kunnen rechtop staan en zich op slechts twee benen voortbewegen, maar alleen in noodgevallen en op een bijzonder onbeholpen manier. Hun natuurlijke houding is een half rechtopstaande positie waarbij de handen nog gebruikt worden. De meerderheid zet de knokels van hun vuisten op de grond en laat het lichaam met opgetrokken knieën tussen hun lange armen door slingeren, zo ongeveer als een invalide zich met behulp van krukken voortbeweegt.

In het algemeen zien we dat de overgang van het lopen op alle vier naar twee benen vandaag nog steeds kan waargenomen worden bij apen. Dat is bij de apen echter nooit meer dan een noodoplossing geworden.

Het is logisch dat als de rechtopstaande houding onder onze harige voorouders eerst de regel werd en dan na verloop van tijd een noodzaak, andere functies ontwikkelden voor de handen. Zelfs onder de apen zijn er verschillen in de wijze waarop de handen en voeten gebruikt worden. Zoals reeds vermeld hebben de handen en voeten verschillende functies bij het klimmen. De handen worden vooral gebruikt voor het verzamelen en vasthouden van voedsel, zoals al gebeurd bij het gebruik van de voorpoten door lagere zoogdieren.

Veel apen gebruiken hun handen om nesten te bouwen in de bomen of om zelfs een dak te bouwen tussen verschillende takken om zichzelf te beschermen tegen het weer, iets wat bijvoorbeeld de chimpansee doet. Met hun handen grijpen ze stokken vast om zich te verdedigen tegen vijanden, of bombarderen ze hun vijanden met vruchten en stenen. In gevangenschap gebruiken ze hun handen voor een reeks simpele handelingen die gekopieerd worden van de mens. Daar zien we de grote verschillen tussen de onontwikkelde hand van zelfs de meest mensachtige apen, en de menselijke hand die geperfectioneerd werd door honderdduizenden jaren arbeid. Het aantal botten en de algemene opmaak van de botten en spieren zijn in beide handen gelijk, maar de hand van de minst snuggere mens kan honderden handelingen stellen die niet kunnen gesteld worden door een hand van een aap — geen aap heeft ooit zelfs maar een ruw stenen mes voortgebracht. In het begin konden de handelingen, waarvoor onze voorouders (gedurende de vele duizenden jaren waarin de overgang van aap naar mens plaatsvond) langzaam aan hun handen leerden aanpassen, dan ook slechts zeer eenvoudig zijn.

De laagste wilden, zelfs diegenen die achteruitgaan tot voorwaarden die aan dieren doen denken met een gelijktijdige lichamelijke degeneratie, zijn nog steeds superieur aan die overgangswezens. Voor het eerste vuursteen door menselijke handen tot een mes was gevormd, moet er waarschijnlijk een periode overheen zijn gegaan, waarbij vergeleken de ons

bekende historische periode onbeduidend lijkt. Maar de beslissende stap was gezet: de hand kwam vrij en kon vanaf dat moment steeds bedreven en vaardiger worden, en de grotere flexibiliteit die zo was verkregen werd overgeërfd en nam van generatie op generatie toe.

De hand is dus niet enkel een orgaan om mee te werken, het is ook het resultaat van arbeid. Enkel door de arbeid, door de aanpassing aan steeds nieuwe handelingen, door de erfenis van spieren, ligamenten en, gedurende een langere periode, botten die aangepast werden en het steeds hernieuwde aanwenden van deze overgedragen finesse voor nieuwe, meer complexe, handelingen, heeft de menselijke hand de hoge graad van perfectie verworven die noodzakelijk is om de schilderijen van Raphaël, de beeldhouwwerken van Thorvaldsen of de muziek van Paganini in het leven te roepen.

Maar de hand bestond niet op zichzelf, het was slechts een onderdeel van een integraal en erg complex organisme. En wat in het voordeel van de hand was, was in het voordeel van het lichaam dat het diende, en dit op twee wijzen.

Op de eerste plaats, als gevolg van wat Darwin de wet van de samenhang van groei noemde. Volgens deze wet zijn bepaalde vormen van individuele delen van een organisch wezen altijd gebonden aan bepaalde vormen van andere delen die ogenschijnlijk geen relatie met de eerste hebben. Zo hebben alle dieren die rode bloedcellen zonder celkern hebben en bij wie het achterhoofd door middel van een dubbele geleding (condyles) aan de eerste wervel vastzit, zonder uitzondering melkklieren om hun jongen te zogen. Op een zelfde manier gaan gespleten hoeven regelmatig samen met een meervoudige maag om te herkauwen. Hoewel we het verband niet kunnen verklaren brengen veranderingen van bepaalde vormen veranderingen van vormen van andere delen van het lichaam met zich mee. Geheel witte katten met blauwe ogen zijn altijd, of bijna altijd, doof. De geleidelijk toenemende perfectie van de menselijke hand en de gelijktijdige ontwikkeling en aanpassing van de voet aan het rechtop gaan reageerde ongetwijfeld ook als gevolg van een dergelijke samenhang, op andere delen van het organisme. Hier is echter nog te weinig onderzoek naar gedaan om ons



tot meer in staat te stellen dan het feit in algemene termen te noemen.

Veel belangrijker is de directe, aantoonbare reactie van de ontwikkeling van de hand op de rest van het organisme. Zoals reeds gezegd leefde onze voorouders in troepen. Het is duidelijk dat het onmogelijk is de oorsprong van de mens, de meest sociale van alle dieren, te zoeken bij onmiddellijke voorouders die niet in troepen leefden. De heerschappij over de natuur, die begint met de ontwikkeling van de hand, met arbeid, verbreedde de horizon van de mens met iedere nieuwe stap vooruit. Hij ontdekte voortdurend, tot dan toe ongekende eigenschappen van de dingen in de natuur. Aan de andere kant bracht de ontwikkeling van arbeid de leden van de maatschappij dichter bij elkaar, doordat het aantal gevallen waarbij wederzijdse ondersteuning, gezamenlijke activiteit nodig was toenam. En doordat het voordeel voor ieder individu van gezamenlijke activiteit duidelijk werd. Om kort te gaan, de mens in wording belandde op een punt waar men iets tegen elkaar te zeggen had. Deze noodzaak leidde tot de schepping van haar orgaan. Door aanpassingen werd het onderontwikkelde strottehoofd van de aap langzaam maar zeker veranderd ten behoeve van steeds verder ontwikkelde aanpassingen, en de organen van de mond leerden langzamerhand de ene verstaanbare letter na de ander uit te spreken.

Vergelijking met dieren bewijst dat deze verklaring van de oorsprong van taal uit arbeid en in samenhang met arbeid de enige juiste is. Het weinige dat zelfs de hoogst ontwikkelde dieren nodig hebben om te communiceren kan zelfs zonder spraak overgebracht worden. In natuurlijke staat voelt geen enkel dier zich belemmerd door zijn onvermogen om te spreken of menselijke spraak te begrijpen. Het is iets heel anders wanneer het door de mens getemd is. De hond en het paard hebben door hun omgang met de mens een zodanig goed gehoor voor verstaanbare spraak ontwikkeld dat zij makkelijk welke taal dan ook leren begrijpen, binnen de kring van hun ideeën. Bovendien hebben zij gevoelens ontwikkeld, zoals genegenheid voor mensen, dankbaarheid, enz. die hen voorheen vreemd waren. Iedereen die veel met zulke dieren te maken heeft gehad zal nauwelijks aan de overtuiging kunnen ontsnappen dat er nogal wat gevallen zijn dat zij hun

onmogelijkheid te spreken als een gemis aanvoelen, alhoewel het helaas niet langer meer verholpen kan worden omdat hun spraakorganen zich in een bepaalde richting hebben ontwikkeld. Waar het orgaan evenwel bestaat verdwijnt binnen bepaalde grenzen zelfs deze onbekwaamheid. De spraakorganen van vogels zijn natuurlijk wezenlijk anders dan die van de mens. Toch zijn vogels de enige wezens die kunnen leren spreken en de vogel met de meest afschuwelijke stem, de papegaai spreekt het best van allemaal. Laat niemand het bezwaar maken dat de papegaai niet begrijpt wat hij zegt. Het is waar dat de papegaai uren aan een stuk zal kletsen en zijn hele woordenschat voortdurend herhalen enkel om het plezier om met mensen om te gaan en te praten. Maar binnen de grenzen van zijn ideeënwereld kan hij ook leren begrijpen wat hij zegt. Leer een papegaai zo te schelden dat hij een indruk krijgt van de betekenis van die woorden (een van de grootste genoegens van een zeeman die terugkomt uit de tropen) plaag hem en je zult er snel achterkomen dat hij de scheldwoorden even correct weet te gebruiken als een Berlijnse marktkoopman. Hetzelfde geldt als het gaat om bedelen lekkere hapjes. Dus eerst arbeid, daarna en in samenhang ermee verstaanbare taal. Onder invloed van deze twee meest wezenlijke stimulansen veranderde de hersenen van de aap langzaam in die van de mens, die ondanks alle overeenkomsten met de eerste veel groter en perfecter is. Hand in hand met de ontwikkeling van de hersenen ging de ontwikkeling van haar meest directe werktuigen: de zintuigen. Zoals de langzame ontwikkeling van de spraak noodzakelijkerwijs gepaard gaat meteen overeenkomstige verfijning van het gehoororgaan, gaat de ontwikkeling van de hersenen vergezeld van een verfijning van alle zintuigen. De adelaar ziet veel verder weg dan de mens, maar het menselijk oog ziet aanzienlijk meer in de dingen dan het oog van de adelaar. De hond heeft een veel scherpere reukorgaan dan de mens, maar het kan nog niet een honderdste van de geuren onderscheiden die voor de mens de bepaalde karakteristieken van verschillende dingen vormen. En het tastorgaan, dat de aap slechts in haar meest ruwe eerste vorm bezit, heeft zich slechts ontwikkeld naast de ontwikkeling van de hand zelf, door middel van arbeid.

Het effect van de ontwikkeling van de hersenen en de aanwezige zintuigen, het toenemende bewustzijn, het

toenemende vermogen te abstraheren en te oordelen, was een steeds vernieuwde impuls tot verdere ontwikkeling van arbeid en spraak. Deze verdere ontwikkeling kwam niet tot een eind toen de mens zich uiteindelijk onderscheidde van de aap, maar heeft in haar algemeenheid geweldige vooruitgang geboekt, bij verschillende volkeren en in verschillende tijdperken in verschillende mate en in verschillende richtingen en hier en daar zelfs onderbroken door een plaatselijke en tijdelijke terugval. Deze verdere ontwikkeling werd aan de ene kant in hoge mate voortgedreven en aan de andere kant in meer welbepaalde richting geleid als gevolg van een nieuw element dat haar intrede deed met het verschijnen van de volledig volgroeide mens: te weten: de maatschappij. Honderdduizenden jaren (in de geschiedenis van de aarde van niet meer belang dan een seconde in een mensenleven) gingen zeker voorbij voordat de mensenmaatschappij voortkwam uit de troep in bomen klimmende apen. Toch verscheen het uiteindelijk. En wat is dan wederom het karakteristieke verschil tussen de troep apen en de mensenmaatschappij? Arbeid. De troep apen stelde zich tevreden met het afzoeken van een gebied naar voedsel, dat werd bepaald door geografische omstandigheden of het verzet van naburige troepen. Ze trokken weg of vochten om nieuwe gebieden met voedsel te vinden, maar waren niet in staat er meer uit te halen dan wat het gebied in haar natuurlijke staat te bieden had, behalve dan dat de troep de grond onbewust bemestte met zijn eigen uitwerpselen. Zo gauw alle mogelijke voedingsgebieden bezet waren, was een verdere uitbreiding van de apenbevolking niet mogelijk, het aantal dieren kon op zijn best gelijk blijven. Maar alle dieren verspillen nogal wat voedsel en vernietigen bovendien in de vrucht de volgende generatie van hun voedselvoorraad. In tegenstelling tot de jager spaart de wolf de ree die hem het volgende jaar zou voorzien van jonge herten niet; de geiten in Griekenland, die de jonge bosjes opvreten voor ze op kunnen groeien, hebben alle bergen in het land kaal gevreten. Deze “roofzuchtige economie” van dieren speelt een belangrijke rol bij de geleidelijke ontwikkeling van soorten, doordat het ze dwingt zich aan te passen aan ander dan het gebruikelijke voedsel. Waardoor hun bloed een andere chemische samenstelling krijgt en hun hele lichaamsgestel geleidelijk veranderd, terwijl soorten die zich eens hadden gevestigd uitsterven. Er bestaat geen twijfel aan dat deze “roofzuchtige economie”

enorm heeft bijgedragen aan de overgang van onze voorouder van aap naar mens. Binnen een apenras dat de andere ver overtrof in intelligentie en aanpassingsvermogen, kon deze “roofzuchtige economie” niet anders dan leiden tot een voortdurende toename in het aantal planten dat als voedsel werd gebruikt en tot het verslinden van steeds meer eetbare delen van die planten. Om kort te gaan, het leidde er toe dat het voedselpakket steeds gevarieerder werd en daarmee ook de stoffen die het lichaam binnenkwamen, de chemische voorwaarden voor de overgang naar de mens. Maar dit alles hield nog geen arbeid in de juiste zin van het woord in. Arbeid begint met het vervaardigen van gereedschappen. En wat zijn de oudste gereedschappen die we vinden; de oudste als we afgaan op de erfenis die van de prehistorische mens zijn ontdekt en als we afgaan op de manier van leven van de vroegste historische volken en van de meest primitieve hedendaagse wilden. Dit zijn werktuigen voor de jacht en de visserij, waarbij de eerste tevens als wapens dienst deden. Maar jacht en visserij vooronderstellen de overgang van een overwegend vegetarisch dieet naar een aanvullend gebruik van vlees. En hier hebben we nog een belangrijke stap in de overgang naar de mens. Een vleesdieet bevat bijna volledig de meest essentiële stoffen die nodig zijn voor de stofwisseling van het organisme. Het verkortte de tijd die nodig was, niet alleen voor de vertering maar ook voor andere vegetatieve lichamelijke processen die overeenkomen met processen in het plantenleven en verschaftte zo meer tijd, materiaal en verlangen naar actieve uitingen van dierenleven in de goede zin van het woord. En hoe verder de mens in wording verwijderd raakte van het plantenrijk, hoe hoger hij ook boven de dieren uitsteeg. Zoals wilde katten en honden door hun gewenning aan een plantendieet naast vlees in diengaren van de mens veranderden, droeg de aanpassing aan een vleesdieet naast een groentedieet in belangrijke mate bij aan het geven van lichamelijke kracht en onafhankelijkheid aan de mens in wording. Het belangrijkste effect van een vleesdieet was echter het effect op de hersenen, dat nu een veel rijkere toestroom kreeg van stoffen die voor de voeding en ontwikkeling noodzakelijk zijn en dat daardoor van generatie op generatie sneller en volmaakter kon ontwikkelen. Met alle respect voor vegetariërs, het moet worden erkend dat de mens niet zonder een vleesdieet is ontstaan. Als dit laatste onder alle ons bekende volken, een enkele keer tot

kannibalisme heeft geleid (de voorouders van de Berlijners, de Weletabiërs of Wilzianen kenden tot in de tiende eeuw het gebruik hun ouders op te eten), dan heeft dat voor ons vandaag de dag geen gevolgen. Een vleesdieet leidde tot twee nieuwe stappen vooruit, die van doorslaggevend belang waren: het gebruik van vuur en het temmen van dieren. Het eerste zal het proces van vertering nog verder verkort hebben, aangezien het de mond voorzag van voedsel dat als het ware al half verteerd was; het tweede maakte het vlees overvloediger, doordat het naast de jacht een nieuwe meer regelmatige voedingsbron aanboorde en bovendien in de vorm van melk en melkproducten een nieuw voedingsmiddel leverde, dat in zijn samenstelling minstens zo waardevol is als vlees. Zo werden deze twee stappen vooruit meteen tot nieuwe middelen voor de verzelfstandiging van de mens. Niettegenstaande het grote belang voor de ontwikkeling van de mens en de maatschappij zou het te ver voeren om hier nu in detail in te gaan op de indirecte gevolgen.

Zoals de mens leerde alles wat eetbaar was te eten, zo leerde hij ook in ieder klimaat te leven. Als enig dier met het vermogen om dit zelfstandig te doen, verspreidde hij zich over de gehele bewoonbare wereld. De andere dieren die zich hebben aangepast aan alle klimaatsomstandigheden (huisdieren zowel als ongedierte), deden dat niet zelfstandig, maar in het kielzog van de mens. En de overgang van het eenzijdig hete klimaat van het oorsprongsgebied van de mens naar koudere streken, waar het jaar was verdeeld in zomer en winter, bracht nieuwe voorwaarden: beschutting en kleding als bescherming tegen kou en vocht, nieuwe gebieden voor arbeid en nieuwe soorten activiteiten, die de mens meer en meer verwijderde van het dier.

Door de samenwerking van handen, spraakorganen en hersenen, niet alleen in ieder individu, maar ook in de maatschappij, waren mensen in staat steeds ingewikkeldere handelingen te verrichten, en zichzelf steeds hogere doelen te stellen en die te bereiken. Van generatie op generatie veranderde het werk, werd perfecter, afwisselender. Landbouw kwam bij jacht en veeteelt, daarna spinnen, weven, metaalbewerking, aardewerkproductie en navigatie. Naast handel en industrie verschenen kunst en wetenschap. Vanuit stammen ontwikkelden zich naties en staten. Rechtspraak en

politiek verschenen en daarmee de fantastische reflectie van menselijke dingen in de menselijke geest: religie.

Tegenover al deze elementen die bij hun eerste verschijning het product waren van de geest en die schijnbaar de menselijke samenlevingen domineerden, verdwenen de bescheiden producties van de arbeidende hand naar de achtergrond. Dit gebeurde des te meer aangezien de geest die de arbeid organiseerde, op een erg vroeg stadium van de ontwikkeling van de samenleving (bijvoorbeeld reeds in de primitieve families), in staat was om gebruik te maken van arbeid die gedaan was door andermans handen. Alle eer voor de sterke vooruitgang van de beschaving wordt toegeschreven aan de geest, aan de ontwikkeling en activiteit van de hersenen. De mensen zijn het gewoon om hun acties te verklaren als gevolgen van hun denken in plaats van als gevolgen van hun noden (die in alle gevallen weerspiegeld en waargenomen worden door de geest). In de loop van de geschiedenis ontwikkelde die idealistische wereldvisie die de geesten van de mensen heeft gedomineerd, vooral na de val van de antieke wereld. Deze visie is nog steeds de heersende visie, zelfs in die mate dat veel materialistische natuurwetenschappers van de Darwinistische school nog geen duidelijk beeld kunnen vormen van de oorsprong van de mensheid, en dit omwille van de ideologische invloed waardoor ze de rol van de arbeid niet herkennen.

Dieren, zoals al opgemerkt werd, veranderen het milieu door hun activiteiten op dezelfde wijze als de mens, zelfs indien dit niet een zelfde impact heeft. Die veranderingen hebben op hun beurt een impact en veranderen diegenen die verantwoordelijk zijn voor de veranderingen. In de natuur gebeurt niets geïsoleerd. Alles heeft een impact en staat onder invloed van andere dingen, het is vooral door het negeren van deze bewegingen en interactie dat onze natuurwetenschappers niet in staat zijn om een duidelijk beeld te vormen van erg simpele dingen.

We zagen hoe bepaalde oude diersoorten de ontwikkeling van bossen in Griekenland verhinderden; op het eiland St. Helena slaagden dieren erin om de oude vegetatie bijna compleet uit te roeien en werd zo de basis gelegd voor het verspreiden van planten die later op het eiland kwamen via

zeeschepen en kolonisten. Maar dieren hebben onopzettelijk een blijvend effect op hun milieu, en wat de dieren zelf betreft, gebeurt dat zelfs toevallig. Hoe verder de mensen van de dieren staan, hoe meer hun effect op de natuur een bewuster karakter aanneemt: geplande acties gericht op vooropgestelde doeleinden. De dieren vernietigen de vegetatie van een bepaalde plaats zonder zich dit te realiseren. De mensen vernietigen het om granen te kunnen zaaien op grond die vrijgemaakt wordt, of om bomen te planten die een veelvoud aan vruchten opbrengen. De mensen brengen nuttige planten en dieren van het ene land naar het andere en veranderen op die manier de fauna en flora van volledige continenten. Bovendien worden door kunstmatige methoden zowel de planten als de dieren zodanig veranderd dat ze onherkenbaar worden. De wilde planten waarvan het graan van vandaag afstamt, zal je tevergeefs zoeken. Er wordt nog altijd gediscussieerd over de wilde dieren van waaruit de verschillende hondensoorten vandaag zijn ontstaan of van waaruit de paarden zijn ontwikkeld.

Uiteraard stellen wij het niet in vraag dat dieren de capaciteit hebben om op een geplande wijze te handelen. Integendeel, een geplande manier van ageren bestaat embryonaal zodra er protoplasma, levend eiwit, bestaat en reageert, en dus besliste, ook al zijn het extreem simpele, bewegingen stelt als resultaat van externe stimulansen. Zo'n reactie vindt plaats zelfs indien er nog geen cel bestaat, zelfs geen zenuwcel.

Er is een element van geplande actie in de wijze waarop insectenetende planten hun prooi vangen, alhoewel ze dit vrij onbewust doen. Bij dieren staat de capaciteit voor bewuste, geplande acties, in verhouding tot de ontwikkeling van hun zenuwstelsel, wat onder zoogdieren een sterke ontwikkeling kan vormen. Tijdens de vossenjacht kan je telkens zien hoe de vos gebruik maakt van zijn uitstekende kennis van de omgeving om zijn achtervolgers van zich af te schudden, en hoe goed de vos op de hoogte is van gunstige factoren in de omgeving die het moeilijk maken voor zijn tegenstanders. Bij de huisdieren zien we een hogere ontwikkeling dankzij de band met de mens, je ziet er soms een graad van sluwheid die gelijk staat met die van kinderen.

Net zoals het ontwikkelingsproces van de foetus in de buik van de moeder een ingekorte herhaling vormt van de geschiedenis van enkele miljoenen jaren (de ontwikkeling van het lichaam van onze dierlijke voorouders), zo vormt de mentale ontwikkeling van het menselijke kind eveneens een verkorte herhaling van de intellectuele ontwikkeling van dezelfde voorouders, tenminste van de meest recente voorouders. Maar alle geplande acties van dieren zijn er nooit in geslaagd om de stempel van hun wil op te leggen aan de aarde. Dat werd overgelaten aan de mens.

Samengevat zien we dat de dieren hun omgeving slechts gebruiken en daarmee veranderingen aanbrengen omwille van hun aanwezigheid. De mensen brengen wijzigingen aan die nuttig zijn voor zichzelf, ze beheersen de omgeving. Dat is het essentiële verschil tussen de mens en andere dieren, en eens te meer is het de arbeid die leidt tot dit verschil.

We moeten echter niet overdrijven als we het hebben over de menselijke overwinningen op de natuur. Voor elke overwinning neemt de natuur wraak. Iedere overwinning, en dat klopt, leidt aanvankelijk tot de resultaten die we verwacht hadden, maar daarna heeft het soms erg verschillende onvoorziene gevolgen die maar al te vaak het eerste resultaat teniet doen. De mensen die in Mesopotamië, Griekenland of Klein-Azië de bomen kaptten om vruchtbare landbouwgrond te creëren, konden niet inschatten dat door het verwijderen van de bomen de reservoirs van vocht zouden verdwijnen wat de basis vormde voor de huidige slechte staat van de grond.

Toen de Italianen in de Alpen de bossen op de zuidelijke hellingen gebruikten, en de bossen op de noordelijke hellingen onaangeroerd lieten, hadden er geen besef van dat ze op deze wijze de basis van de zuivelindustrie in de regio aantastten, laat staan dat beseften dat ze de bergen de mogelijkheid ontnamen om water op te slaan tijdens het regenseizoen of om de enorme regenval te verwerken bij stevige regenval. Diegenen die de aardappel naar Europa brachten, beseften niet dat ze met deze plant ook een vorm van tuberculose meebrachten. Bij iedere stap worden we eraan herinnerd dat de natuur zich niet laat veroveren zoals een vreemd volk dat doet, maar dat wij, als vlees, bloed en hersenen, deel uitmaken van de natuur en midden in de natuur



leven waarbij onze heerschappij enkel bestaat uit het feit dat we op andere wezens het voordeel hebben dat we de lessen van de natuur kunnen leren en correct kunnen toepassen.

In feite verwerven we iedere dag een grotere kennis en beter begrip van de natuurwetten waardoor we een zicht krijgen om de meer directe maar ook de meer afgeleide gevolgen van onze tussenkomst in de normale gang van de natuur. Dat geldt zeker na de enorme vooruitgang van de natuurwetenschappen sinds het begin van deze eeuw, waardoor we meer dan ooit tevoren in een positie zitten waarbij we ons realiseren, en er dus controle over hebben, dat er afgeleide natuurlijke gevolgen zijn van onze dagelijkse activiteiten. Hoe sterker dit ontwikkelt, hoe meer we ons niet enkel zullen één voelen met de natuur, maar ook weten dat we deel uitmaken van de natuur, waardoor het onmogelijk zal zijn om een tegenstelling te zien tussen de geest en de materie, de mens en natuur, de ziel en het lichaam, tegenstellingen die ontstonden na de neergaan van de klassieke oudheid in Europa en hun hoogste ontwikkeling kenden in het christendom.

Er waren duizenden jaren nodig vooraleer we in staat waren om de verdere gevolgen van onze acties deels te kunnen inschatten op het vlak van productie, maar het is nog moeilijker om verdere sociale gevolgen van daden te kunnen inschatten. We hebben al gewezen op de import van de aardappel en de verspreiding van tuberculose. Maar wat is de rol van tuberculose vergeleken met de gevolgen van het opleggen van een aardappeldieet aan de arbeiders op de levensstandaard van de massa's in hele landen, of vergeleken met de hongersnood die de aardappelziekte met zich meebracht in Ierland in 1847 waarbij één miljoen Ieren overleden omdat ze bijna enkel gevoed werden door aardappelen en wat tevens leidde tot de emigratie van 2 miljoen andere Ieren. Toen de Arabieren leerden hoe ze sterke drank moesten distilleren, konden ze niet weten dat dit één van de voornaamste wapens zou worden bij de vernietiging van de inheemse volkeren op het dan nog onontdekte Amerikaanse continent. Toen Columbus Amerika ontdekte, kon hij niet weten dat hij hiermee het startschot gaf voor een nieuwe periode van slavernij, wat in Europa al lang verdwenen was, maar in Amerika de zwarten tot handelswaar deed verworden.

De mensen die in de zeventiende en achttiende eeuw werkten aan de creatie van de stoommachine, wisten niet dat ze daarmee een instrument maakten die meer dan enig ander instrument de sociale verhoudingen in de wereld zou overhoop halen. Zeker in Europa werd door de concentratie van de rijkdom in de handen van een minderheid en de onteigening van de overgrote meerderheid, dit instrument aangewend voor de sociale en politieke dominantie van de burgerij, maar gaf het later ook aanleiding tot de klassenstrijd tussen de burgerij en de arbeidersklasse die enkel kan leiden tot het omverwerpen van de heerschappij van de burgerij en de afschaffing van alle klassentegenstellingen. Maar ook hier leren we, door de lange en dikwijls wrede ervaringen en door het verzamelen en analyseren van de geschiedenis, hoe we een duidelijker beeld kunnen vormen op de meer indirecte sociale gevolgen van onze activiteiten en bijgevolg zien we kansen om deze gevolgen eveneens te controleren en te reguleren.

Deze regulering vereist echter meer dan enkel kennis. Het vereist een volledige revolutie in de hedendaagse productiewijze en tegelijk een revolutie in de gehele bestaande sociale orde.

Alle totnutoe bestaande productiewijzen waren gericht op het bereiken van het meest onmiddellijke en direct bruikbare resultaat van arbeid. De verdere gevolgen, die slechts later naar voor komen en uitwerking krijgen door herhaling en opstapeling, worden compleet verwaarloosd. Het oorspronkelijke gemene eigendomsrecht van het land kwam overeen met enerzijds de graad van ontwikkeling van de mensen waarbij hun horizon beperkt was tot wat onmiddellijk verkrijgbaar was, en anderzijds een zeker overschot aan grond waardoor er ruimte was om eventuele slechte resultaten te corrigeren in deze vorm van economie. Wanneer deze overtollige grond uitgeput was, nam ook het gemene eigendomsrecht af. Alle hogere vormen van productie leidden tot de verdeling van de bevolking in verschillende klassen en dus tot tegenstellingen tussen de heersende en de onderdrukte klassen. De belangen van de heersende klassen werden de drijvende kracht achter de productie, aangezien de productie niet langer beperkt was tot het voorzien in de meest elementaire basisbehoeften voor de onderdrukte lagen van de bevolking. Dit werd het meest uitgewerkt in de kapitalistische

productiewijze die vandaag overheerst in West-Europa. De individuele kapitalisten die de productie en de handel domineren, houden zich enkel bezig met het meest onmiddellijk nuttige effect van hun daden. En zelfs dit nuttig effect — voorzoverre het het nut betreft van de het product dat gemaakt of verhandeld wordt — komt op de achtergrond en de enige stimulans wordt de winst die gemaakt wordt bij het verkopen.

De klassieke politieke economie, de sociale wetenschap van de burgerij, onderzoekt meestal enkel de sociale gevolgen van menselijke daden op vlak van productie en uitwisseling die effectief gepland waren. Dat komt volledig overeen met de sociale organisatie waar het een theoretische uitdrukking van is. Als individuele kapitalisten betrokken zijn in de productie en handel voor hun onmiddellijke winst, dan moeten enkel de meest onmiddellijke resultaten in aanmerking genomen worden. Zolang dat de individuele fabrikant of koopman een vervaardigd of gekocht goed verkoopt met de gebruikelijke winst, is hij tevreden en zal hij niet nadenken over wat er nadien met het goed of met de kopers ervan gebeurt. Hetzelfde geldt voor de natuurlijke gevolgen van daden. Waarom zouden de Spaanse kolonisten nadenken toen ze de bossen in Cuba plat legden op de hellingen van de bergen en van de as voldoende meststof verwierven voor één generatie sterk winstgevende koffieplantages, waarom zouden ze nadenken over de hevige tropische regen die hierna de onbeschermd bovenlaag van de bodem weg regende waardoor enkel rotsstenen overbleven! In verhouding tot de natuur, net zoals tot de samenleving, telt in de huidige productiewijze vooral het onmiddellijke meest tastbare resultaat, en meer afgeleide gevolgen die tot een compleet ander resultaat leiden worden met verrassing onthaald. Zeker als die resultaten leiden tot het tegenovergestelde van wat de doelstelling was, waarbij de harmonie tussen vraag en aanbod omgedraaid wordt, zoals duidelijk wordt bij de industriële cyclus — zelfs Duitsland heeft een ervaring opgelopen met een economische “crash” — waarbij het private bezit gebaseerd op iemands eigen arbeid noodzakelijkerwijze leidt tot de onteigening van de arbeiders, terwijl alle rijkdom meer en meer geconcentreerd wordt in de handen van de niet-werkers, dat [... het manuscript breekt hier af ...]

## **Natuuronderzoek naar de geestenwereld**

Het is een oude stelling van de dialectiek, overgegaan in het volksbewustzijn, dat de uitersten elkaar raken. Bijgevolg

zullen we nauwelijks dolen als we zoeken naar extreme gradaties van fantasie, lichtgelovigheid en bijgeloof, niet in de wetenschappelijke richting die, net als de Duitse natuurfilosofie, de objectieve wereld in het kader van het subjectieve denken probeerde dwingend in te perken, maar eerder in het tegenovergestelde, die, vertrouwend op louter ervaring, het denken met soevereine minachting behandelt en werkelijk tot het uiterste is gegaan in onnadenkendheid. Deze school heerst in Engeland. De vader ervan, de veelgeprezen Francis Bacon, eist dat zijn nieuwe empirisch-inductieve methode toegepast moet worden voor het realiseren van: levensverlenging, verjonging tot op zekere hoogte, verandering van gestalte en karakter, transformatie van het ene lichaam in het andere, productie van nieuwe soorten, macht over hemel en onweer. Hij klaagt dat dergelijke onderzoeken zijn gestaakt, en in zijn geschiedenis van de natuur geeft hij formele recepten voor het maken van goud en het verrichten van verschillende wonderen. Ook Isaac Newton was op zijn oude dag druk bezig met het uitleggen van de *Openbaring van Johannes*. Waarom verwondert u zich dan, als de afgelopen jaren het Engelse empirisme, in sommige van zijn vertegenwoordigers – en zij zijn niet de ergste – blijkbaar hopeloos verslingerd zijn geraakt aan klopgeesten en geestverschijningen, geïmporteerd uit Amerika.

De eerste natuurvorser die hier thuishoort is de zeer verdienstelijke zoöloog en botanicus, Alfred Russell Wallace, de man die samen met Darwin de evolutietheorie van de soorten door natuurlijke selectie introduceerde. In zijn verhandeling *On Miracles and modern Spiritualism*, Londen, Burns, 1875, vertelt hij dat zijn eerste ervaringen in deze tak van natuurkunde dateren van 1844, toen hij de lezingen van de heer Spencer Hall over het mesmerisme bijwoonde, en vervolgens soortgelijke experimenten op zijn leerlingen uitvoerde.

“Ik was zeer geïnteresseerd in het onderwerp en heb het met passie beoefend.” (ardour) [p. 119]

Hij produceerde niet alleen magnetische slaap samen met de fenomenen van stijfheid van de ledematen en lokale

gevoelloosheid, hij bevestigde ook de juistheid van Galls schedelleer, omdat bij het aanraken van een van Galls organen de overeenkomstige activiteit werd opgewekt en gedemonstreerd bij de gemagnetiseerde patiënt door zijn levendige gebaren. Verder stelde hij vast dat zijn patiënt, alleen al door aanraking, deelnam aan de sensaties van de operator; hij maakte hem dronken met een glas water zodra hij hem maar vertelde dat het cognac was. Hij kon een van de jongens zo dom maken, zelfs in waaktoestand, dat hij zijn eigen naam niet meer kende, een prestatie echter, die andere schoolmeesters zonder enig mesmerisme kunnen leveren, enz.

Wil het nu zo zijn dat ook ik deze mijnheer Spencer Hall heb gezien in de winter van 1843-44 in Manchester. Hij was een ordinaire charlatan die, onder de bescherming van enkele geestelijken, in het land magnetisch-frenologische demonstraties hield op een jong meisje om het bestaan van God, de onsterfelijkheid van de ziel en de onjuistheid van het materialisme aan te tonen, dat toen door de owenisten in alle grote steden werd gepredikt. De dame werd in een magnetische slaap gebracht en zodra de operator een plaats op de schedel aanraakte, overeenkomend met een van Galls organen, gaf ze theatraal-demonstratieve gebaren en houdingen die staan voor de werking van het betreffende orgaan; voor het orgaan van de kinderliefde (philoprogenitiveness) bijvoorbeeld, liefkoosde en kuste zij een denkbeeldige baby, enz. Bovendien had de brave Hall daarbij de schedelgeografie van Gall verrijkt met een nieuw eiland, Baratatia: helemaal bovenaan de schedel had hij een aanbiddingsorgaan ontdekt, waarbij zijn gehypnotiseerde dame op haar knieën zonk, haar handen vouwde en een engel in aanbidding liet zien aan de verbaasde verzamelde filistijnen. Dat was het einde en hoogtepunt van de voorstelling. Het bestaan van God was bewezen.

Het effect op mij en een van mijn kennissen was precies hetzelfde als bij de heer Wallace. De fenomenen interesseerden ons en we probeerden uit te zoeken in welke mate we ze konden reproduceren. Een pientere jongen van twaalf bood zichzelf aan als proefpersoon. Kort in de ogen kijken of aanraken bracht hem moeiteloos in hypnose. Maar omdat we iets minder gelovig en iets minder onstuimig waren

dan de heer Wallace, kwamen we tot heel andere resultaten. Naast de gemakkelijk te produceren spierstijfheid en gevoelloosheid, vonden we een staat van volledige passiviteit van de wil, in combinatie met een eigenaardige overdreven prikkelbaarheid van de gewaarwording. De patiënt, gewekt uit zijn lethargie door een of andere externe stimulans, toonde veel meer levendigheid dan wanneer hij wakker was. Er was geen spoor van een mysterieuze verstandhouding met de operator; iemand anders kon net zo goed de sluimerende in actie brengen. Het activeren van Galls schedelorganen was het minimum; wij gingen veel verder: we konden ze niet alleen verwisselen en over het hele lichaam verplaatsen, maar we maakten ook een willekeurig aantal andere organen, zingen, fluiten, blazen, dansen, boksen, naaien, schoenlappen, roken, enz., en ze verplaatsen naar waar we maar wilden. Als Wallace zijn patiënt met water dronken kreeg, dan ontdekten wij een orgaan van dronkenschap in de grote teen die wij alleen maar hoefden aan te raken om de mooiste dronken komedie uit te voeren. Welteverstaan: geen enkel orgaan vertoonde een zweem van actie totdat de patiënt duidelijk werd wat er van hem verwacht werd; de jongen perfectioneerde zichzelf snel al doende, op zo'n manier dat de kleinste suggestie reeds volstond. De aldus vervaardigde organen bleven behouden voor latere slaaptoestanden, zolang ze niet op dezelfde manier werden gewijzigd. De patiënt had een dubbel geheugen, een voor de wakkere, een tweede, afgezonderd, voor de hypnotische toestand. Wat betreft de passiviteit van de wil, de absolute onderwerping aan de wil van een derde partij, behoeft het geen verbazing, als we in gedachten houden dat de hele toestand begon met de onderwerping van de wil van de patiënt aan die van de operator, dat dit zonder hem niet tot stand kan komen. De grootste tovenaars-magnetiseur ter wereld is aan het eind van zijn latijn zodra zijn patiënt hem in zijn gezicht uitlacht.

Terwijl we dus, met onze schaamteloze scepsis, een serie verschijnselen vonden die afwijken van de waaktoestand, meestal alleen in die mate dat ze geen mystieke interpretatie behoeven, leidde de passie (ardour) van de heer Wallace hem tot een reeks van zelfmisleidingen, waardoor hij de schedelleer van Gall in al zijn details bevestigde en een mysterieuze verstandhouding tussen operator en patiënt tot stand bracht. **[13]** Overal in het verslag van de heer Wallace,

waarvan de oprechtheid de graad van naïviteit bereikt, blijkt dat hij zich veel minder bezighield met het onderzoeken van de feitelijke achtergrond van de charlatanerie dan met het reproduceren van alle fenomenen tot elke prijs. Alleen deze gemoedstoestand is nodig om in korte tijd de initiële onderzoeker, door middel van een eenvoudig en gemakkelijk zelfbedrog, om te vormen tot een adept. De heer Wallace eindigde met het geloof in de magnetisch-frenologische wonderen en stond al met één voet in de geestenwereld.

De andere voet volgde in 1865. Teruggekomen van zijn twaalf jaar durende reis in de tropen, experimenteerde hij met spiritistische seances, die hem introduceerde bij verschillende “mediums”. Hoe snel zijn vooruitgang en volledige beheersing van het onderwerp was, blijkt uit bovengenoemd boekje. Niet alleen verwacht hij van ons dat we alle vermeende wonderen van Home, de gebroeders Davenport en andere “mediums” die zich min of meer voor geld laten zien en vaak als oplichters worden ontmaskerd, op het eerste gezicht accepteren, maar ook een hele reeks vermeende geestenverhalen uit vroegere tijden. De pythinessen van het Griekse orakel, de middeleeuwse heksen, waren “mediums”, en Iamblichus’ *De divinatione* beschrijft al heel precies

“de meest verbazingwekkende manifestaties van het moderne spiritualisme.”

Slechts één voorbeeld om te laten zien hoe lichtvaardig de heer Wallace omgaat met de wetenschappelijke onderbouwing en verificatie van deze wonderen. Het is absoluut veel gevergd om te geloven dat de geesten zich laten fotograferen en wij hebben zeker het recht om te eisen dat zulke geestefoto’s, voordat wij ze als echt accepteren, op de meest onbetwistbare manier worden geverifieerd. Nu vertelt de heer Wallace op p. 187 dat in maart 1872 mevrouw Guppy, geboren Nichol, een belangrijk medium, met haar man en zoontje, zich lieten fotograferen bij de heer Hudson in Notting Hill, en dat op twee verschillende foto’s een rijzig vrouwelijk figuur, artistiek (fijn) gedrapeerd in wit gaas, met wat oosterse trekken, in een zegenende houding achter haar verscheen.

“Hier is nu van twee dingen één absoluut zeker. **[14]** Ofwel was er een levend,



intelligent, maar onzichtbaar wezen aanwezig, ofwel hebben de heer en mevrouw Guppy, de fotograaf, of een vierde persoon een schandelijk (wicked) bedrog beraamd en hebben het sindsdien volgehouden. Maar ik ken de heer en mevrouw Guppy heel goed, en ik ben er *absoluut van overtuigd* dat zij net zo onbekwaam zijn om dit soort fraude te plegen als elke serieuze onderzoeker van de waarheid op het gebied van de natuurwetenschappen.” [cursief van Engels] [p. 188]

Het is dus ofwel bedrog ofwel geestenfotografie. Akkoord. En bij bedrog stond ofwel de geest bij voorhand op de platen, ofwel moeten er vier mensen bij betrokken zijn geweest, ofwel drie, als we de oude heer Guppy, die in januari 1875 op 84-jarige leeftijd stierf, als ontoerekeningsvatbaar of gedupeerde opzij zetten (hij hoefde alleen maar achter de Spaanse achtergrond te verdwijnen). Dat een fotograaf zonder moeite een “model” kon krijgen, om een geest uit te beelden, daaraan moeten we geen woorden verspillen. De fotograaf Hudson werd echter kort daarna publiekelijk beschuldigd van de gewoontegetrouwe vervalsing van geestenfoto's, zozeer zelfs dat de heer Wallace vergoelijklijk zei:

“Eén ding is duidelijk, dat als er fraude heeft plaatsgevonden, het direct werd ontdekt door spiritualisten zelf.” [p. 189.]

Daarom is de fotograaf niet geheel te vertrouwen. Dan blijft mevrouw Guppy over, en voor haar is er alleen de “absolute overtuiging” van onze vriend Wallace en niets anders. – Niets anders? Welnee. De absolute betrouwbaarheid van mevrouw Guppy blijkt uit haar bewering dat ze op een avond, begin juni 1871, bewusteloos door de lucht werd getransporteerd van haar huis in Highbury Hill Park naar nr. 69, Lamb's Conduit Street – drie Engelse mijlen in vogelvlucht – en in het genoemde huis nr. 69 op de tafel werd gedeponneerd, tijdens een spiritualistische seance. De kamerdeuren waren op slot, en hoewel mevrouw Guppy een van de corpulentste dames in Londen was, wat zeker iets zegt, liet haar plotselinge val niet

het kleinste gat na in de deuren, noch in het plafond (verslag in de Londense "Echo", 8 juni 1871. En als iemand nog steeds gelooft in de echtheid van de geestenfotografie, dan is er geen helpen aan.

De tweede bekende adept onder de Engelse natuuronderzoekers is de heer William Crookes, de ontdekker van het chemische element thallium en van de radiometer (in Duitsland ook wel de Lichtmühle genoemd). De heer Crookes begon rond 1871 de spiritualistische manifestaties te onderzoeken, waarbij hij een hele reeks fysieke en mechanische apparaten gebruikte, weeghaken, elektrische batterijen, enz. Of hij het belangrijkste apparaat gebruikte, een sceptisch-kritische geest, en of hij tot het einde toe dit gebruikte, dat zullen we zien. In ieder geval, de heer Crookes was binnen een niet al te lange tijd net zo gefascineerd als de heer Wallace.

"Sinds enkele jaren," verhaalt hij, "heeft een jonge dame, Florence Cook, opmerkelijke medium kwaliteiten getoond; en de laatste tijd heeft dit zijn hoogtepunt bereikt in de productie van een complete vrouwelijke figuur, die beweert van oorsprong geestelijk te zijn, die op blote voeten en in witte stralende kleding verscheen, terwijl het medium, in donkere kleding, verzonken was in een diepe slaap en gebonden lag in een kast" (cabinet) "of aangrenzende kamer". [p. 181]

Deze geest, die zich Katey noemde en opmerkelijk veel op juffrouw Cook leek, werd op een avond plotseling bij de taille gegrepen door de heer Volckmann, de man van mevrouw Guppy, en hij hield hem vast om te zien of het inderdaad niet juffrouw Cook was in een andere uitgave. De geest bleek een pittige vrouw te zijn, en verzette zich krachtig, de toeschouwers bemoeiden zich, het gas werd afgesloten, en toen, na wat heen en weer worstelen, de rust werd hersteld en de kamer verlicht, was de geest verdwenen en lag juffrouw Cook gebonden en bewusteloos in haar hoekje. Desalniettemin zou de heer Volckmann tot op de dag van

vandaag volhouden dat hij juffrouw Cook vast had en niemand anders. Om dit wetenschappelijk vast te stellen, heeft een beroemde elektricien, de heer Varley, in een recent experiment de stroom van een batterij zo door het medium geleid, juffrouw Cook, dat zij de rol van de geest niet kon voorwenden zonder de elektriciteit te onderbreken. Niettemin maakte de geest zijn opwachting. Het was dus inderdaad een ander wezen dan juffrouw Cook. Dit nader te verklaren, dat was de taak van de heer Crookes. Zijn eerste stap was het *vertrouwen* van de spookachtige dame te winnen.

Dit vertrouwen, zo zegt hij zelf in de *Spiritualist*, 5 juni 1874, “nam geleidelijk aan zodanig toe dat ze weigerde een seance te geven tenzij *ik de afspraken maakte*”. Ze zei dat ze mij altijd in haar buurt en in de buurt van het kabinet wenste; ik vond dat, nadat dit vertrouwen was verworven en ze er zeker van was dat *ik geen enkele belofte aan haar zou breken*, de verschijningen aanzienlijk in kracht toenamen, en dat de bewijzen vrijwillig verkregen werden die op een andere manier niet te krijgen zouden zijn. *Zij heeft mij vaak geraadpleegd* over de personen die bij de seances aanwezig waren en over de plaatsen die hun werden toegewezen, want zij was de laatste tijd erg angstig (nervous) geworden als gevolg van bepaalde onverstandige aanwijzingen dat naast andere, meer wetenschappelijke onderzoeksmethoden ook geweld zou moeten worden gebruikt.” [cursief van Engels]

De spiritualiste beloofde dit vertrouwen, dat even beminnelijk als wetenschappelijk was, in de ruimste zin van het woord. Ze verscheen zelfs – wat ons niet meer kan verbazen – in het huis van de heer Crookes, speelde met zijn kinderen en vertelde hen “anekdotes van haar avonturen in India”, gaf de heer Crookes een verslag van “enkele bittere ervaringen in haar vroegere leven”, liet hem toe haar in zijn

armen te nemen, zodat hij zich kon overtuigen van haar materialiteit, liet hem de pols nemen en haar ademhalingen per minuut tellen, en liet zich tenslotte naast de heer Crookes fotograferen.

“Deze verschijning,” zegt meneer Wallace, “nadat zij gezien, betast en gefotografeerd was, en met hem gesproken had, *verdween absoluut* uit een kleine kamer, waaruit geen andere uitgang was dan via een aangrenzende kamer vol met toeschouwers.” [p. 183]

wat niet zo'n grote kunst was, op voorwaarde dat de toeschouwers beleefd genoeg waren om evenveel vertrouwen in meneer Crookes te hebben, in wiens huis dit gebeurde, als meneer Crookes in die geest.

Helaas zijn deze “volledig geauthenticeerde verschijningen” zelfs voor spiritualisten niet gemakkelijk te geloven. We zagen hierboven hoe de zeer spiritualistische mijnheer Volckman zichzelf een zeer materiële operatie toestond. Ook een geestelijke, lid van het bestuur van de “British National Association of Spiritualists”, woonde een seance bij met juffrouw Cook, en zonder moeite constateerde hij dat de kamer met de deur waardoor de geest kwam en verdween, via een *tweede deur* met de buitenwereld verbonden was. Het gedrag van de heer Crookes, ook aanwezig, gaf “de laatste dodelijke klap aan mijn overtuiging dat er misschien iets was in de manifestaties.” (*Mystic London*, door de Rev. C. Maurice Davies, London, Tinsley Brothers). Bovendien kwam in Amerika aan het licht hoe men “Kateys” “materialiseert”. Een echtpaar, Holmes, hield seances in Philadelphia waarin ook een “Katey” verscheen en royaal geschenken kreeg van de gelovigen. Een scepticus weigerde echter te rusten totdat hij op het spoor kwam van de genoemde Katey, die overigens al eens had gestaakt omwille van haar loon: hij vond haar in een boarding house (pension), een jonge dame onbetwistbaar van vlees en been, en in het bezit van alle geschenken, geschonken aan de geest.

Het continent moet echter ook zijn wetenschappelijke geestenzieners verduren. Een wetenschappelijke vereniging in St. Petersburg – ik weet het niet precies, of de universiteit

of de academie – delegeerde staatsraadlid Aksakov en chemicus Butlerov, om de spiritualistische verschijnselen te onderzoeken, maar het lijkt er niet op dat er veel van terecht is gekomen. Daartegenover – als de mededelingen van de spiritisten te vertrouwen zijn – heeft Duitsland nu ook in de persoon van professor Zöllner te Leipzig zijn mannetje.

Zoals bekend werkt de heer Zöllner al jaren danig op de “vierde dimensie” en heeft hij ontdekt dat veel dingen die onmogelijk zijn in een ruimte van drie dimensies, vanzelfsprekend zijn in een ruimte van vier dimensies. Zo kan men in deze laatste ruimte een gesloten metalen bol als een handschoen binnenstebuiten keren zonder een gat te maken; ook kan men een knoop maken in een eindeloos koord of een koord waar de beide uiteinden zijn vastgemaakt, ook kunnen twee afzonderlijke gesloten ringen met elkaar worden verbonden zonder een van beide te openen, en wat nog meer van dit soort dingen. Volgens recente triomfantelijke berichten uit de geestenwereld had professor Zöllner zich nu tot een of meer mediums gewend om hem te helpen bij de plaatsbepaling van de vierde dimensie. Het resultaat was verbazend. De armleuning van de stoel, waarop zijn arm had gerust, zonder dat zijn hand van tafel ging, zou na de seance met zijn arm verstrengeld zijn geweest met een draad aan beide uiteinden aan de tafel vastgemaakt en die zou vier knopen hebben gehad, enz. Kortom, alle wonderen van de vierde dimensie waren door de geesten met gemak verricht. Let wel: *relata refero* [Ik vertel wat er gezegd wordt, d.w.z. ik kan niet instaan voor de juistheid van de mededeling], ik sta niet in voor de juistheid van de bulletins, en als ze onnauwkeurig zijn, dan moet de heer Zöllner mij dankbaar zijn dat ik hem de gelegenheid geef tot correctie. Als ze echter de ervaringen van de heer Zöllner zonder vervalsing weergeven, dan wijzen ze blijkbaar op een nieuw tijdperk in de geesteswetenschap en de wiskunde. De geesten bewijzen het bestaan van de vierde dimensie, zoals de vierde dimensie staat voor het bestaan van de geesten. En als dit eenmaal is vastgesteld, opent zich een heel nieuw, onmeetbaar gebied voor de wetenschap. Alle voorgaande wiskunde en natuurwetenschappen worden slechts een basisschool voor de wiskunde van de vierde en nog hogere dimensies en voor de mechanica, fysica, chemie en fysiologie van de geesten die in deze hogere dimensies verblijven. Heeft de heer Crookes

soms niet wetenschappelijk bepaald hoeveel gewichtsverlies er is van de tafels en andere meubelstukken, bij het overgaan naar de vierde dimensie – zoals we nu wel kunnen zeggen; en verklaart de heer Wallace niet dat het vaststaat dat vuur het menselijk lichaam niet verwondt? En nu zelfs de fysiologie van de geestenlichamen! Ze ademen, ze hebben een pols, dus longen, hart en een bloedsomloop, en daardoor zijn ze zeker minstens zo goed uitgerust als wij ten opzichte van de overige lichaamsorganen. Want voor de ademhaling zijn koolhydraten nodig, die in de longen worden verbrand, en deze koolhydraten kunnen alleen van buitenaf worden aangevoerd; vandaar de maag, darmen en toebehoren – en eenmaal dit vastgesteld, volgt de rest zonder problemen. Het bestaan van zulke organen impliceert echter de mogelijkheid van ziekte, en zo kan het gebeuren, dat de heer Virchow een celpathologie van de geestenwereld moet opstellen. En aangezien de meeste van deze geesten mooie jonge dames zijn, die zich door niets anders dan hun onaardse schoonheid onderscheiden van aardse meiden, kan het niet lang duren voordat ze ooit “bij mannen die de liefde voelen” terechtkomen; en als de heer Crookes constateert, dankzij de polsslag, dat “het vrouwenhart niet ontbreekt”, opent de natuurlijke selectie het vooruitzicht op een vierde dimensie, een dimensie waarin het niet langer nodig is te vrezen voor een omruiling met de boze sociaaldemocratie.

Genoeg. Hier wordt het duidelijk wat de meest zekere weg is van de natuurwetenschap naar de mystiek. Het is niet de woekerende theorie van de natuurfilosofie, maar het oppervlakkigste empirisme dat alle theorieën veracht en alle denken mistrouwt. Het is niet a priori noodzakelijk dat het bestaan van geesten bewezen wordt, maar wel de empirische waarnemingen van de heren Wallace, Crookes en co. Als we de spectraalanalytische waarnemingen van Crookes geloven die hebben geleid tot de ontdekking van het metaal thallium, of de vele zoölogische ontdekkingen van Wallace in de Maleisische Archipel, dan wordt hetzelfde geloof van ons verlangd voor de spiritualistische ervaringen en ontdekkingen van deze twee onderzoekers. En als wij denken, dat er hier een klein verschil is, namelijk dat wij sommige wel en andere niet kunnen verifiëren, dan antwoorden de geestenzieners ons dat dit niet het geval is en dat zij bereid zijn ons de

gelegenheid te geven ook de geestenverschijningen te verifiëren.

Men minacht de dialectiek niet ongestraft. Hoeveel minachting men ook heeft voor al het theoretisch denken, toch kan men niet zonder theoretisch denken twee natuurfeiten met elkaar in verband brengen, of het bestaande verband begrijpen. De enige vraag is of men correct denkt of niet, en het negeren van de theorie is natuurlijk de zekerste manier om naturalistisch en dus verkeerd te denken. Maar het onjuiste denken, met alle gevolgen van dien, komt volgens een oude bekende dialectische wet regelmatig tot het tegenovergestelde van het uitgangspunt. En zo straft de empirische minachting van de dialectiek zichzelf door enkele van de meest nuchtere empiristen naar het duisterste van alle bijgeloof te leiden, naar het moderne spiritualisme.

Hetzelfde met de wiskunde. De gewone metafysische wiskundigen pronken met enorme trots op de absolute onweerlegbaarheid van de resultaten van hun wetenschap. Deze resultaten omvatten echter ook de imaginaire eenheden, die dus ook een bepaalde realiteit hebben. Wanneer men eenmaal gewend is een werkelijkheid buiten ons hoofd toe te schrijven aan  $\sqrt{-1}$ , of aan de vierde dimensie, dan maakt het niet uit of men een stap verder zet en ook de geestenwereld van de mediums accepteert. Het is zoals Ketteler over Döllinger zei:

“De man heeft in zijn leven zoveel onzin verdedigd, dat hij de onfeilbaarheid op de koop toe kon nemen!”

Inderdaad, het loutere empirisme is niet in staat om de spiritualisten te weerleggen. In de eerste plaats tonen de “hogere” fenomenen zich altijd pas wanneer de “onderzoeker” in kwestie al zo bevangen is in het denken, dat hij alleen nog ziet wat hij moet of wil zien – zoals Crookes zelf met zo’n onnavolgbare naïviteit beschrijft. Ten tweede maakt het de spiritisten niets uit als honderden vermeende feiten als oplichting worden onthuld en tientallen vermeende mediums als vulgaire goochelaars worden ontmaskerd. Zolang niet *elk* vermeend wonder is verklaard, hebben zij nog voldoende ruimte om door te gaan, zoals Wallace over de

vervalste foto's van geesten duidelijk zegt. Het bestaan van vervalsingen bewijst de echtheid van de echte.

En zo wordt het empirisme gedwongen om de opdringerigheid van de geestenzieners niet met empirische experimenten maar met theoretische overwegingen te confronteren, en met Huxley te zeggen:

“Het enige goede dat kan voortkomen uit het bewijzen van de waarheid van het spiritualisme is, naar mijn mening, dit: een nieuw argument tegen zelfdoding. Beter om te leven als een straatveger dan als een bazelend gestorven medium dat zich per seance verhuurt voor een guinje!”

---

**[13]** Zoals eerder gezegd, perfectioneren de patiënten zich door te oefenen. Het is dus goed mogelijk dat, wanneer de onderwerping van de wil een gewoonte is geworden, de relatie tussen de deelnemers intiemer wordt, individuele fenomenen worden geïntensiveerd en zelfs in waaktoestand zwak worden gereflecteerd.

**[14]** Here, then, one of two things are absolutely certain. De geestenwereld staat boven de grammatica. Een grapjas liet ooit de geest van de grammaticus Lindley Murray getuigen. Op de vraag of hij er was, antwoordde hij: I are (Amerikaans in plaats van I am). Het medium kwam uit Amerika.



NOTA'S

### [Wetenschapsgeschiedenis]

De opeenvolgende ontwikkelingen van de afzonderlijke takken van de natuurwetenschappen moeten worden bestudeerd. In de eerste plaats de *astronomie*, die, al was het maar vanwege de seizoenen, absoluut onmisbaar was voor herders en boeren. Astronomie kan zich alleen ontwikkelen met behulp van *wiskunde*. Dit is dus ook gebeurd. – Verder ontstond op een bepaald moment in de landbouw en in bepaalde regio's (waterwerken voor irrigatie in Egypte), en vooral bij het ontstaan van de steden, grote bouwsels en de ontwikkeling van ambachtelijke *werktuigkunde*. Dit was ook snel nodig voor *scheepvaart* en *oorlog*. – Ook de mechanica heeft de hulp van wiskunde nodig en zet dus aan tot ontwikkeling. Zo wordt het ontstaan en de ontwikkeling van de wetenschap vanaf het allereerste begin bepaald door de productie.

Gedurende de hele oudheid bleef het eigenlijke wetenschappelijke onderzoek beperkt tot deze drie takken, en wel in de vorm van exact en systematisch onderzoek dat voor het eerst in de postklassieke periode plaatsvindt (de Alexandrijnen, Archimedes, enz.). In de fysica en de chemie, nog nauwelijks gescheiden in het denken (theorie van de elementen, afwezigheid van het concept van een chemisch element), in de plantkunde, de zoölogie, de anatomie van mens en dier, kon men tot dan toe alleen maar feiten verzamelen en deze zo systematisch mogelijk ordenen. Fysiologie was puur giswerk, zodra men verder ging dan de meest tastbare dingen – bv. spijsvertering en excretie – en het kon niet anders, zolang men zelfs de circulatie niet begreep. – Aan het einde van deze periode verschijnt de chemie in de oervorm van de alchemie.

Als na de duistere middeleeuwen de wetenschappen plotseling opnieuw en met onverwachte energie verschijnen en met wonderbaarlijke snelheid vooruitgaan, dan hebben we dit wonder opnieuw te danken aan de productie. In de eerste plaats ontwikkelde de industrie zich na de kruistochten enorm en bracht ze een hoeveelheid nieuwe mechanische (weven, de mechanische klok, molens), chemische (verven, metallurgie, alcohol) en fysische (de bril) feiten aan het licht, en dit gaf niet alleen enorm veel materiaal voor observatie, maar leverden op zichzelf al heel andere experimenten op dan voorheen, en maakten de bouw van *nieuwe* instrumenten mogelijk; men kan zeggen dat de feitelijke systematische experimentele wetenschap nu pas mogelijk was geworden. Ten tweede ontwikkelde heel West- en Midden-Europa, met inbegrip van Polen, zich nu op coherente wijze, ook al stond Italië op grond van zijn oudere beschaving nog steeds aan de top. Ten derde brachten geografische ontdekkingen – puur uit winstbejag, dus in laatste instantie uit productie – talloos materiaal met zich mee, dat tot dan toe ontoegankelijk was op het gebied van meteorologie, zoölogie, plantkunde en (menselijke) fysiologie. Ten vierde was er de *drukpers*. {1}

Nu – afgezien van wiskunde, astronomie en mechanica, die al bestonden – wordt de fysica definitief gescheiden van de chemie (Torricelli, Galileo – in verband met industriële waterbouwkundige werken bestudeerde de eerste als eerste de beweging van vloeistoffen, zie Clerk Maxwell). Boyle maakt

van de chemie een wetenschap, Harvey deed hetzelfde voor de fysiologie (mens en dier) door de ontdekking van de bloedsomloop. Zoölogie en plantkunde blijven in de eerste plaats wetenschappen die feiten verzamelen, totdat de paleontologie – Cuvier – zich aandient, met kort daarna de ontdekking van de cel en de ontwikkeling van de organische chemie. Zo zijn vergelijkende morfologie en fysiologie mogelijk, en vanaf dan zijn beide ook ware wetenschappen. Aan het einde van de vorige eeuw werden de fundamenteën van de geologie gelegd, en recentelijk de antropologie, een miskende wetenschap die de overgang tussen de morfologie en de fysiologie van de mens en de menselijke rassen en geschiedenis mogelijk maakt. Dit moet verder in detail worden bestudeerd en ontwikkeld.

### **Het natuurbeeld van de Antieken**

(Hegel, *Geschiedenis van de Filosofie*, Bd. I, – *Griekse Filosofie*)

Van de eerste filosofen zegt Aristoteles (*Metafysica*, 1, 3) dat ze beweren:

“Waaruit alle zijnden bestaan, en waaruit zij ontstaan als uit het eerste en waarin ze uiteindelijk vergaan, die als substantie [in het Grieks in de tekst] altijd hetzelfde blijft en alleen verandert in zijn bepalingen [in het Grieks in de tekst], dit is het element [in het Grieks in de tekst] en dit is het principe [in het Grieks in de tekst] van alle zijnden. Daarom houden zij eraan vast dat geen ding ontstaat [in het Grieks in de tekst] of vergaat, omdat dezelfde natuur altijd behouden blijft”. (p. 198)

Hier is dus al het oorspronkelijke, natuurlijke materialisme, dat in het begin de eenheid in de oneindige verscheidenheid van natuurlijke verschijnselen als vanzelfsprekend beschouwt en deze zoekt in iets onmiskenbaar lichamelijks, iets bijzonders, zoals Thales in het water.

Cicero zegt:

“*Thales* [cursief van Engels] ... verklaarde het water als de oerstof van de dingen, maar de godheid als een geest die alles uit water heeft gevormd.” (*De Natura Deorum*, I, p. 10)

Hegel verklaart terecht dat dit een toevoeging is van Cicero, en zegt:

“Maar deze vraag, of Thales ook in God geloofde, gaat ons hier niet aan; er is geen sprake van aanname, geloof, volksreligie ... en als hij had gesproken over God als de schepper van alle dingen uit dat water, dan zouden we niets meer weten over dit wezen... Het is een leeg woord zonder inhoud.” p. 209 (ca. 600 [v.C.]).

De oudste Griekse filosofen waren tegelijkertijd natuuronderzoekers: *Thales*, landmeter, stelde het jaar vast op 365 dagen en zou een zonsverduistering hebben voorspeld. – *Anaximander* maakte een zonnwijzer, een soort kaart [in het Grieks in de tekst] van het land en de zee en verschillende astronomische instrumenten. – *Pythagoras* was een wiskundige.

*Anaximander* van Milete, volgens Plutarch (*Quaestiones convivales*, VIII, p. 8), laat “*de mens uit een vis komen, die uit het water op het land komt*”, [cursief van Engels] p. 213. Voor hem is [in het Grieks in de tekst] het begin en het oerelement *onbegrensd* [cursief van Engels], zonder het te bepalen als lucht of water of iets anders [in het Grieks in de tekst] (Diogenes Laërtius II, paragraaf 1). Deze oneindigheid wordt door Hegel (p. 215) correct weergegeven als “*de onbepaalde materie*” (ca. 580).

*Anaximenes* van Milete neemt *lucht* als principe en basiselement, die oneindig is (Cicero, *De Natura Deorum*, 1, 10) en

“daaruit komt alles voort, en daarin lost alles weer op” (Plutarch *De placitis philos[ophorum]*), I, 3).

Daarbij is de lucht [in het Grieks in de tekst] [ademhaling = geest].

“Zoals onze ziel, die lucht is, ons bijeenhoudt, zo houdt ook de hele wereld een geest en lucht bijeen; geest en lucht zijn synoniem.” ([Pseudo-]Plutarch) [pp. 215-216.]

Ziel en lucht opgevat als een universeel [algemeines] medium (ca. 555).

Aristoteles zegt dat deze oude filosofen de oer essentie zien als een vorm van materie: lucht en water (misschien Anaximander als iets daartussenin), later Heraclitus als vuur, maar niemand als uit de aarde vanwege de meervoudige samenstelling [in het Grieks in de tekst]. *Metafysica*, I, 8. (p. 217.)

Aristoteles merkt terecht op dat ze allemaal de oorsprong van de beweging niet verklaren (p. 218 e.v.).

*Pythagoras* van Samos (ca. 540): *getal* is het basisprincipe.

“Dat getal is de essentie van alle dingen en de organisatie van het heelal als geheel in zijn bepaald zijn is *een harmonieus systeem van getallen en hun verhoudingen.*” (cursief van Engels) (Aristoteles, *Metafysica*, I, 5 passim.)

Hegel wijst terecht op

“de stoutmoedigheid van zo’n vertoog, dat alles wat voor het denken zo essentieel is (voor waar) neerhaalt en de zinnelijke essentie teniet doet.” [pp. 237-238] en de mens in een denkbeeld plaatst dat zeer beperkt en eenzijdig is.

Zoals het getal onderworpen is aan bepaalde wetten, zo ook het universum; de wetmatigheid wordt hierbij voor het eerst bepaald. Aan Pythagoras wordt de reductie van muzikale harmonieën tot wiskundige verhoudingen toegeschreven.

En zo:

“In het centrum plaatsten de Pythagoreeërs het vuur, maar de aarde als een ster, die in een cirkel rond dit centrale lichaam draait. (Aristoteles, *De coelo*, II, 13.) [p. 265]

Dit vuur is niet de zon; maar wel het eerste vermoeden dat *de aarde beweegt*.

Hegel over het planetenstelsel:

“... het harmonische waarmee de afstanden [tussen de planeten] worden bepaald – daarvoor heeft de wiskunde nog geen enkele reden kunnen geven. De empirische getallen zijn nauwkeurig bekend; maar het heeft alle schijn van toeval, niet van noodzaak. Er is bij benadering een regelmaat in de afstanden bekend, en zo zijn er met geluk tussen Mars en Jupiter nog planeten vermoed, waar men later Ceres, Vesta, Pallas, enz. ontdekte; maar de astronomie heeft nog steeds geen consistente reeks gevonden waarin enige zin, enige reden was. Zij kijkt eerder met minachting naar die regelmaat van die reeks; maar voor haar is het een uiterst belangrijk punt waarop niet mag worden toegegeven.” ([p.] 267[/268].)

Ondanks het naïef materialisme van hun wereldbeeld [Gesamtauffassung] is de kiem van de latere splitsing al te vinden bij de oude Grieken. Voor Thales is de ziel al iets bijzonders, iets anders dan het lichaam (zoals hij ook een ziel aan de magneet toeschrijft), voor Anaximenes is het lucht (zoals in *Genesis*), voor de Pythagoreeërs is het al onsterfelijk en zwervend, het lichaam is er puur toevallig. Ook bij de Pythagoreeën is de ziel “een splinter van de ether [in het Grieks in de tekst]” (Diogenes Laërtius, VIII, 26-28), waarbij – de koude – ether de lucht is, de dichte ether de zee en vloeistof. [pp. 279-280]

Aristoteles verwijt de Pythagoreeërs ook terecht:

Met hun getallen “zeggen ze niet hoe beweging ontstaat en hoe, zonder beweging en verandering, er ontstaan en vergaan is, of de toestanden en activiteiten van de hemelse zaken.” (*Metafysica*, I, 8.) [p. 277]

Pythagoras zou de identiteit van de Morgend- en Avondster hebben ingezien en dat de maan zijn licht van de zon krijgt. Tot slot, de stelling van Pythagoras.

“Er wordt gezegd dat Pythagoras een hecatombe organiseerde toen hij deze stelling ontdekte... Het is opmerkelijk dat zijn vreugde erover zo groot was dat hij een groot feest regelde waarop de rijken en al het volk waren uitgenodigd; en het was het waard. Het was een vrolijkheid, een plezier van de geest (van de kennis) ... ten koste van de stieren.” (p. 279.)

### **De Eleaten Leucippus en Democritus**

“Maar Leucippus en zijn leerling Democritus stellen als element het *volle* en het lege, waarmee ze het zijnde en het niet-zijnde bedoelen, in die zin dat ze hier het *volle* en het *vaste* begrijpen” (namelijk [in het Grieks in de tekst] [de atomen]) “als het zijnde, maar het lege en het *holle* het niet-zijnde. Daarom laten ze ook het zijnde niet méér bestaan dan het niet-zijnde ... en ze zeggen dat dit de materiële oorzaken van de zijnden zijn. En net zoals degenen die de onderliggende substantie tot een eenheid maken en dan alle andere dingen laten ontstaan door middel van hun eigenschappen ... zo stellen deze denkers dat de ‘*verschillen*’ (namelijk de atomen) de oorzaken zijn van al het andere. Van

deze verschillen, zeggen ze, *zijn er drie: vorm, ordening en positie* ... Zo verschilt A van N door de *vorm*, AN van NA door de *volgorde* en Z van N door de *positie*.” (Aristoteles, *Metafysica*, Boek I, hoofdstuk 4) [266]

“Hij (Leucippus) was de eerste om te stellen dat atomen het begingsel zijn ... en deze noemt hij elementen. Uit hen ontstaan talloze werelden en ze lossen ook weer op in de elementen. De werelden komen echter op de volgende manier tot stand: *een hoeveelheid* lichamen van alle mogelijke vormen maakt zich *los van het oneindige* en bewegen naar de grote leegte, die samengebald *een grootte wervel vormen*, waarin ze tegen elkaar botsen en op alle mogelijke manieren rondcirkelen, zich afscheiden, maar zo dat wat hetzelfde is, wordt samengevoegd met wat hetzelfde is. Als ze nu, nadat het *evenwicht* is bereikt, niet meer in cirkels kunnen ronddraaien vanwege hun aantal, *gaan de fijnere* (lichtere) *naar de buitenste leegte*, Alsof ze gezeefd zijn, blijft de rest bij elkaar, verweven met elkaar, houden dezelfde koers aan en vormen zo de eerste bolvormige formatie.” (Diogenes Laërtius, Boek IX, hoofdstuk 6.)

#### *Over Epicurus.*

“De atomen *bewegen* echter onophoudelijk. Verderop zegt hij echter dat ze ook met *dezelfde snelheid* bewegen, omdat de *lege ruimte* zowel *tegenover het lichtste als tegenover het zwaarste atoom dezelfde conformiteit* vertoont ... De atomen hebben ook geen kwaliteiten behalve *vorm*,



*grootte en gewicht ... Ze kunnen ook niet van enige omvang zijn ...* Er is tenminste nog nooit een atoom gezien door zintuiglijke waarneming.” (Diogenes Laërtius, Boek X, § 43-45) “Bovendien hebben de atomen noodzakelijkerwijs dezelfde snelheid als ze geen weerstand ondervinden als ze zich door de lege ruimte bewegen. Zware atomen zullen niet sneller bewegen dan de kleine en de lichte atomen, zolang niets hen weerhoudt, noch zullen kleine atomen sneller bewegen dan de grote, *ofschoon ze overal een gemakkelijke doorgang vinden*, alleen de groten mogen geen weerstand tegenkomen.” (Ibid., § 61)

\*

“Dat dus het Ene in elke soort [de dingen] een bepaalde natuur is, en dat in geen van deze dit, het Ene, de eigenlijke natuur is, ligt voor de hand.” (Aristoteles, *Metafysica*, Boek IX, hoofdstuk 2)

\*

*Aristarchus van Samos*, 270 v. Chr., had al de *Copernicaanse theorie van de Aarde en de Zon*. (Mädler, p. 44, Wolf, p. 35-37)

*Democritus* had al het vermoeden dat de *Melkweg* het verenigde licht van ontelbare kleine sterren is. (Wolf, p. 313)

\*

### **Verschil van de situatie aan het einde van de Oude Wereld ca. 300 – en het einde van de middeleeuwen – 1453**

1. In plaats van een dunne strook cultuur langs de kust van de Middellandse Zee, die sporadisch zijn armen uitstreckte naar het binnenland en naar de Atlantische kusten van Spanje, Frankrijk en Engeland, en zo gemakkelijk kon worden

doorbroken en opgerold door de Duitsers en Slaven uit het noorden en Arabieren uit het zuidoosten – nu een gesloten cultuurgebied – met heel West-Europa, met Scandinavië, Polen en Hongarije als buitenposten.

2. In plaats van de tegenstand van de Grieken resp. de Romeinen en de barbaren, nu 6 cultuurvolken met culturele talen, de Scandinaviërs niet meegerekend, die allemaal zo ver ontwikkeld waren dat ze konden deelnemen aan de enorme literaire opleving van de 14e eeuw en een veel grotere veelzijdigheid van ontplooiing garandeerden dan de Griekse en Latijnse talen, die aan het einde van de oudheid al in verval waren en stierven.

3. Een oneindig hogere ontwikkeling van industriële productie en handel, gecreëerd door de middeleeuwse burgers; aan de ene kant, productie meer geperfectioneerd, veelvoudig en massaal; aan de andere kant, commercieel verkeer veel sterker, navigatie oneindig veel gedurfter sinds de Saksische, Friese en Normandische tijd; en aan de andere kant, de veelheid aan uitvindingen en importen van Oosterse uitvindingen, die niet alleen de invoer en verspreiding van de Griekse literatuur mogelijk hebben gemaakt, ontdekkingen op zee en de burgerlijke godsdienstige revolutie, maar gaven ze ook een heel andere en snellere reikwijdte en zorgden bovendien voor een massa wetenschappelijke feiten, ook al waren die nog niet geordend, zoals die nooit beschikbaar waren in de oudheid (magnetische naald, drukwerk, brieven, linnenpapier – gebruikt door Arabieren en Spaanse Joden sinds de 12e eeuw, katoenpapier dat geleidelijk ontstond sinds de 10e eeuw, al meer verbreid in de 13e en 14e eeuw, papyrus volledig verdwenen in Egypte sinds de Arabieren) – buskruit, *brillen*, *mechanische klokken*, grote vooruitgang zowel in de *tijdrekening* als in de *mechanica*.

(Uitvindingen zie nr. 11){2}

Daarnaast materiaal door de reizen geleverd (Marco Polo, ca. 1272, enz.).

Veel meer algemene vorming, hoewel nog steeds niet goed, via de universiteiten.

Met de opkomst van Constantinopel [nu Istanboel – MIA] en de val van Rome komt er een einde aan de oudheid. Het einde van de middeleeuwen is onlosmakelijk verbonden met de val van Constantinopel. Het nieuwe tijdperk begint met een terugkeer naar de Grieken. – Negatie van de negatie!

### **Historisch – Uitvindingen**

v.C.:

Brandspuit, waterklok ca. 200 v.C.,  
bestrating (Rome).  
Perkament, ca. 160.

n.C.:

Watermolens *aan de Moezel*, ca. 340, in  
Duitsland in de tijd van Karel de Grote.  
Eerste spoor van glasramen.  
Straatverlichting in Antiochië ca. 370.  
Zijderupsen uit China, ca. 550 in  
Griekenland.

Ganzenveer in de 6e eeuw.  
Katoenpapier uit China tot de Arabieren  
in de 7e eeuw, in Italië in de 9e eeuw.  
Waterorgels in Frankrijk in de 8e eeuw.  
Zilvermijnen in het Harz gebergte vanaf  
de 10e eeuw.

Windmolens tegen 1000.

Muzieknotatie, toonladder van Guido van  
Arezzo circa 1000.

Zijdeteelt naar Italië rond 1100.

Klokken met raderen – dito.

Magnetische naald van de Arabieren naar  
de Europeanen rond 1180.

Bestrating in Parijs 1184.

Brillen in Florence. Glazen spiegels.

Tweede helft van de dertiende eeuw.

Pekelharing. Sluizen – dito.

Slagklokken. Katoenpapier in Frankrijk –  
dito.

Lompenpapier begin veertiende eeuw.

Wissel – midden veertiende eeuw.  
 Eerste papierfabriek in Duitsland  
 (Neurenberg), 1390.  
 Straatverlichting in Londen. Begin  
 vijftiende eeuw.  
 Post in Venetië – dito.  
 Houtsnede en afdrukken – dito.  
 Graveren – midden dito.  
 Paardenpost in Frankrijk 1464.  
 Ertsgebergte Saksische zilvermijnen  
 1471.  
 Pedaalklavechord uitgevonden 1472.  
 Zakhorloges. Windbuksen. Geweerslot –  
 eind 15e eeuw.  
 Spinnewiel 1530.  
 De duikerklok 1538.

\*

### **Historisch**

De moderne natuurwetenschap – de enige die in aanmerking komt qua wetenschap tegenover de geniale intuïties van de Grieken en de sporadische onsamenhangende onderzoeken van de Arabieren – begint met dat machtige tijdperk waarin het feodalisme door de bourgeoisie werd gebroken – in het kader van de strijd tussen de stedelijke burgers en de feodale adel, rebellerende boeren, en achter de boer het revolutionaire begin van het moderne proletariaat, de rode vlag al in de hand en het communisme op de lippen – het creëerde de grote Europese monarchieën, brak de geestelijke dictatuur van de paus, deed de Griekse oudheid herleven en daarmee de hoogste artistieke ontwikkeling van de nieuwe tijd, verbrak de grenzen van de oude wereld [in de Duitse editie: *Orbis – Orbis terrarum* – de aardbol] en ontdekte voor het eerst de echte wereld.

Het was de grootste revolutie die de wereld tot dan had meegemaakt. De natuurwetenschap was actief verstrengeld met deze revolutie, was door en door revolutionair, ging hand in hand met de ontwakende moderne filosofie van de grote Italianen en had haar martelaren op de brandstapel en in de

gevangenissen. Het is veelzeggend dat zowel de protestanten als de katholieken in de vervolging hebben geconcurrereerd. De ene verbrandde Servet, de andere Giordano Bruno. Het was een tijd die vroeg om reuzen en die reuzen gaf, reuzen in geleerdheid, geest en karakter, een tijd die de Fransen terecht de Renaissance noemden en protestants Europa met eenzijdig vooroordeel, de Reformatie.

In die tijd had de natuurwetenschap ook haar onafhankelijkheidsverklaring, al is het waar dat die in het begin niet goed kwam, net zo min als dat Luther de eerste protestant was. Wat Luthers verbranding van de pauselijke bul op religieus gebied was, was op het gebied van natuurwetenschap het grote werk van Copernicus, waarin hij na 36 jaar aarzelen en zagezegd op zijn sterfbed het kerkelijk bijgeloof de handschoen wierp. Vanaf dat moment is de natuurwetenschap in wezen geëmancipeerd van de religie, hoewel de volledige discussie over alle details zich tot op de dag van vandaag voortsleept en in sommige geesten nog lang niet voltooid is. Maar vanaf dat moment ging de ontwikkeling van de wetenschap verder met reuzenstappen, die als het ware in kwadratische verhouding staan tot de afstand in de tijd vanaf het beginpunt, alsof ze de wereld wilde laten zien dat voor de beweging van het hoogste product van organische stof, de menselijke geest, de omgekeerde wet gold voor het omgekeerde van de beweging van de anorganische stof.

De eerste periode van de moderne natuurwetenschap eindigt – op het gebied van het anorganische – met Newton. Het is de periode van beheersing van de beschikbare materie; het realiseerde grote dingen op het gebied van wiskunde, mechanica en astronomie, statica en dynamica, met name dankzij Kepler en Galileo, waaruit Newton zijn conclusies trok. In de organische sfeer was er echter geen sprake van een vooruitgang die verder ging dan het eerste begin. Het onderzoek naar de levensvormen die elkaar historisch opvolgen en vervangen, evenals de veranderende levensomstandigheden die daarmee samenhangen – de paleontologie en de geologie bestonden nog niet. De natuur werd helemaal niet beschouwd als iets dat zich historisch ontwikkelt, dat zijn geschiedenis in de tijd heeft; alleen uitbreiding in de ruimte kwam in aanmerking; de verschillende vormen werden niet achter elkaar gegroepeerd,

maar naast elkaar; de natuurgeschiedenis gold voor alle tijden, zoals de elliptische banen van de planeten. Voor een nadere analyse van de organische structuur ontbrak het aan een fundament, namelijk zowel de chemie als de kennis van de essentiële organische structuur, de cel. De natuurwetenschap, in het begin revolutionair, werd geconfronteerd met een door en door conservatisme, waarin alles nog was zoals het was aan het begin van de wereld, en waarin alles zou blijven zoals het was van begin tot einde van de wereld.

Het is veelzeggend dat deze conservatieve kijk op de natuur in zowel de anorganische als de organische [...] {3}

|            |        |                |                  |             |
|------------|--------|----------------|------------------|-------------|
| Astronomie | Fysica | Geologie       | Plantfysiologie  | Geneeswijze |
| Mechanica  | Chemie | Palaeontologie | Dierenfysiologie | Diagnostiek |
| Wiskunde   |        | Mineralogie    | Anatomie         |             |

1ste bres: Kant en Laplace. 2e: geologie en paleontologie (Lyell, langzame ontwikkeling). 3e: organische chemie, die organische lichamen maakt en de geldigheid van chemische wetten voor levende lichamen laat zien. 4e: 1842, mechanische [theorie van] warmte, Grove. 5e: Darwin, Lamarck, cel, enz. (strijd, Cuvier en Agassiz). 6e: het vergelijkende element in de anatomie, de klimatologie (isothermen), de dieren- en plantengeografie (wetenschappelijke reisexpedities sinds het midden van de 18e eeuw), de fysische geografie in het algemeen (Humboldt), het samenbrengen van het materiaal in een context. Morfologie (embryologie, Baer) {4}

De oude teleologie is naar de duivel, maar wat nu zeker is, is dat de materie in haar eeuwige cyclus beweegt volgens wetten die op een bepaald moment – eerstdaags hier en eerstdaags daar – een denkende geest noodzakelijkerwijs in organische wezens produceert.

Het normale bestaan van dieren is gegeven in de onmiddellijke omstandigheden waarin ze leven en waaraan ze zich aanpassen – die van de mens, zodra hij zich in engere zin van het dier onderscheidt, die hebben nooit bestaan, zij worden gerealiseerd door de historische ontwikkeling. De mens is het enige dier dat in staat is zich te ontworstelen aan de louter dierlijke toestand – zijn normale toestand is er een

die past bij zijn bewustzijn, *een die door hemzelf moet worden geschapen.*

\*

### **Uit *Feuerbach* weggelaten**

[De vulgariserende venters die in de jaren vijftig in Duitsland in materialisme handelden, kwamen op geen enkele manier verder dan de beperkingen van hun leermeesters [de Franse materialisten van de 18e eeuw]. Alle vooruitgang die de natuurwetenschap sindsdien heeft geboekt diende hen slechts] als nieuwe argumenten tegen het geloof in een schepper van het heelal; en het lag inderdaad buiten hun handel om de theorie vooruit te helpen. Het idealisme werd hard getroffen door 1848 [het revolutiejaar – MIA], maar het materialisme in deze vernieuwde vorm zonk nog lager.

Dat Feuerbach de verantwoordelijkheid voor *dit* materialisme verwierp, daar had hij beslist gelijk in; alleen mocht hij de leer van de reizende predikers niet op één hoop gooien met het materialisme in het algemeen.

Ongeveer tegelijkertijd maakte de empirische natuurwetenschap echter zo'n grote vooruitgang en kwam ze tot zulke briljante resultaten dat niet alleen de mechanische eenzijdigheid van de achttiende eeuw volledig kon worden overwonnen, maar dat ook de natuurwetenschap zelf, dankzij het bewijs van de in de natuur zelf bestaande samenhang tussen de verschillende onderzoeksgebieden (mechanica, fysica, chemie, biologie, enz.), werd getransformeerd van een empirische in een theoretische wetenschap en, door het veralgemenen van de bereikte resultaten, naar een systeem van materialistische kennis van de natuur. De mechanica van gassen; de nieuw gecreëerde organische chemie, die het laatste restje onbegrijpelijkheid van de ene na de andere zogenaamde organische verbinding heeft gestript door deze te produceren uit anorganische stoffen; de wetenschappelijke embryologie uit 1818; de geologie en paleontologie; de vergelijkende anatomie van planten en dieren – ze leverden allemaal nieuw materiaal op een tot nu toe ongehoorde schaal. Van doorslaggevend belang waren echter drie grote ontdekkingen.

De eerste was het bewijs van de energietransformatie, verkregen door de ontdekking van het mechanische equivalent van warmte (door Robert Mayer, Joule en Colding). Alle ontelbare actieve oorzaken in de natuur, die tot nu toe een mysterieus, onverklaarbaar bestaan leidden als zogenaamde krachten – mechanische kracht, warmte, straling (licht en stralingswarmte), elektriciteit, magnetisme, chemische combinatie- en scheidingskracht – blijken nu bijzondere vormen te zijn, bestaansvormen van één en dezelfde energie, d.w.z., beweging. We kunnen niet alleen bewijzen dat ze van de ene vorm in de andere veranderen, wat altijd in de natuur gebeurt, maar we kunnen het ook zelf uitvoeren in het laboratorium en in de industrie, op zo'n manier dat een bepaalde hoeveelheid energie in de ene vorm altijd overeenkomt met een bepaalde hoeveelheid energie in deze of een andere vorm. Zo kunnen we de eenheid van de warmte uitdrukken in kilogrammeter, en de eenheden van willekeurige hoeveelheden elektrische of chemische energie weer in warmte-eenheden, en omgekeerd; we kunnen ook het verbruik en de toevoer van energie van een levend organisme meten en in elke eenheid uitdrukken, bijvoorbeeld in warmte-eenheden. De eenheid van alle beweging in de natuur is niet langer een filosofisch postulaat maar een wetenschappelijk feit.

De tweede – eerder in de tijd – is de ontdekking van de organische cel door Schwann en Schleiden, van de cel als de eenheid waaruit de vermenigvuldiging en differentiatie van alle organismen behalve de laagste ontstaan en zich ontwikkelen. Pas met deze ontdekking kreeg de studie van de biologische, levende producten van de natuur – vergelijkende anatomie en fysiologie en embryologie – een stevige voet aan de grond. Het mysterie van de oorsprong, de groei en de structuur van de organismen was weggenomen; het tot dan toe onbegrijpelijke wonder was opgelost in een proces dat plaatsvond volgens een wet die in wezen identiek is voor alle meercellige organismen.

Maar er is nog steeds een essentiële leemte. Als alle meercellige organismen – zowel planten als dieren, inclusief de mens – uit één cel groeien volgens de wet van de celdeling, vanwaar dan de oneindige diversiteit van deze organismen? Deze vraag werd beantwoord door de derde grote ontdekking,



de evolutietheorie, die voor het eerst door Darwin in een context werd gepresenteerd en onderbouwd. Deze theorie, hoezeer ze ook in detail zal veranderen, lost het probleem in zijn geheel en op grote schaal al op een meer dan adequate manier op. De ontwikkelingsreeks van organismen, van enkele eenvoudige tot steeds meer diverse en gecompliceerdere organismen, zoals we die vandaag de dag zien, en tot aan de mens in grote lijnen is aangetoond; dat maakt niet alleen de verklaring mogelijk van de bestaande voorraad biologische natuurproducten, maar vormt ook de basis voor de prehistorie van de menselijke geest, voor het traceren van zijn verschillende ontwikkelingsfasen, van het eenvoudige structuurloze, maar gevoelig protoplasma van de laagste organismen tot aan het denkende menselijke brein. Zonder deze prehistorie blijft het bestaan van het denkend menselijk brein een wonder.

Met deze drie grote ontdekkingen zijn de belangrijkste processen van de natuur verklaard en terug te voeren op natuurlijke oorzaken. Er moet nog maar één ding worden gedaan: de oorsprong van het leven uit de anorganische natuur verklaren. In het huidige stadium van de wetenschap betekent dit niets anders dan: het maken van eiwitten uit anorganische stoffen. De chemie komt steeds dichterbij deze taak, maar is nog lang niet zover. Maar als we bedenken dat het eerste organische lichaam, ureum, al in 1828 door Wöhler werd gepresenteerd uit anorganisch materiaal, en hoe talloze zogenaamde organische samenstellingen nu kunstmatig worden gemaakt zonder enige organische stoffen, dan zal de chemie niet stoppen bij het eiwit. Tot nu toe heeft het elke organische stof kunnen voortbrengen waarvan het de samenstelling precies kent. Zodra de samenstelling van de eiwitlichamen bekend is, zal de chemie zich kunnen bezighouden met het maken van levend eiwit. Maar dat het van de ene op de andere dag kan bereiken wat de natuur zelf alleen onder zeer gunstige omstandigheden op individuele hemellichamen, na miljoenen jaren, kan doen – dat zou een wonder zijn.

De materialistische kijk op de natuur rust vandaag de dag dus op een veel steviger fundament dan in de vorige eeuw. Destijds werd alleen de beweging van hemellichamen en planeten onder invloed van de zwaartekracht enigszins goed

begrepen; bijna het hele gebied van de chemie en de hele organische natuur bleef onbegrepen. Vandaag de dag ligt de hele natuur breed voor ons als een systeem van onderlinge relaties en processen dat in ieder geval in grote lijnen verklaard en begrepen wordt. De materialistische kijk op de natuur betekent in ieder geval niets meer dan een eenvoudige opvatting van de natuur zoals die is, zonder een buitenaards bijvoegsel, daarom was dit bij de Griekse filosofen oorspronkelijk vanzelfsprekend. Maar tussen die oude Grieken en ons ligt meer dan tweeduizend jaar van een in wezen idealistische kijk op de wereld, en dus is de terugkeer naar een vanzelfsprekend begrip moeilijker dan het op het eerste gezicht lijkt. Want het is geenszins een kwestie van het simpelweg verwerpen van het hele gedachtegoed van die twee millennia, maar van het bekritisieren ervan, van het lospeuteren van deze voorbijgaande vorm van de verkregen resultaten binnen de verkeerde idealistische vorm, die echter onvermijdelijk was voor zijn tijd en het verloop van de ontwikkeling zelf. En hoe moeilijk dit is, wordt ons bewezen door die talrijke natuurkundigen die onverbiddelijke materialisten zijn binnen hun wetenschap, maar daarbuiten niet alleen idealisten, maar zelfs vrome, zelfs orthodoxe christenen.

Al deze baanbrekende vooruitgang van de natuurwetenschap is Feuerbach voorbijgegaan zonder hem wezenlijk te raken. Dit was niet zozeer zijn schuld als wel die van de ellendige Duitse omstandigheden, waardoor universitaire leerstoelen in bezit werden genomen door leeghoofdige, eclecticische muggenzifters, terwijl Feuerbach, die over hen heen torende, bijna gedwongen werd om eenzaam in een dorp in afzondering te blijven. Daarom verspilt hij op het gebied van de natuur zoveel arbeid – op een paar briljante samenvattingen na – aan leeg belletristisch schrijven. Zo zegt hij:

“Het leven is echter niet het product van een chemisch proces, helemaal niet het product van een geïsoleerde natuurkracht of fenomeen, waartoe de metafysische materialist het leven reduceert; het is een gevolg van de hele natuur.”

Dat het leven een gevolg is van de hele natuur is geenszins in tegenspraak met het feit dat het eiwit, de exclusieve onafhankelijke drager van leven, ontstaat onder bepaalde voorwaarden die bepaald zijn door de hele samenhang van de natuur, maar toch juist ontstaat als het product van een chemisch proces. <Als Feuerbach onder omstandigheden had geleefd die hem in staat stelden de ontwikkeling van de natuurwetenschap zelfs oppervlakkig te volgen, zou hij nooit zijn gekomen tot het spreken over een chemisch proces als het effect van een geïsoleerde natuurkracht.>{5} Het is aan deze zelfde eenzaamheid dat het Feuerbach wordt toegeschreven als hij zich verliest in een reeks vruchteloze en circulaire speculaties over de relatie van het denken met het denkende orgaan, de hersenen – een gebied waar Starcke hem gewillig volgt.

Genoeg, Feuerbach verzet zich tegen de naam materialisme. En niet geheel ten onrechte, want hij komt nooit helemaal van het idealisme af. In het domein van de natuur is hij een materialist; maar in het domein van de mens [...] {6}

\*

God wordt nergens slechter behandeld dan door de natuurkundigen die in hem geloven. De materialisten leggen het eenvoudigweg uit zonder in zulke frasen te vervallen; ze doen dat alleen als opdringerige gelovigen God aan hen willen opdringen, en dan antwoorden ze kortstondig, zoals Laplace: Sire, je n'avais pas, enz., of grover op de wijze van Nederlandse kooplieden, die de gewoonte hebben om Duitse handelsreizigers, als hun rommelproducten worden opgedrongen, af te wijzen met de woorden: ik kan die zaken niet gebruiken en daarmee is het afgelopen. Wat heeft God te verduren gehad van zijn verdedigers! In de geschiedenis van de moderne natuurwetenschappen wordt God door zijn voorstanders behandeld zoals Frederik Willem III behandeld werd door zijn generaals en beambten in de slag bij Jena. De ene legerdivisie na de andere legt de wapens neer, de ene vesting na de andere capituleert voor de opmars van de wetenschap, totdat eindelijk het hele oneindige rijk van de natuur door de wetenschap is veroverd en er geen plaats meer is voor de Schepper. Newton gunde hem nog de "eerste impuls", maar verbood hem elke verdere inmenging in zijn

zonnestelsel. Pater Secchi complimenteert hem, weliswaar met alle canonieke eer, maar daarom niet minder categorisch, compleet het zonnestelsel uit en staat hem alleen een scheppingsdaad toe betreffende de oerlevel. En zo op alle gebieden. In de biologie veronderstelt zijn laatste grote Don Quichot, Agassiz, zelfs positieve onzin: hij zou niet alleen de echte dieren geschapen hebben, maar ook de abstracte dieren, de vis als zodanig! En tenslotte verbiedt Tyndall hem elke toegang tot de natuur en degradeert hem naar de wereld van de emotionele processen, hij laat hem alleen maar toe omdat er toch iemand moet zijn die meer weet over al deze dingen (de natuur) dan John Tyndall! Wat een afstand tot de oude God – Schepper van hemel en aarde, handhaver van alle dingen – zonder wie geen haar van het hoofd kan vallen!

Tyndalls emotionele behoefte bewijst niets. Chevalier des Grioux had ook een emotionele behoefte om Marion Lescaut lief te hebben en te bezitten, die zichzelf en haar keer op keer verkocht; voor haar werd hij een valsspeler en pooier, en als Tyndall hem wil terechtwijzen, zou hij antwoorden met zijn “emotionele behoefte”!

God = nescio [ik weet het niet]; maar ignorantia non est argumentum [onwetendheid is geen bewijsgrond] (Spinoza).

---

{1} In de marge van het manuscript: “Tot nu toe is de productie te danken aan de wetenschap, maar de wetenschap heeft oneindig veel meer te danken aan de *productie*.”

{2} Engels verwijst naar het 11e blad van zijn aantekeningen. De chronologische tabel van de uitvindingen die op dit blad zijn opgeschreven, is hier weergegeven.

{3} De zin bleef onafgewerkt.

{4} Tot hier is de gehele tekst van de noot in het manuscript, zoals die door Engels in het eerste deel van de “Inleiding” gebruikt is, doorstreept met een verticale lijn. Er volgen nog twee alinea’s, waarvan sommige werden gebruikt in het tweede deel van de “Inleiding”, maar niet zijn geschrappt in het manuscript.

{5} Deze zin is in het manuscript geschrappt.

{6} Hier eindigt p. 19 van het oorspronkelijke manuscript “Ludwig Feuerbach”. Het einde van deze zin staat op de volgende pagina, die niet bewaard is gebleven. Op basis van

de gedrukte tekst van “Ludwig Feuerbach” kan men ervan uitgaan dat het tweede deel van de laatste zin als volgt luidt: “maar op het gebied van de menselijke geschiedenis is hij een idealist”.

## Natuurwetenschap en filosofie

### **Büchner**

Het opkomen van de tendens. De ontbinding van de Duitse filosofie in het materialisme – het afbouwen van de controle op de wetenschap – het losbarsten van de platvloerse materialistische popularisering, waarbij het materialisme het gebrek aan wetenschap moest compenseren. Het bloeide op ten tijde van de diepste verloedering van het burgerlijke Duitsland en de officiële Duitse wetenschap – 1850-1860. Vogt, Moleschott, Büchner. Wederzijdse zekerheid. Nieuwe impulsen door de opkomst van het darwinisme, dat onmiddellijk door deze heren werd gemonopoliseerd.

Men zou ze met rust kunnen laten en ze laten doen, wat toch niet zo kwalijk is, al is het maar in beperkte mate, om het Duitse filistijnse atheïsme te onderwijzen, enz., maar 1. het schimpen op de filosofie (te citeren),[\[15\]](#) ondanks alles de roem van Duitsland, en 2. de veronderstelling om natuurlijke

theorieën toe te passen op de samenleving en het socialisme te hervormen. Dat dwingt ons er nota van te nemen.

Ten eerste, wat bereiken ze in hun eigen vakgebied? Citaten.

2. Keerpunt, pagina's 170-171. Vanwaar dit plotse hegelianisme? Overgang naar de dialectiek.

Twee filosofische richtingen, de metafysische met vaste categorieën, de dialectische (Aristoteles en vooral Hegel) met vloeiende categorieën; het bewijs dat deze vaste tegenstellingen van grond en gevolg, oorzaak en effect, identiteit en verschil, schijn en essentie, onhoudbaar zijn, dat de analyse laat zien dat de ene pool al in *nuce* [in een notendop] aanwezig is in de andere, dat op een bepaald punt de ene pool omslaat in de andere en dat heel de logica zich alleen maar ontwikkelt vanuit deze voortschrijdende tegenstellingen. – Dat is bij Hegel zelf mystiek, omdat de categorieën al bestaan en de dialectiek van de echte wereld slechts een weerspiegeling is. In werkelijkheid is het andersom: de dialectiek van het hoofd weerspiegelt alleen de vormen van beweging van de echte wereld, van de natuur en van de geschiedenis. De natuurkundigen waren tot het einde van de vorige eeuw, ja tot 1830, zo goed als klaar met de oude metafysica, want de echte wetenschap ging niet verder dan de mechanica – de aardse en kosmische. Toch was er al verwarring ontstaan door de hogere wiskunde, die de eeuwige waarheid van de lagere als achterhaald beschouwt, vaak het tegendeel beweert, en stellingen verkondigt die voor de lagere wiskunde pure onzin lijken. Niettemin brengt de hogere wiskunde, die de eeuwige waarheid van de lagere wiskunde als een overwonnen standpunt beschouwt, vaak het tegenovergestelde tot stand, met stellingen die voor de lagere wiskundige pure onzin lijken. De vaste categorieën verdwenen hier; de wiskunde had een terrein betreden waar zelfs eenvoudige relaties als die van de louter abstracte kwantiteit, de gebrekkige oneindigheid, een volledige dialectische vorm aannamen en wiskundigen tegen hun wil en zonder het te weten dwongen om dialectisch te worden. Niets is grappiger dan de kronkels, wendingen en vernuiftigheden van wiskundigen om deze tegenstrijdigheid op te lossen, om hogere en lagere wiskunde met elkaar te verzoenen, om

duidelijk te maken dat wat zij als een onmiskenbaar resultaat zagen geen pure onzin was, en om in het algemeen het uitgangspunt, de methode en het resultaat van de wiskunde van het oneindige rationeel uit te leggen.

Nu is alles echter heel anders. Chemie, de abstracte deelbaarheid van fysieke dingen, gebrekkige oneindigheid – atomistiek. Fysiologie – de cel (het organische ontwikkelingsproces, zowel van het individu als van de soort, door differentiatie, de meest opvallende test van de rationele dialectiek), en tenslotte de identiteit van de natuurkrachten en hun onderlinge converteerbaarheid, die een einde maken aan alle fixatie van categorieën. De meerderheid van de natuurkundigen zit echter nog steeds vast in de oude metafysische categorieën en zijn hulpeloos als deze moderne feiten, die de dialectiek als het ware in de natuur bewijzen, rationeel uitgelegd en met elkaar in verband gebracht moeten worden. En hier is *denken* noodzakelijk: atomen en moleculen, enz. kunnen niet onder de microscoop worden geobserveerd, maar alleen door het denkproces. Vergelijk de chemici (behalve Schorlemmer, die bekend is met Hegel) met Virchows *Cellulaire Pathologie*, waar uiteindelijk algemene zinnen de hulpeloosheid moeten verbergen. Dialectiek, ontdaan van mystiek, wordt een absolute noodzaak voor de natuurwetenschap, die het terrein heeft verlaten waar de vaste categorieën, de lagere wiskundige logica, als het ware volstonden voor huishoudelijk gebruik. De filosofie neemt postuum wraak op de natuurwetenschap omdat deze laatste haar verlaten heeft; en toch hadden de natuurwetenschappers al uit de wetenschappelijke successen van de filosofie kunnen opmaken dat er in deze filosofie iets was dat superieur aan hen was, zelfs op hun eigen terrein (Leibniz – stichter van de wiskunde van het oneindige, tegen wie Newton, de domoor van de inductie, staat als plagiarist en bederver; Kant – kosmische ontstaanstheorie *vóór* Laplace; Oken – de eerste in Duitsland die de evolutietheorie heeft overgenomen; Hegel – wiens [...] samenvattende en rationele groepering van de natuurwetenschappen, groter is dan alle materialistische onzin bij elkaar).

---

Op Büchners pretentie om een oordeel te vellen over socialisme en economie uit de strijd om het bestaan: Hegel *Enzyklopädie*, I, p. 9, over schoenmaken.

Over politiek en socialisme. Het begrip waarop de wereld heeft gewacht, p. 11.

Buiten, naast en na elkaar. Hegel *Enzyklopädie*, p. 35! als de bepaling van het zintuiglijke, van het denkbeeld.

Hegel, *Enzyklopädie*, p. 40. Natuurverschijnselen – maar bij Büchner is er geen sprake van denken, alleen van kopiëren, derhalve is dit niet nodig.

Pagina 42. Solon heeft zijn wetten “in zijn hoofd” gemaakt – Büchner is in staat om hetzelfde te doen voor de moderne samenleving.

Pagina 45. Metafysica – wetenschap van de *dingen* – niet van de bewegingen.

Pagina 53. “In de ervaring hangt alles af van de geest waarmee we de werkelijkheid benaderen. Een grote geest geeft grote ervaringen en ziet in het kleurrijke spel van de verschijning wat er toe doet.”

Pagina 56. Parallellisme tussen het menselijk individu en de geschiedenis – parallellisme tussen embryologie en paleontologie.

\*

Zoals Fourier a mathematical poem [een wiskundig gedicht] is en toch nog steeds gebruikt wordt, zo is Hegel a dialectical poem [een dialectisch gedicht].

\*

De onjuiste *porositeitstheorie* (waarin verschillende nep materies, warmtematerie, enz., in hun onderlinge poriën zitten en toch niet in elkaar doordringen), gepresenteerd door Hegel, *Enzyklopädie*, I, p. 259, als een zuiver *verzinsel van de geest*; zie ook *Logik*.

\*



Hegel, *Enzyklopadie*, I, pp. 205/206, profetische passage over atoomgewichten tegenover de fysische opvattingen van die tijd en over atomen, moleculen als *gedachtebepalingen*, waarover het *denken* moet beslissen.

\*

Als Hegel de natuur ziet als een manifestatie van het eeuwige “idee” in zijn vervreemding, en als dit zo’n ernstige misdaad is, wat moeten we dan zeggen van de morfoloog Richard Owen:

“Het oeridee werd in verschillende vormen op deze planeet belichaamd lang voor het bestaan van die diersoorten die het nu verwezenlijken.” (*Nature of Limbs*, 1849)

Als een mystieke natuurkundige dit zegt, die er niets mee bedoelt, is het oké; maar als een filosoof hetzelfde zegt, die er iets bij denkt, en inderdaad au fond juist denkt, zij het in een verkeerde vorm, dan is het mystiek en een schandelijke misdaad.

\*

*Natuurwetenschappelijk denken*. Agassiz’ scheppingsplan, volgens hetwelk God zich ontwikkelt van het algemene naar het bijzondere en het individuele, eerst het gewervelde dier als zodanig, dan het zoogdier als zodanig, het roofdier als zodanig, de kat als zodanig, en ten slotte de leeuw, enz.! Dus eerst abstracte concepten in de vorm van concrete dingen en dan concrete dingen! (Zie Haeckel, p. 59.)

\*

Bij *Oken* (Haeckel, p. 85 e.v.) komt de onzin naar voren die voortkomt uit het dualisme tussen natuurwetenschap en filosofie. Door zijn denkweg ontdekt Oken protoplasma en de cel, maar niemand denkt eraan om de zaak wetenschappelijk te onderzoeken – het *denken* wordt verondersteld het te doen! En wanneer het protoplasma en de cel worden ontdekt, is Oken over het algemeen afgeschreven!

\*

Hofmann (*Ein Jahrhundert Chemie unter den Hohenzollern*) citeert de natuurfilosofie, met een citaat van Rosenkranz, de belletrist die door geen enkele ware hegeliaan wordt erkend. De natuurfilosofie verantwoordelijk houden voor Rosenkranz is net zo dom als dat Hofmann de Hohenzollerns verantwoordelijk houdt voor de ontdekking van bietsuiker door Marggraf.

\*

*Theorie en empirisme.* – De afplatting van de aarde is theoretisch vastgesteld door Newton. De Cassinis en andere Fransen beweerden lange tijd daarna, op basis van hun empirische metingen, dat de aarde ellipsoïdaal is en de poolas het langst.

\*

De minachting van de empiristen voor de Grieken krijgt een eigenaardige illustratie als men bijvoorbeeld Th. Thomson (*On Electricity*) leest, waar mensen als Davy en zelfs Faraday in het donker tasten (de elektrische vonk, enz.), en experimenten uitvoeren die nogal doen denken aan de verhalen van Aristoteles en Plinius over fysisch-chemische fenomenen. Het is precies in deze nieuwe wetenschap dat de empiristen het blinde tasten van de antieken volledig reproduceren. En waar de geniale Faraday juist is, moet de filistijn Thomson daartegen protesteren. (p. 397)

\*

Haeckel, *Anthropogenie*, p. 707.

“Volgens het materialistische wereldbeeld kwam de *materie of stof vóór de beweging* [cursief van Engels] of *de levende kracht*, de stof creëerde de kracht.” Dit is net zo fout als dat die kracht materie creëert, want kracht en materie zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden.

Waar haalt hij zijn materialisme vandaan?

\*

*Causae finales* en *efficientes* [definitieve (of op een doel gerichte oorzaken) en handelende (producerende) oorzaken] getransformeerd door Haeckel (pp. 89, 90) in doelbewust werkende en mechanisch werkende oorzaken, omdat *causa finalis* = God! Net zo voor hem “mechanisch” zonder meer volgens Kant, = monistisch, niet = mechanisch in de zin van *mechanica*. Met een dergelijke verwarde taal is onzin onvermijdelijk. Wat Haeckel hier zegt van Kants *Kritik der Urteilskraft* strookt niet met Hegel. (*Geschichte der Philosophie* (Vol. III, p. 603)

Een ander voorbeeld{2} van polariteit bij Haeckel: mechanisme = monisme, en vitalisme of teleologie = dualisme. Reeds bij Kant en Hegel is het innerlijke doel een protest tegen het dualisme. Mechanisme toegepast op het leven is een hulpeloze categorie, we kunnen hooguit spreken van chemisme, als we niet willen afzien van namen voor elk begrip. Doel: Hegel, V, p. 205.

“Het mechanisme toont zich als een streven naar totaliteit door te proberen de natuur als geheel te vatten, dat voor haar begrip niets anders nodig heeft – een totaliteit *dat niet te vinden is in het doel en het daarmee verbonden buitenwereldse begrip.*” [cursief van Engels]

De grap is echter dat het mechanisme (inclusief het 18e-eeuwse materialisme) niet uit abstracte noodzaak en ook niet uit toeval kan komen. Zodat de materie het denkend menselijk brein uit zichzelf ontwikkelt, als een puur toeval, al is het daar waar het gebeurt noodzakelijkerwijs geconditioneerd van stap tot stap. Maar in werkelijkheid is het de aard van de materie om door te gaan met de ontwikkeling van denkende wezens, en dit gebeurt dus ook altijd daar waar de voorwaarden (niet noodzakelijkerwijs overal en altijd hetzelfde) voor bestaan.

Verder, Hegel, V, p. 206:

“Dit principe” (van het mechanisme)  
“geeft daarom, in zijn samenhang met de  
externe noodzaak, het bewustzijn van  
oneindige vrijheid tegenover de  
teleologie, die de geringheid en zelfs  
verachtelijkheid van zijn inhoud als iets  
absoluuts oplost, waarin het meer  
algemene denken zich slechts oneindig  
beperkt en zelfs afstotend kan zijn”.

Ook hier weer de kolossale verspilling van materie en beweging in de natuur. In het zonnestelsel zijn er misschien hooguit drie planeten waarop leven en denkende wezens kunnen bestaan – onder de huidige omstandigheden. En dat hele enorme apparaat ter wille van hen!

Het *innerlijke doel* in het organisme werkt volgens Hegel (V, p. 244) door middel van een *aandrift*. Pas trop fort [maar niet te fel]. De aandrift moet het individuele levende wezen min of meer in harmonie brengen met zijn begrip. Hieruit blijkt hoezeer het hele *innerlijke doel* zelf ideologisch is. En toch hebben we hier Lamarck.

\*

Natuurkundigen denken dat ze zich kunnen bevrijden van de filosofie door deze te negeren of te beschimpen. Ze kunnen echter geen vooruitgang boeken zonder na te denken, en voor gedachten hebben ze behoefte aan gedachtebepalingen. Maar ze nemen deze categorieën zonder nadenken aan, vanuit het gemeenschappelijke bewustzijn dat gedomineerd wordt door wat over blijft van lang vervlogen filosofieën.

Of van het kleine beetje filosofie, verplicht op de universiteit (dat fragmentarisch is, maar ook nog een wirwar van opvattingen van lieden van de meest uiteenlopende en meestal slechtste scholen), of van het onkritisch en onsystematisch lezen van filosofische geschriften van allerlei aard. Vandaar dat ze niet in het minst afhankelijk zijn van de filosofie, maar helaas meestal van de slechtste filosofie, en degenen die het meest de filosofie beschimpen zijn de slaven van juist de slechtste ge vulgariseerde restanten van de slechtste filosofieën.

\*

De natuurkundigen mogen zich opstellen zoals ze willen, ze worden gedomineerd door de filosofie. De enige vraag is of ze gedomineerd willen worden door een slechte modieuze filosofie of door een vorm van theoretisch denken die gebaseerd is op kennis van de geschiedenis van het denken en zijn verworvenheden.

Fysica, pas op voor de metafysica, is helemaal waar, maar in een andere zin.

De natuurkundigen maken nog steeds een schijnvertoning van de filosofie door genoeg te nemen met de restjes van de oude metafysica. Pas wanneer de natuurwetenschap en de historische wetenschap de dialectiek in zich hebben opgenomen, wordt alle filosofische onzin – afgezien van het zuivere denken – overbodig, en verdwijnt het in de positieve wetenschap.

---

**[15]** Büchner kent de filosofie alleen als dogmaticus, omdat hij zelf een dogmaticus is van de platgetreden paden van de Duitse Verlichting, die de geest en de beweging van de grote Franse materialisten heeft verloren (Hegel hierover) – zoals Nicolai die van Voltaire heeft verloren. Lessings “dode hond Spinoza.” (Hegel *Enzyklopädie*. Voorwoord, p. 19)

---

{1} Het woord is niet te ontcijferen in het manuscript, omdat het bedekt is met een inktvlek.  
{2} Dit verwijst naar de notitie “Polariteit”, die vlak voor deze noot op hetzelfde blad werd geschreven.

## Dialectiek

### a. Algemene vragen over dialectiek. Basiswetten van de dialectiek

Dialectiek, de zogenaamde *objectieve* dialectiek, heerst in de hele natuur, en de zogenaamde *subjectieve* dialectiek, het dialectisch denken, is een reflectie van de beweging in de

tegenstellingen die overal in de natuur aanwezig zijn en die door hun voortdurende conflict en uiteindelijke opgaan in elkaar, of in hogere vormen, het eigenlijke leven van de natuur bepaalt. Aantrekking en afstoting. Met magnetisme begint de polariteit, het manifesteert zich op een en hetzelfde lichaam; in het geval van elektriciteit, wordt het verdeeld over 2 of meer, die in onderlinge spanning komen. Alle chemische processen reduceren zich tot processen van chemische aantrekking en afstoting. Uiteindelijk is in het organische leven de vorming van de celkern ook te beschouwen als een polarisatie van het levende eiwit, en vanaf de eenvoudige cel laat de evolutietheorie zien hoe elke vooruitgang tot aan de meest gecompliceerde plant enerzijds, en tot aan de mens anderzijds, tot stand komt door het eeuwige conflict tussen erfelijkheid en aanpassing. Het laat zien hoe weinig de categorieën “positief” en “negatief” van toepassing zijn op dergelijke vormen van ontwikkeling. Erfelijkheid kan worden beschouwd als de positieve, behoudende kant, aanpassing als de negatieve kant, het voortdurend vernietigen van wat is geërfd, maar aanpassing kan net zo goed worden beschouwd als de creatieve, actieve, positieve activiteit, en erfelijkheid als de verzettende, passieve, negatieve activiteit. Maar net zoals in de geschiedenis de vooruitgang zich voordoet als de ontkenning van het bestaande, zo wordt ook hier – om puur praktische redenen – aanpassing beter opgevat als negatieve activiteit. In de geschiedenis komt de beweging in tegengestelden des te meer naar voren in alle kritische tijdperken van de toonaangevende volkeren. Op zulke momenten heeft een volk slechts de keuze tussen de twee uiteinden van een dilemma: “of – of”, en inderdaad, de vraag wordt altijd heel anders gesteld dan het politiserende filisterdom van alle tijden wil dat het wordt gesteld. Zelfs de liberale Duitse filistijn van 1848 werd in 1849 plotseling en onverwacht en tegen zijn wil geconfronteerd met de vraag: een terugkeer naar de oude reactie in een verscherpte vorm, of voortzetting van de revolutie tot aan de republiek, misschien zelfs de ene en ondeelbare met een socialistische achtergrond. Hij dacht geen twee keer na en hielp bij de totstandkoming van Manteuffels reactie als de bloem van het Duitse liberalisme. Ook de Franse bourgeoisie stond in 1851 voor een onverwacht dilemma: een karikatuur van de keizerlijke staat, pretorianisme en uitbuiting van Frankrijk door een bende ellendelingen, of een sociaaldemocratische

republiek – en hij boog voor de bende ellendelingen, om de arbeiders onder hun bescherming te kunnen uitbuiten.

\*

*Hard and fast lines* [scherpe grenslijnen] zijn onverenigbaar met de evolutietheorie – zelfs de grens tussen gewervelde en ongewervelde dieren ligt niet vast, evenmin als die tussen vissen en amfibieën, en die tussen vogels en reptielen verdwijnt elke dag meer en meer. Tussen *Compsognathus* en *Archaeopteryx* ontbreken slechts enkele middelste ledematen [Mittelglieder], en in beide hemisferen verschijnen getande vogelsnavels. “Of – of” wordt meer en meer onvoldoende. Bij de lagere dieren is het concept van het individu helemaal niet scherp te bepalen. Niet alleen of dit dier een individu of een kolonie is, maar ook waar in de ontwikkeling het ene individu eindigt en het andere begint (voedsters). – Voor een dergelijk natuurbeeld, waarbij alle verschillen in de tussenschakels samenvloeien, alle tegenpolen door tussenliggende schakels in elkaar overgaan, is de oude metafysische denkwijze onvoldoende. Dialectiek, die ook geen hard and fast lines kent, geen onvoorwaardelijke, universeel geldige “of – of” en die de vaste metafysische verschillen overbrugt, die naast “of – of” ook “dit – en dat” op de juiste plaats herkent en de tegengestelden verzoent, is de enige manier van denken die het beste geschikt is voor dit stadium. Voor dagelijks gebruik, de wetenschappelijke kleinhandel, behouden de metafysische categorieën hun geldigheid.

\*

Omzetting van kwantiteit in kwaliteit = “mechanisch” wereldbeeld, kwantitatieve verandering verandert de kwaliteit. De heren hebben dat nooit gesnopen!

\*

Het karakter van wederzijdse tegenstellingen die behoren tot de gedachtebepaling van de rede: *polarisatie*. Zoals elektriciteit, magnetisme, enz., gepolariseerd raken en zich in tegengestelden bewegen, zo worden ook gedachten gepolariseerd. Omdat er geen eenzijdigheid is te handhaven, waaraan geen enkele natuurwetenschapper denkt, dus ook hier niet.

\*

De ware aard van de determinaties van “essentie” wordt door Hegel zelf uitgedrukt (*Enzyklopädie*, I, § 111, toevoeging): “In essentie is alles *relatief*” [cursief van Engels] (Bijvoorbeeld positief en negatief, die alleen zinvol zijn in hun relatie, niet op zichzelf).

\*

Deel en geheel zijn bijvoorbeeld al ontoereikende categorieën in de organische natuur. De zaadlosing – het embryo – en het pasgeboren dier zijn niet op te vatten als een “deel” dat van het “geheel” wordt gescheiden; dat geeft een scheve omgang. Het wordt eerst een deel in een *kadaver*. (*Enzyklopädie*, I, p. 268.)

\*

*Eenvoudig en samengesteld*: categorieën die eveneens hun betekenis in de organische natuur al verliezen, zijn niet van toepassing. Noch de mechanische samenstelling van botten, bloed, kraakbeen, spieren, weefsels, enz., noch de chemische samenstelling van de elementen maken het tot een dier (*Enzyklopädie*, I, p. 256). Het organisme is *noch* eenvoudig *noch* samengesteld, hoe complex het ook is.

\*

*Abstracte identiteit* ( $a = a$ ; en negatief:  $a$  kan niet tegelijkertijd gelijk en ongelijk zijn aan  $a$ , dit is eveneens niet toepasbaar in de organische natuur. De plant, het dier, elke cel op elk moment van zijn leven is identiek aan zichzelf en onderscheidt zich toch van zichzelf, door opname en uitscheiding van stoffen, ademhaling, door celvorming en celdood, door het voorafgaande circulatieproces, kortom, door een optelsom van onophoudelijke moleculaire veranderingen waaruit het leven bestaat en waarvan de samengevatte resultaten zichtbaar zijn in de levensfasen – embryonaal leven, jeugd, geslachtsrijpheid, geslachtsverkeer, ouderdom, dood. Hoe meer de fysiologie zich ontwikkelt, hoe belangrijker deze onophoudelijke, oneindig kleine veranderingen voor haar worden, hoe belangrijker voor haar



dus ook de afweging van het verschil *binnen* de identiteit, en het oude abstracte formele identiteitsperspectief, dat een organisch wezen behandeld moet worden als iets wat gewoonweg identiek is aan zichzelf, iets wat constant is, wordt achterhaald.<sup>{1}</sup> Toch blijft de op haar gebaseerde denkwijze met haar categorieën bestaan. Maar in de anorganische natuur bestaat de identiteit als zodanig niet. Elk lichaam wordt voortdurend blootgesteld aan mechanische, fysische en chemische invloeden die het altijd veranderen, zijn identiteit veranderen. Alleen in de wiskunde – een abstracte wetenschap die zich bezighoudt met de dingen van het denken, of ze nu een afspiegeling zijn van de werkelijkheid of niet – is de abstracte identiteit en haar tegenstelling tot het verschil op zijn plaats, en zelfs daar wordt ze voortdurend opgeheven. Hegel, *Enzyklopädie*, I, p. 235. Het feit dat de identiteit in zichzelf verschilt, komt tot uitdrukking in *elke zin*, waar het predicaat noodzakelijkerwijs anders is dan het onderwerp: de lelie is een *plant*, de *roos*, *is rood*, waarbij in het onderwerp of in het predicaat iets staat wat niet onder het predicaat of onderwerp valt. Hegel, p. 231. – De *identiteit met zichzelf* heeft vanzelfsprekend het *verschil met al het andere* nodig als aanvulling op de identiteit.

De voortdurende verandering, d.w.z. het opschorten van de abstracte identiteit met zichzelf, zelfs in het zogenaamde anorganische. Geologie is haar geschiedenis. Aan het oppervlak, mechanische veranderingen (denudatie, vorst), chemische veranderingen (verwering); inwendig, mechanische veranderingen (druk), warmte (vulkanisch), chemische (water, zuren, bindmiddelen); op grote schaal duwkrachten, aardbevingen, enz. De leisteen van vandaag is fundamenteel anders dan de klei [Schlick] waaruit hij is ontstaan, het krijgt uit algen en andere fauna [lossen mikroskopischen Schalen] waaruit hij bestaat, nog veel meer de kalksteen, die volgens sommigen inderdaad van puur organische oorsprong is, en zandsteen uit het losse zeezand, dat weer afkomstig is van uiteengevallen graniet, enz., om nog maar te zwijgen van steenkool.

\*

*De stelling van de identiteit* in de oude metafysische zin van de fundamentele stelling van de oude opvatting:  $a = a$ . Elk

ding is gelijk aan zichzelf. Alles was permanent, het zonnestelsel, sterren, organismen. Deze stelling is in alle gevallen door de natuurwetenschap onderzocht en stuk voor stuk weerlegd, maar in theorie houdt het nog steeds stand en wordt het door de aanhangers van het oude nog steeds tegen het nieuwe weerhouden: iets kan niet tegelijkertijd zichzelf en iets anders zijn. En toch is het feit dat echte concrete identiteit ook verschil, verandering omvat, recentelijk tot in detail aangetoond door de natuurwetenschap (zie hierboven). – Abstracte identiteit, zoals alle metafysische categorieën, volstaat voor *dagelijks* gebruik, waarbij kleinschalige verhoudingen of korte perioden in het geding zijn; de grenzen waarbinnen ze nuttig zijn, zijn in bijna alle gevallen verschillend en zijn afhankelijk van de aard van het onderwerp – in een planetair systeem, waar voor gewone astronomische berekeningen de ellips als basisvorm kan worden genomen, zonder praktische fouten te maken, kan men veel verder gaan dan bij een insect dat zijn metamorfose in een paar weken voltooit. (Andere voorbeelden zijn te geven, bijvoorbeeld verandering van de soort, gerekend in perioden van duizenden jaren). Maar voor de natuurwetenschap als geheel, zelfs in elke afzonderlijke tak, is de abstracte identiteit volstrekt ontoereikend, en hoewel ze nu in de praktijk is afgeschaft, domineert het theoretisch nog steeds de hoofden en de meeste natuurwetenschappers stellen zich voor dat identiteit en verschil onverzoenlijke tegenpolen zijn, in plaats van eenzijdige polen die alleen waarheid hebben in hun interactie, in het insluiten van het verschil *in* de identiteit.

\*

Identiteit en verschil – noodzaak en toeval – oorzaak en gevolg – de twee belangrijkste tegenpolen die, afzonderlijk behandeld, in elkaar overgaan.

En dan moeten “de oorzaken” helpen.

\*

*Positief en negatief.* Kan ook andersom worden genoemd: bij elektriciteit, enz.; noord en zuid dito. Draai dit om, verander de rest van de terminologie dienovereenkomstig, en alles blijft correct. We kunnen west – oost en oost – west noemen. De

zon komt op in het westen, en planeten draaien van oost naar west, enz., alleen de namen worden veranderd. Ja, in de natuurkunde noemen we de eigenlijke zuidpool van de magneet, degene die aangetrokken wordt door de noordpool van het aardmagnetisme, de *noordpool*, en het maakt helemaal niets uit.

\*

Dat positief en negatief worden gelijkgesteld – het maakt niet uit welke kant positief en welke negatief is – [vindt plaats] niet alleen in de analytische meetkunde, maar nog meer in de fysica (zie Clausius, p. 87 e.v.).

\*

*Polariteit.* De doorsnede van een magneet polariseert het neutrale centrum, maar zo, dat de oude polen blijven. Aan de andere kant behoudt een worm, in tweeën gesneden, de mond aan de positieve pool en vormt een nieuwe negatieve pool met een anus aan het andere uiteinde; maar de oude negatieve pool (de anus) wordt nu positief, en wordt een mond, en een nieuwe anus of negatieve pool wordt gevormd aan het uiteinde van de wond. Voilà, transformatie van positief in negatief.

\*

*Polarisatie.* Zelfs voor J. Grimm stond vast [dat] de zin een Duits dialect ofwel Hoogduits ofwel Nederduits moet zijn. En daar heeft hij het Frankisch dialect volledig uit het oog verloren. Omdat het geschreven Frankische van de latere Karolingische periode Hoogduits was (in die zin dat de Hoogduitse klankverschuiving het Frankische zuidoosten veroverde), ging het Frankische, volgens zijn opvatting, hier in oud-Hoogduits over, daar in het Frans ten onder. Tegelijkertijd bleef het absoluut onverklaarbaar vanwaar het Nederlands naar de oud-Salische gebieden kwam. Het Frankisch werd pas na de dood van Grimm herontdekt: Salisch in zijn verjonging als het Nederlandse dialect, Ripuarisch in het Midden- en Nederrijnse dialect, die deels zijn verschoven naar verschillende stadia van het Hoogduits, en deels Nederduits zijn gebleven, zodat het Frankisch een dialect is dat zowel Hoogduits als Nederduits is.

\*

## Toeval en noodzaak

Een andere tegenstelling waarin de metafysica verstrikt is geraakt, is die van toeval en noodzaak. Wat kan elkaar scherper tegenspreken dan deze twee gedachtebepalingen? Hoe is het mogelijk dat beide identiek zijn, dat het toevallige noodzakelijk is, en het noodzakelijke ook toevallig? Het gezond verstand, en daarmee de grote meerderheid van de natuurwetenschappers, behandelt noodzaak en toeval als bepalingen die elkaar voor eens en voor altijd uitsluiten. Een ding, een verhouding, een proces is of toevallig of noodzakelijk, maar niet allebei. Beide bestaan dus naast elkaar in de natuur; de natuur bevat allerlei voorwerpen en processen, waarvan sommige toevallig zijn, andere noodzakelijk, en het is slechts een kwestie de twee soorten niet met elkaar te verwarren. Zo worden bijvoorbeeld de doorslaggevende soortkenmerken noodzakelijk geacht en worden andere verschillen tussen individuen van dezelfde soort als toevallig beschreven, en dit geldt zowel voor kristallen als voor planten en dieren. Dan wordt de lagere groep toevallig ten opzichte van de hogere, zodat het een kwestie van toeval is hoeveel verschillende soorten in het geslacht felis [kat] of equus [paard] zijn opgenomen, of hoeveel geslachten en ordes er in een klasse zijn, en hoeveel individuen van elk van deze soorten er bestaan, of hoeveel verschillende diersoorten er in een bepaalde regio voorkomen, of hoe de fauna en flora er in het algemeen uitzien. En dan wordt verklaard dat het noodzakelijke alleen van wetenschappelijk belang is, en het toevallige onbelangrijk voor de wetenschap. Dat wil zeggen: wat men onder wetten kan brengen, wat men dus *weet*, is interessant; wat men niet onder wetten kan brengen, wat men dus niet weet, is onbetekenend, kan worden verwaarloosd. Daarmee komt er een einde aan alle wetenschap, want die wordt geacht precies datgene te onderzoeken wat we niet weten. Dat wil zeggen, wat onder de algemene wetten kan worden gebracht, wordt noodzakelijk geacht, en wat niet, dat is toevallig. Iedereen kan zien dat dit dezelfde soort wetenschap is die beweert dat wat zij kan verklaren natuurlijk is, en die het onverklaarbare aan bovennatuurlijke oorzaken toeschrijft; of ik de oorzaak van het onverklaarbare toeval noem, of God noem, dat maakt geen

verschil voor de zaak zelf. Beide zijn slechts een uitdrukking voor: ik weet het niet, en daarom behoort het niet tot de wetenschap. Deze stopt waar de noodzakelijke samenhang versaat.

Tegenover deze opvatting staat het determinisme, dat van het Franse materialisme is overgegaan in de natuurwetenschap, en dat probeert zich te ontdoen van het toeval door het geheel te ontkennen. Volgens deze zienswijze is er in de natuur slechts sprake van een eenvoudige, directe noodzaak. Dat een bepaalde peulerwt vijf erwten bevat en geen vier of zes, dat de staart van een bepaalde hond vijf centimeter lang is en niet langer of korter, dat dit jaar een bepaalde klaverbloem werd bevrucht door een bij en een andere niet, en inderdaad door precies een bepaalde bij en op een bepaald tijdstip, dat een bepaald paardenbloemzaad ontkiemt en een ander niet, dat ik gisteravond om vier uur 's ochtends door een vlo werd gebeten, en niet om drie of vijf uur, en op de rechterschouder en niet op de linker – dit zijn allemaal feiten die door een onherroepelijke samenloop van oorzaak en gevolg, door een onwrikbare noodzaak, zo zijn ontstaan, omdat de gasvormige bol, waaruit het zonnestelsel is ontstaan, al zo gevormd was dat deze gebeurtenissen zo moesten gebeuren en niet anders. Met een dergelijke noodzakelijkheid komen we ook niet uit de theologische visie op de natuur. Of we het nu met Augustinus en Calvijn het eeuwige gebod van God noemen, of kismet zoals de Turken, of dat we het noodzakelijkheid noemen, dat is voor de wetenschap zo goed als hetzelfde. In geen van deze gevallen is er sprake van het controleren van de causale keten; dus zijn we in het ene geval net zo wijs als in het andere, de zogenaamde noodzaak blijft een holle frase, en dus – het toeval blijft ook wat het was. Zolang we niet kunnen aantonen waarop het aantal erwten in de peul gebaseerd is, blijft het toeval, en met de bewering dat dit al voorzien was in de oorspronkelijke bouw van het zonnestelsel, zijn we niet verder gekomen. Meer nog. De wetenschap die zich zou bezighouden met het achterhalen van de casus van deze enkele peulerwt in zijn causale aaneenschakeling, zou geen wetenschap meer zijn, maar puur spelerei; want alleen al deze zelfde peulerwt heeft ontelbare andere individuele, toevallig lijkende kwaliteiten: kleurschakering, dikte en hardheid van de peul, grootte van de erwten, om nog maar te zwijgen van

de individuele bijzonderheden die door de microscoop worden onthuld. Eén erwtenpeul heeft dus al meer causaliteit om uit te klaren dan dat alle botanici in de wereld kunnen oplossen.

Het toeval wordt hier dus niet verklaard uit de noodzakelijkheid; de noodzakelijkheid wordt veeleer teruggebracht tot de productie van het louter toevallige. Als het feit dat een bepaalde peul zes erwten bevat, en niet vijf of zeven, op dezelfde rangorde staat als de bewegingswet van het zonnestelsel, of de wet van de transformatie van energie, dan wordt inderdaad niet het toeval tot noodzaak verheven, maar de noodzaak tot toeval gedegradeerd. Bovendien, hoezeer de diversiteit van de organische en anorganische soorten en individuen die naast elkaar bestaan in een bepaald gebied, daar ook van kan worden beweerd dat het gebaseerd is op een onomkeerbare noodzaak, voor de afzonderlijke soorten en individuen blijft het wat het eerst was, een kwestie van toeval. Voor het individuele dier is het een toevalligheid, waar het toevallig geboren is, in welke omgeving het leeft, welke en hoeveel vijanden het heeft. Het is toeval waar de wind de zaden van de moederplant verspreidt, ook voor de dochterplant, waar het zaad de grond vindt om te ontkiemen; en de verzekering dat ook hier alles gebaseerd is op een onbreekbare noodzakelijkheid, dat is een pauvrer [schrale] troost. De combinatie van de objecten van de natuur in een bepaald gebied, meer nog, de gehele aarde, blijft, ondanks alle oeroude eeuwige vastberadenheid, wat het was – toeval.

Hegel confronteert beide visies met de tot nu toe ongehoorde stelling dat het toevallige een oorzaak heeft omdat het toeval is, en net zo goed geen oorzaak heeft omdat het toeval is; dat het toevallige noodzakelijk is, dat de noodzakelijkheid zichzelf bepaalt als toevalligheid, en dat deze toevalligheid daarentegen eerder een absolute noodzaak is (*Logik*, II, Boek III, 2: *Die Wirklichkeit*). De natuurwetenschap heeft deze stellingen eenvoudigweg genegeerd als paradoxale spelerei, als tegenstrijdige onzin, en zit theoretisch vast in de gedachteloosheid van de wolffiaanse metafysica, volgens welke iets toevallig *of* noodzakelijk is, maar niet allebei tegelijk; of anderzijds in het nauwelijks minder ondoordachte mechanische determinisme, dat met andere woorden het

toeval in het algemeen alleen maar ontkent om het in de praktijk in elk afzonderlijk geval te herkennen.

Terwijl de natuurwetenschap zo bleef denken, hoe functioneerde dit bij Darwin?

Darwin gaat in zijn baanbrekende werk uit van een zo breed mogelijke basis van toeval. Het zijn juist de oneindige toevallige verschillen van de individuen binnen de individuele soort, verschillen die toenemen tot het punt van het doorbreken van het wezen van de soort, en waarvan zelfs de naaste oorzaken maar in weinig gevallen kunnen worden bewezen, die hem dwingen om de eerdere uitgangspunten van alle wetmatigheid in de biologie in twijfel te trekken, het concept van de soort in zijn eerdere metafysische starheid en onveranderlijkheid. Maar zonder het soortbegrip was alle wetenschap nergens. Alle takken hadden het soortbegrip nodig als basis: menselijke anatomie en vergelijkende anatomie – embryologie, zoölogie, paleontologie, plantkunde, enz., wat waren ze zonder het soortbegrip? Al hun resultaten werden niet alleen ter discussie gesteld, maar ook direct terzijde geschoven. Toeval gooit noodzakelijkheid, zoals tot nu toe opgevat, overboord.<sup>{2}</sup> Het vorige idee van noodzakelijkheid versaat. Om het te behouden betekent het het op leggen aan de natuur van een wet, als een menselijke willekeurige bepaling die in tegenspraak is met zichzelf en met de werkelijkheid, het is dus het ontkennen van alle innerlijke noodzaak in de levende natuur, het betekent in het algemeen het verkondigen van het chaotische koninkrijk van het toeval als de enige wet van de levende natuur.

“Als de Tausves Jontof niet meer geldt,” – schreeuwden de biologen van alle scholen heel consequent.

Darwin.

### **Hegel, *Logik*, Vol. 1.**

“Niets dat tegengesteld is aan iets, het *niets van iets, is een bepaald niets.*”  
[cursief van Engels] (p. 74.)<sup>{3}</sup>

“Met het oog op de wederzijds bepalende verbinding van het (wereld)geheel zou de

metafysica de bewering kunnen doen (wat *eigenlijk een tautologie* is) dat als één stofdeeltje vernietigd zou worden, het heelal moet instorten.” [cursief van Engels] (p. 78.)

*Negatie*, hoofdpassus, “Inleiding”, blz. 38:

“dat wat zich tegenspreekt, zich niet oplost in het nulpunt, in het abstracte niets, maar in de *negatie* van zijn gegeven inhoud,” enz.

*Negatie van de negatie. Phanomenologie*, Voorwoord, p. 4.  
Knop, bloesem, fruit, enz.

### **b) Dialectische logica en epistemologie. Over de “grenzen van de kennis”**

*Eenheid van natuur en geest*. Voor de Grieken was het vanzelfsprekend dat de natuur niet onredelijk kon zijn, maar zelfs vandaag de dag bewijzen de domste empiristen door hun redenering (hoe fout die ook is) dat ze er vanaf het begin van overtuigd zijn dat de natuur niet onredelijk of strijdig met de rede kan zijn.

\*

De ontwikkeling van een concept of conceptuele relatie (positief en negatief, oorzaak en gevolg, substantie en toeval) in de geschiedenis van het denken heeft betrekking op de ontwikkeling in de geest van de individuele dialecticus, zoals de ontwikkeling van een organisme in de paleontologie betrekking heeft op de ontwikkeling in de embryologie (of liever gezegd in de geschiedenis en in de individuele kiem). Dat dit zo is, werd voor het eerst door Hegel ontdekt voor de begrippen. In de historische ontwikkeling speelt het toeval een rol, die in het dialectische denken, net als in de ontwikkeling van het embryo, *zich noodzakelijkerwijs realiseert*.

\*



*Abstract en concreet.* De algemene wet van de vormverandering van de beweging is veel concreter dan een enkel “concreet” voorbeeld ervan.

\*

*Verstand en rede.* Dit hegeliaanse onderscheid, waarin alleen het dialectische denken redelijk is, heeft een duidelijke betekenis. Alle activiteiten van het verstand: *inductie*, *deductie*, dus ook *abstractie* (Dido's soortbegrip: viervoeters en tweervoeters), *analyse* van onbekende objecten (het breken van een noot is al het begin van de analyse), *synthese* (bij dieren sluwheid) en, als eenheid van beide, *experimenteren* (met nieuwe hindernissen en in onbekende situaties), hebben we gemeen met het dier. Door hun aard zijn al deze werkwijzen – dus alle middelen van wetenschappelijk onderzoek die de gewone logica herkent – absoluut hetzelfde bij de mens en bij hogere dieren. Alleen naar niveau (de ontwikkeling van elke methode) zijn ze verschillend. De basiskenmerken van de methode zijn hetzelfde en leiden tot dezelfde resultaten bij mens en dier, zolang beide maar werken of kunnen opschieten met deze elementaire methoden. – Aan de andere kant is het dialectisch denken – juist omdat het een onderzoek veronderstelt naar de aard van de begrippen – alleen mogelijk voor de mens, en zelfs voor hem alleen in een relatief hoog ontwikkelingsstadium (boeddhisten en Grieken) en bereikt het zijn volledige ontwikkeling veel later door de moderne filosofie – *en toch* hebben we reeds de kolossale resultaten van de Grieken, die enorm anticiperen op het onderzoek!

De chemie, waarin analyse de overheersende vorm van onderzoek is, is niets zonder haar tegenpool, de synthese.

### **Over de classificatie van de oordelen**

Dialectische logica, in tegenstelling tot de oude, louter formele logica, is niet, zoals de laatste, tevreden met het opsommen van de bewegingsvormen van het denken, d.w.z., de verschillende vormen van oordeel en conclusie, en deze naast elkaar te plaatsen zonder enig verband. Integendeel, zij leidt deze vormen uit elkaar af, zij maakt ze aan elkaar ondergeschikt in plaats van ze te coördineren, zij ontwikkelt

de hogere vormen uit de lagere. Trouw aan zijn indeling van de hele logica, groepeerde Hegel de oordelen als volgt:

1. Oordeel over het zijn, de eenvoudigste vorm van oordeelsvorming waarbij een algemene eigenschap van een enkel ding bevestigend of negatief wordt vermeld (positief oordeel: de roos is rood; negatief: de roos is niet blauw, oneindig: de roos is geen kameel);

2. Oordeel van reflectie, met een bepaling van de verhouding van het onderwerp (enkelvoudig oordeel: deze man is sterfelijk; bijzonder oordeel: sommige, veel mensen zijn sterfelijk; universeel oordeel: alle mensen zijn sterfelijk, of de mens is sterfelijk);

3. Oordeel over de noodzakelijkheid, waarin het onderwerp zijn wezenlijke bepaling aangeeft (categorisch oordeel: de roos is een plant; hypothetisch oordeel: als de zon opkomt, is het dag; disjunctief oordeel: de Lepidosiren [longvis] is ofwel een vis ofwel een amfibie);

4. Oordeel over het begrip: waarin van het subject aangegeven wordt in hoeverre het overeenkomt met de algemene aard ervan of, zoals Hegel zegt, met het begrip (bevestigend oordeel: dit huis is slecht, problematisch: als een huis zo en zo gevormd is, is het goed; onbetwistbaar: het huis, zo en zo gevormd, is goed).

1. *Individueel oordeel.* 2 en 3. *Bijzonder.* 4. *Algemeen.*

Hoe schraal dit ook is, en hoe willekeurig deze classificatie van oordelen op het eerste gezicht ook lijkt, de innerlijke waarheid en noodzaak van deze groepering zal duidelijk worden voor iedereen die de geniale ontwikkeling in Hegels *Großer Logik (Werke, V, pp. 63-115)* bestudeert. Om aan te tonen hoezeer deze groepering niet alleen gebaseerd is op de wetten van het denken, maar ook op de wetten van de natuur, willen we hier een zeer bekend voorbeeld geven, buiten deze context.

Dat wrijving warmte geeft was al praktisch bekend bij de prehistorische mens, die het maken van vuur door wrijving misschien meer dan 100.000 jaar geleden ontdekte, en nog eerder koude lichaamsdelen opwarmden door te wrijven.

Maar vanaf dat moment tot de ontdekking dat wrijving een bron van warmte is, wie weet er hoeveel duizenden jaren er zijn verstreken? Maar genoeg tijd om het menselijk brein voldoende te ontwikkelen, om te oordelen: *wrijving is een bron van warmte*, een oordeel van het zijn, en een positief oordeel.

Opnieuw gingen millennia voorbij, tot in 1842 Mayer, Joule en Colding dit speciale proces onderzochten in relatie tot andere soortgelijke processen die in de tussentijd waren ontdekt, dat wil zeggen met betrekking tot de directe algemene condities, en formuleerden: *alle mechanische beweging kan door middel van wrijving worden omgezet in warmte*. Zoveel tijd was er nodig, en een enorme hoeveelheid empirische kennis, voordat we een vooruitgang hadden in de kennis van het object, vanuit het bovenstaande positieve oordeel van het zijn, tot dit ‘universele reflexieve oordeel’.

Maar dan ging het snel. Reeds drie jaar later was Mayer in staat om, in ieder geval inhoudelijk, het denken te verheffen tot het huidige niveau: *elke vorm van beweging is net zo goed in staat om, onder de respectievelijke voorwaarden, direct of indirect te veranderen in elke andere vorm van beweging* – een abstract en bovendien apodictisch oordeel, de hoogste vorm van oordeelsvorming in het algemeen.

Wat bij Hegel een ontwikkeling van de denkvorm van het oordeel als zodanig lijkt te zijn, wordt ons hier dus geopenbaard als de ontwikkeling van onze *empirisch* onderbouwde theoretische kennis over de aard van de beweging in het algemeen. Hieruit blijkt dus dat de wetten van het denken en de wetten van de natuur noodzakelijkerwijs met elkaar in overeenstemming zijn, als ze maar juist onderkend worden.

We kunnen het eerste oordeel beschouwen als enkelvoudig; het geïsoleerde feit dat wrijving warmte produceert wordt geregistreerd. Het tweede oordeel als bijzonderheid: een bepaalde vorm van beweging, de mechanische, toont de eigenschap om onder bijzondere omstandigheden (door wrijving) te veranderen in een andere bijzondere bewegingsvorm, de warmte. Het derde oordeel is dat van de universaliteit: elke bewegingsvorm blijkt, gedwongen, in staat te zijn te worden omgezet in een andere vorm van

beweging. Met deze vorm heeft de wet zijn definitief beslag. Door nieuwe ontdekkingen kunnen we nieuwe bewijzen laten zien, een nieuwe en rijkere inhoud aan geven. Maar aan de wet zelf zoals die hier is geformuleerd, kunnen we niets toevoegen. In zijn algemeenheid, waarin vorm en inhoud beide even algemeen zijn, is het niet in staat tot enige aanvulling: het is een absolute natuurwet.

Helaas, zolang we geen eiwitten kunnen maken, alias het leven, zitten we vast aan de bewegingsvorm van eiwitten.

\*

Hierboven is echter ook bewezen dat bij het oordelen niet alleen de kantiaanse “oordeelskracht” behoort, maar ook een [...] {4}

\*

Enkelheid, bijzonderheid, algemeenheid – dat zijn de drie bepalingen waarbinnen het gehele “begrippenstelsel” beweegt. Daaronder wordt dus niet in een, maar in vele vormen van het enkele naar het bijzondere en van daaruit naar het algemene gegaan, en dat is vaak genoeg door Hegel als vooruitgang gezien: individu, soort, geslacht. En nu komen de Haeckels met hun inductie en trompetgeschal naar voren, als een groot feit – tegen Hegel in – dat van het individu naar het bijzondere en dan naar het algemene (!) moet gegaan worden, van het individu naar de soort en dan naar het geslacht – en laten dan *deductieve* conclusies toe die geacht worden ons verder te brengen. Deze mensen zijn in zo’n impasse geraakt over de tegenstelling tussen inductie en deductie, dat ze alle logische vormen van gevolgtrekkingen reduceren tot deze twee, en daarbij niet merken dat ze (1) onbewust heel andere vormen van conclusie hanteren onder die namen, (2) afzien van de hele rijkdom aan vormen van gevolgtrekkingen, voor zover die niet onder die twee gedwongen worden, en (3) daarmee beide vormen, inductie en deductie, omzetten in pure onzin.

\*

*Inductie en deductie.* Haeckel, p. 75 e.v., waar Goethe de inductieve conclusie trekt dat de mens, die normaal

gesproken *geen* tussenkaaksbeen heeft, er een *moet* hebben, dus door *verkeerde* inductie tot iets correct komt!

\*

Haeckels onzin: inductie tegen deductie. Alsof het niet zo is dat deductie = gevolgtrekking, en dus inductie ook een deductie is. Dat komt door polarisatie. Haeckels *Schöpfungsgeschichte*, pp. 76-77. De conclusie polariseert in inductie en deductie!

\*

Door inductie vond men 100 jaar geleden dat krabben en spinnen insecten waren en alle lagere dieren wormen. Door inductie is nu gebleken dat dit onzin is en dat er x-klassen bestaan. Waarin ligt dan het voordeel van de zogenaamde inductieve conclusie, die net zo fout kan zijn als de zogenaamde deductieve conclusie, waarvan de basis toch classificatie is?

Inductie kan nooit bewijzen dat er nooit een zoogdier zonder melkklieren zal zijn. Vroeger waren de tepels het teken van een zoogdier. Maar het vogelbekdier heeft er geen.

Dit hele inductie geknoei [gaat uit] van de Engelsen; Whewell, inductive sciences [inductieve wetenschappen], die slechts de wiskundige [wetenschappen] omarmen en dus de antithese van de deductie in het leven roepen.

Daarvan weet de logica, oud of nieuw, niets van. Experimenteel en op basis van ervaring zijn alle vormen van gevolgtrekkingen die uitgaan van het individu, ja, de inductieve gevolgtrekking begint zelfs bij A – I – B [Algemeen – Individueel - Bijzonder] (algemeen).

Het is ook kenmerkend voor het denkvermogen van onze natuurwetenschappers dat Haeckel fanatiek voorstander is van inductie op het moment dat de *resultaten* van inductie – de classificaties – overall in twijfel worden getrokken (*Limulus* een spin, *Ascidia* een gewerveld dier of *Chordatum* [chordadieren], de *Dipnoi* [longvissen], zijnde vissen, dit in tegenstelling tot alle oorspronkelijke definities van amfibieën en er dagelijks nieuwe feiten worden ontdekt

die de *hele* vorige inductieve classificatie omverwerpt.) Wat een mooie bevestiging van Hegels stelling dat de inductieve gevolgtrekking in wezen een probleem is! Inderdaad, door de evolutietheorie is zelfs de hele classificatie van organismen weg gehaald uit de inductie en terug gebracht naar “deductie”, naar afstamming – de ene soort wordt letterlijk *gededuceerd* van de andere door afstamming – en het is onmogelijk om de evolutietheorie te bewijzen door inductie alleen, aangezien deze vrij anti-inductief is. De concepten waarmee inductie werkt: soort, geslacht, klasse, zijn door de evolutietheorie vloeibaar gemaakt en dus *relatief* geworden: maar men kan geen relatieve concepten gebruiken voor inductie.

\*

*Aan alle inductionisten.* Met alle inductie in de wereld zouden we nooit klaarheid hebben over het *proces* van inductie. Alleen de *analyse* van dit proces kan dit bewerkstelligen. – Inductie en deductie horen net zo goed bij elkaar als synthese en analyse. {5} In plaats van de ene ten koste van de andere de hemel in te prijzen, zou men moeten proberen om elk op de juiste plaats toe te passen, en dat kan alleen als men hun onderlinge verbondenheid, hun wederzijdse complementariteit voor ogen houdt. – Volgens inductionisten is inductie een onfeilbare methode. Maar zij is dat zo weinig, dat de ogenschijnlijk zekerste resultaten elke dag teniet worden gedaan door nieuwe ontdekkingen. Lichtgevende lichamen en het warmtestof waren het resultaat van inductie. Waar zijn ze nu? Inductie leerde ons dat alle gewervelde dieren een centraal zenuwstelsel hebben dat zich differentieert in de hersenen en het ruggenmerg, en dat het ruggenmerg ingesloten is in kraakbeen – of rugwervels – vandaar ook de naam. Vervolgens bleek *Amphioxus* een gewerveld dier te zijn met een ongedifferentieerd centraal zenuwstelsel en *zonder* wervels. Inductie stelde vast dat vissen gewervelde dieren zijn die uitsluitend door kieuwen ademen gedurende hun hele leven. Dan verschijnen er dieren waarvan het vis-zijn bijna algemeen erkend wordt, maar die naast kieuwen ook goed ontwikkelde longen hebben, en het blijkt dat elke vis een potentiële long in zijn luchtblaas heeft. Alleen door een gedurfde toepassing van de evolutietheorie redde Haeckel de inductionisten, die zich in deze tegenstrijdigheden op hun

gemak voelden. – Als inductie echt zo onfeilbaar is, vanwaar dan de snelle opeenvolgende revoluties in de classificatie van de organische wereld? Ze zijn het meest kenmerkende product van inductie, en toch vernietigen ze elkaar.

\*

*Inductie en analyse.* Een treffend voorbeeld hoe weinig inductie kan beweren de enige of zelfs de overheersende vorm van wetenschappelijke ontdekking te zijn in de thermodynamica: de stoommachine gaf het sterkste bewijs dat men warmte kan benutten en mechanische bewegingen kan maken. 100.000 stoommachines hebben dit niet slechts meer dan één keer bewezen, maar dwongen de natuurkundigen, uit noodzaak, om dit meer en meer te verklaren. Sadi Carnot was de eerste die dit serieus op zich nam. Maar niet door inductie. Hij bestudeerde de stoommachine, analyseerde ze, ontdekte dat het proces waar het om ging onzuiver was en verduisterd door allerlei secundaire processen, elimineerde deze secundaire omstandigheden, onbelangrijk voor het essentiële proces, en construeerde een ideale stoommachine (of gasmachine) die, hoewel even onmogelijk te maken als bijvoorbeeld een geometrische lijn of oppervlak, op zijn manier dezelfde dienst bewijst als deze mathematische abstracties: het vertegenwoordigt het proces zuiver, onafhankelijk, onvervalst. Zo stootte hij zijn neus op het mechanische equivalent van warmte (zie de betekenis van de functie C), die hij echter niet kon ontdekken en zien, daar hij geloofde in de *warmtestof*. Ook hier het bewijs van de schadelijkheid van foutieve theorieën.

\*

Het empirisme van de observatie alleen, kan nooit voldoende de noodzaak bewijzen. *Post hoc* [daarna] maar niet *propter hoc*. [daardoor] (*Enzyklopädie*, I, p. 84) Dit is zozeer waar dat uit het voortdurend opkomen van de zon in de ochtend, niet volgt dat ze morgen weer opkomt, en inderdaad weten we nu dat er een moment zal komen dat de zon op een ochtend *niet opkomt*. Maar het bewijs van de noodzakelijkheid ligt in de menselijke activiteit, in het experiment, in de arbeid: als ik in staat ben om de *post hoc* te *realiseren*, wordt het identiek aan *propter hoc*.

\*

*Causaliteit.* Het eerste wat ons opvalt bij de waarneming van bewegende materie is de onderlinge verbinding van de afzonderlijke bewegingen van de afzonderlijke lichamen, *door elkaar bepaald*. We vinden echter niet alleen dat een bepaalde beweging wordt gevolgd door een andere, maar we vinden ook dat we een bepaalde beweging kunnen produceren door de condities te produceren waaronder deze in de natuur voorkomt, ja, dat we bewegingen kunnen produceren die helemaal niet in de natuur voorkomen (industrie), althans niet op deze manier, en dat we deze bewegingen een vooraf bepaalde richting en omvang kunnen geven. *Hierdoor* wordt, door de *activiteit van de mens*, het idee van *causaliteit*, het idee dat de ene beweging de *oorzaak* is van de andere, gefundeerd. De regelmatige opeenvolging van bepaalde natuurverschijnselen kan inderdaad aanleiding geven tot het idee van causaliteit: bv. warmte en licht die samengaan met de zon; maar dit levert geen bewijs, daar was de scepsis van Hume juist, door te zeggen dat een regelmatige *post hoc* nooit een *propter hoc* kan staven. Maar de activiteit van de mens *levert de test* van de causaliteit. Als we met een brandspiegel de zonnestrallen concentreren en ze op dezelfde manier actief maken als bij gewoon vuur, dan bewijzen we daarmee dat de warmte van de zon komt. Wanneer we de ontsteking, de springlading en het projectiel in een jachtgeweer plaatsen en het vervolgens afvuren, rekenen we op het effect<sup>{6}</sup> dat we van tevoren kennen uit ervaring, omdat we het hele proces van ontsteking, verbranding en explosie door de plotselinge omzetting in gas en druk van het gas op het projectiel in al zijn details kunnen volgen. En hier<sup>{7}</sup> kan de scepticus zelfs niet zeggen dat het niet uit het verleden volgt, dat het de volgende keer hetzelfde zal zijn. Want het gebeurt wel eens dat het niet hetzelfde is, dat de ontsteking of het buskruit niet werkt, dat de loop barst, enz. Maar dit *bewijst* juist de causaliteit in plaats van het te weerleggen, want we kunnen de oorzaak van elke dergelijke afwijking van de regel achterhalen door goed onderzoek: chemische ontleding van de lont, vochtigheid, enz. van het buskruit, defect in de loop, enz., zodat hier de causaliteit als het ware tweemaal wordt getoetst.



Natuurwetenschap en filosofie hebben tot nu toe de invloed van de menselijke activiteit op zijn denken volledig verwaarloosd; ze kennen alleen de natuur aan de ene kant en het denken aan de andere. Maar het is *de verandering van de natuur door de mens*, niet alleen de natuur als zodanig, die de meest essentiële en meest nabije grond van het menselijk denken is, en in de mate dat de mens geleerd heeft de natuur te veranderen, is zijn intelligentie in verhouding toegenomen. De naturalistische opvatting van de geschiedenis, zoals die bijvoorbeeld meer of minder bij Draper en andere wetenschappers wordt aangetroffen, alsof de natuur uitsluitend op de mens reageert en de natuurlijke omstandigheden overal exclusief zijn historische ontwikkeling bepalen, is daarom eenzijdig en vergeet dat de mens ook op de natuur reageert en deze verandert en voor zichzelf nieuwe bestaansvoorwaarden schept. Er is verdomd weinig meer over van de “natuur” van Duitsland uit de tijd dat de Germanen [erheen] emigreerden. Het aardoppervlak, het klimaat, de vegetatie, de fauna en de mens zelf zijn oneindig veranderd, en dat alles door toedoen van de mens, terwijl de veranderingen van de natuur in Duitsland die zich in deze periode zonder menselijk ingrijpen hebben voorgedaan, onberekenbaar klein zijn.

\*

*Interactie* is het eerste wat ons confronteert als we kijken naar bewegende materie als geheel en op grote schaal, vanuit het standpunt van de hedendaagse natuurwetenschap. We zien een reeks vormen van beweging, mechanische beweging, warmte, licht, elektriciteit, magnetisme, chemische samenstelling en ontbinding, overgangen van de aggregatietoestanden, organisch leven, die, als we *het momentele* organisch leven uitsluiten, in elkaar overgaan, elkaar wederzijds conditioneren, hier oorzaak en daar gevolg zijn, en waarbij de totale som van de beweging in alle veranderende vormen gelijk blijft (Spinoza: *De stof is causa sui* [oorzaak van zichzelf] – drukt de interactie treffend uit. Mechanische beweging wordt omgezet in warmte, elektriciteit, magnetisme, licht, enz., enz., en omgekeerd. De natuurwetenschap bevestigt dus wat Hegel heeft gezegd (waar?), dat de wederzijdse actie de ware *causa finalis* [= doelloorzaak – in de Duitse editie: laatste oorzaak] van de

dingen is. We kunnen niet verder teruggaan dan de kennis van deze wederzijdse actie, omdat er niets daarachter te kennen valt. Als we de vormen van beweging van de materie kennen (waaraan nog veel ontbreekt, gezien de korte tijd dat de natuurwetenschap bestaat), dan kennen we de materie zelf, en daarmee is onze kennis compleet. (Groves hele misverstand over causaliteit berust op het feit dat hij er niet in slaagt om tot de categorie van de interactie te komen; hij heeft het object, maar niet de abstractie, en dus de verwarring – pp. 10-14.) Alleen vanuit deze universele interactie komen we tot het echte oorzakelijke verband. Om de afzonderlijke fenomenen te begrijpen, moeten we ze uit de algemene samenhang halen, ze geïsoleerd beschouwen, en *daar* verschijnen de veranderende bewegingen, de ene als oorzaak, de andere als gevolg.

\*

Voor iemand die de causaliteit ontkent is elke natuurwet een hypothese, onder andere ook de chemische analyse van hemellichamen door middel van het prismatische spectrum. Wat een oppervlakkigheid van denken om bij zo'n standpunt te blijven!

\*

Over Nägeli's onvermogen om het oneindige te kennen  
Nägeli, pp. 12,13

Nägeli zegt eerst dat we geen echte kwalitatieve verschillen kunnen kennen, en zegt meteen daarna dat zulke "absolute verschillen" niet voorkomen in de natuur! (p. 12)

Ten eerste heeft elke kwaliteit oneindig veel kwantitatieve gradaties, bijvoorbeeld kleurschakeringen, hardheid en zachtheid, levensduur, enz., en deze zijn, hoewel kwalitatief verschillend, meetbaar en kenbaar.

Ten tweede bestaan er geen kwaliteiten, maar alleen dingen met kwaliteiten en zelfs met oneindig veel kwaliteiten. In het geval van twee verschillende dingen zijn bepaalde kwaliteiten (de kwaliteiten van hun lichamelijke in ieder geval) gemeenschappelijk, andere zijn gradueel verschillend, en nog andere kunnen volledig ontbreken in een ervan. Als we twee

extreem verschillende dingen – bv. een meteoriet en een mens – afzonderlijk bekijken, dan komt er weinig van terecht, hooguit dat zwaarte en andere algemene lichamelijke eigenschappen gemeenschappelijk zijn. Maar tussen beide is er een oneindige reeks van andere natuurlijke dingen en natuurlijke processen die ons in staat stellen om de reeks van meteoriet tot mens te vervolledigen en aan ieder zijn plaats in de natuur te geven en zo te kennen. Nägeli geeft dit zelf toe.

Ten derde kunnen onze verschillende zintuigen ons indrukken geven die absoluut verschillen wat betreft kwaliteit. In dat geval zouden de eigenschappen die we ervaren door middel van het zicht, gehoor, geur, smaak en tastzin absoluut verschillend zijn. Maar ook hier verdwijnen de verschillen met het vorderen van het onderzoek. Geur en smaak zijn lang geleden erkend als geallieerde zintuigen die bij elkaar horen en die verwante, zo niet identieke, eigenschappen waarnemen. Zicht en gehoor nemen beide trillingen waar. Aanraking en gezicht vullen elkaar zo goed aan dat we de tactiele eigenschappen van een ding vaak kunnen voorspellen aan de hand van het uiterlijk. En ten slotte is het altijd hetzelfde “*ik*” dat al deze verschillende zintuiglijke indrukken ontvangt en verwerkt, tot een eenheid maakt, en ook deze verschillende indrukken zijn er door hetzelfde ding, wiens gemeenschappelijke eigenschappen aan ons verschijnen en dat dus helpt om het te leren kennen. Het verklaren van deze verschillende eigenschappen, die alleen toegankelijk zijn voor verschillende zintuigen, het maken van een intern verband tussen hen, dat is precies de taak van de wetenschap; en tot nu toe heeft zij niet geklaagd dat we geen algemeen gevoel hebben in plaats van de vijf speciale zintuigen, of dat we geen smaken en geuren kunnen zien of horen.

Waar we ook kijken, nergens in de natuur zijn er zulke “kwalitatieve of absoluut verschillende gebieden te vinden” die onbegrijpelijk worden genoemd. De hele verwarring komt voort uit de verwarring over kwaliteit en kwantiteit. Volgens de heersende mechanische opvatting beschouwt Nägeli alle kwalitatieve verschillen zoals die worden verklaard, slechts in zoverre zij kunnen worden gereduceerd tot kwantitatieve verschillen (waarover elders het nodige wordt gezegd), of beter gezegd, uit het feit dat kwaliteit en kwantiteit door hem

als absoluut verschillende categorieën worden beschouwd.  
Metafysica.

“We kunnen *alleen het eindige* kennen,  
enz.”[cursief van Engels] (p. 13)

Dit is helemaal waar in zoverre dat alleen eindige objecten binnen de sfeer van onze cognitie vallen. Maar de zin heeft ook de toevoeging nodig: “We kunnen in principe *alleen het oneindige* kennen.” Inderdaad, alle werkelijke, uitputtende kennis bestaat alleen hierin: we verheffen het enkelvoudige denken naar het bijzondere en van dit naar universaliteit, we ontdekken en observeren het oneindige in het eindige, het eeuwige in het vergankelijke. De algemene vorm is echter de vorm van zelfstandigheid, dus de oneindigheid; het is de optelsom van de vele eindigheden in het oneindige. Wij weten dat chloor en waterstof, binnen bepaalde grenzen van temperatuur en druk en onder invloed van licht, zich met een explosie combineren om waterstofchloridegas te vormen, en zodra wij dit weten, weten wij ook, dat dit *overal en altijd plaatsvindt* waar de bovengenoemde voorwaarden aanwezig zijn, en het maakt niet uit of dit eenmaal gebeurt of een miljoen keer, of op hoeveel hemellichamen. De algemene vorm in de natuur is de wet, en niemand spreekt méér over *het eeuwige karakter van de natuurwetten* dan de natuurkundige. Als Nägeli dus zegt dat men het eindige ondoorgrondelijk maakt als men dit eindige niet alleen wil onderzoeken, maar er ook de eeuwigheid aan toevoegt, ontkent hij ofwel de kenbaarheid van de natuurwetten ofwel hun eeuwigheid. Alle ware kennis van de natuur is kennis van het eeuwige, het oneindige, en dus in wezen absoluut.

Maar deze absolute kennis heeft een belangrijk nadeel. Zoals de oneindigheid van de kenbare materie is samengesteld uit eindige dingen, zo is ook de oneindigheid van het denken dat absolute kennis bereikt samengesteld uit een oneindig aantal eindige menselijke hersenen, die zij aan zij en achtereenvolgens aan deze oneindige kennis werken, praktische en theoretische blunders begaan, zich op de weg begeven van foutieve, eenzijdige en valse premissen, valse, kronkelige en onzekere paden volgen, en vaak niet eens vinden wat juist is, zelfs als ze hun neus stoten (Priestley). De kennis van het oneindige is daarom dubbel zo moeilijk en kan

uit de aard der zaak alleen plaatsvinden in een oneindige asymptotisch verloop. En dat is voor ons voldoende om te kunnen zeggen: het oneindige is even kenbaar als onkenbaar, en dat is alles wat nodig is.

Merkwaardigerwijs zegt Nägeli hetzelfde:

“We kunnen alleen het eindige kennen, maar we kunnen ook *alles* kennen dat *eindig* is en binnen het bereik van onze zintuiglijke waarneming valt.”  
[cursief van Engels] [p. 13]

Het eindige, dat binnen het bereik valt, enz., maakt samen het oneindige, want *juist daaruit heeft Nägeli zijn idee van het oneindige gehaald!* Zonder dit eindige enz. zou hij geen enkel idee hebben van het oneindige!

(Over de valse oneindigheid als zodanig, komen we elders te spreken.)

---

Voor het onderzoek naar de oneindigheid, het volgende:

1. Het “kleine gebied” volgens ruimte en tijd;
2. De “waarschijnlijk gebrekkige ontwikkeling van de zintuigen”;
3. Dat we “alleen het eindige, het vergankelijke, het veranderende, alleen het verschillende en relatieve in gradaties kennen, [Omdat we alleen wiskundige begrippen kunnen vertalen naar natuurlijke dingen en deze laatste alleen kunnen beoordelen aan de hand van de daarop verkregen metingen. Voor alles wat eindeloos of eeuwig is, voor alles wat constant is, voor alle absolute verschillen, hebben we geen denkbeelden. We weten precies wat een uur, een meter, een kilo betekent, maar] we weten niet wat tijd,

ruimte, kracht en materie, beweging en rust, oorzaak en gevolg is.” [p. 13.]

Het is het oude verhaal. Eerst maakt men abstracties van zintuiglijke dingen, en dan wil men ze zintuiglijk kennen, om de tijd te zien en de ruimte te ruiken. De empiricus gaat zo op in de gewoonte van de empirische ervaring dat hij gelooft dat hij zich nog steeds in het domein van de zintuiglijke ervaring bevindt wanneer hij met abstracties te maken heeft. We weten wat een uur is, wat een meter is, maar niet wat tijd en ruimte zijn! Alsof tijd iets anders is dan uren, en ruimte iets anders dan kubieke meters! De twee vormen van bestaan van materie zijn natuurlijk niets zonder materie, lege ideeën, abstracties die alleen in ons hoofd bestaan. Maar we worden niet verondersteld te weten wat materie en beweging zijn! Natuurlijk niet, want materie als zodanig en beweging als zodanig zijn nog door niemand gezien of anderszins ervaren; maar alleen de verschillende bestaande materiële dingen en vormen van beweging. Substantie, materie, is niets anders dan de totaliteit van substanties waaruit dit begrip is geabstraheerd, beweging als zodanig niets anders dan de totaliteit van alle zintuiglijk waarneembare vormen van beweging; woorden als materie en beweging zijn niets anders dan *afkortingen* waarin we veel verschillende zintuiglijk waarneembare dingen groeperen op basis van hun gemeenschappelijke eigenschappen. Materie en beweging zijn dus op geen enkele andere manier te kennen dan door de afzonderlijke stoffen en bewegingsvormen te onderzoeken, en door deze te kennen, kennen we pro tanto [in zoverre] ook de materie en de beweging *als zodanig*. Dus als Nägeli zegt dat we niet weten wat tijd, ruimte, materie, beweging, oorzaak en gevolg zijn, zegt hij alleen maar dat we eerst abstracties maken van de echte wereld in ons hoofd en dan deze zelfgemaakte abstracties niet kunnen kennen, omdat ze dingen van het denken zijn en geen zinnelijke dingen, terwijl alle kennis een *zintuiglijke bepaling* is! Dit is net als Hegels' probleem: we kunnen wel kersen en pruimen eten, maar geen fruit, omdat niemand tot nu toe fruit als zodanig heeft gegeten.

---

Wanneer Nägeli beweert dat er waarschijnlijk een groot aantal bewegingsvormen in de natuur zijn, die we met onze

zintuigen niet kunnen waarnemen, dan is dat een pover excuus, dat neerkomt op het afschaffen, *althans voor onze kennis*, van de wet van de niet-creatie van de beweging. Want ze kunnen zich immers *transformeren in een beweging die wij kunnen waarnemen!* Dat zou bv. een eenvoudige verklaring zijn van de contactelektriciteit.

\*

*Ad vocem* [bij dit woord] Nägeli. Het onvatbare oneindige. Zodra we zeggen dat materie en beweging niet geschapen en onverwoestbaar zijn, zeggen we dat de wereld bestaat als een oneindig verloop, dat wil zeggen in de vorm van een foute oneindigheid, en hebben we dus alles begrepen wat in dit verloop begrepen moet worden. Hooguit blijft de vraag of dit verloop een eeuwige herhaling is van hetzelfde – in grote cycli – of dat de cycli dalende en stijgende tendensen hebben.

\*

*Foute oneindigheid.* Hegel plaatste de ware oneindigheid al terecht in de *gevulde* ruimte en tijd, in het natuurlijke proces en de geschiedenis. De hele natuur is verweven in de geschiedenis, en de geschiedenis is alleen nog maar te onderscheiden van de natuur als het ontwikkelingsproces van *zelfbewuste* organismen. Deze oneindige verscheidenheid van natuur en geschiedenis heeft de oneindigheid van ruimte en tijd, – het slechte, alleen als een opgeschort, essentieel maar niet overheersend moment op zich. De uiterste grens van onze natuurwetenschap tot nu toe is ons universum, en we hebben niet een oneindig aantal universa nodig om de natuur te kennen. Ja, slechts één enkele zon onder de miljoenen zonnen met een zonnestelsel, vormt de essentiële basis van onze astronomisch onderzoek. Voor de aardse mechanica, fysica en chemie zijn we min of meer beperkt tot onze kleine aarde, en voor de organische wetenschap al helemaal. En toch voegt dit niet veel toe aan de vrijwel oneindige verscheidenheid van verschijnselen en kennis van de natuur, net zo min als de geschiedenis wordt beperkt tot een relatief korte periode en een klein deel van de aarde.

\*

1. Het oneindige verloop is bij Hegel de lege eentonigheid, omdat zij slechts verschijnt als de eeuwige herhaling van hetzelfde:  $1 + 1 + 1$ , enz.

2. Maar in werkelijkheid is het geen herhaling, maar ontwikkeling, vooruitgang of achteruitgang, en zo wordt het een noodzakelijke vorm van beweging. Los van het feit dat het niet oneindig is: het einde van de aarde, de levensduur, is al te voorzien. Daarom is de aarde niet het hele heelal. In Hegels systeem werd elke ontwikkeling uitgesloten van de temporele geschiedenis van de natuur, anders zou de natuur niet bestaan buiten de geest. Maar in de geschiedenis van de mens wordt de oneindige progressie door Hegel erkend als de enige ware bestaanswijze van de “geest”, behalve dat, op fantastische wijze, een einde van deze ontwikkeling wordt verondersteld – in de creatie van Hegels filosofie.

3. Er is ook oneindige kennis{8}: (Kwantiteit, p. 259. Astronomie): questa infinita che le cose non hanno in progresso, la hanno in giro. [De oneindigheid die de dingen niet hebben in de vooruitgang, hebben ze in de kringloop.] De wet van de vormverandering van de beweging is dus oneindig, inclusief zichzelf. Maar zulke oneindigheden zijn weer behept met eindigheid, komen slechts stuksgewijs voor. Dus ook  $1/r^2$ .

\*

De eeuwige natuurwetten veranderen meer en meer in historische wetten. Dat water vloeibaar is tussen  $0 - 100^{\circ}\text{C}$  is een eeuwige natuurwet, maar om geldig te zijn moeten er 1. water, 2. de gegeven temperatuur en 3. normale druk zijn. Op de maan is er geen water, op de zon alleen haar elementen, voor deze hemellichamen bestaat de wet niet. – De wetten van de meteorologie zijn ook eeuwig, maar alleen voor de aarde, of voor een lichaam met de afmetingen, dichtheid, axiale inclinatie en temperatuur van de aarde, en op voorwaarde dat het een atmosfeer heeft met een gelijk mengsel van zuurstof en stikstof, en gelijke hoeveelheden opstijgende en condenserende waterdamp. De maan heeft geen atmosfeer, de zon heeft er een van gloeiende metaaldampen; de eerste heeft geen meteorologie, de tweede een heel andere dan de onze. – Al onze officiële natuurkunde, scheikunde en biologie is uitsluitend geocentrisch, alleen van toepassing op de aarde.



De verhouding van elektrische en magnetische spanning op de zon, de vaste sterren en nevels, en zelfs de planeten met een andere dichtheid, kennen wij nog niet. De wetten van de chemische verbindingen van de elementen worden op de zon door de hoge temperatuur opgeschort, resp. slechts kortstondig actief aan de grenzen van de zonneatmosfeer, en die verbindingen lossen weer op bij het naderen van de zon. De chemie van de zon is net aan het ontstaan, en is noodzakelijkerwijs heel anders dan die van de aarde, die van de zon verwerpt ze niet, ze staat erbuiten. In de nevels bestaan misschien niet eens de 65 elementen, die zelf samengesteld kunnen zijn. Indien wij dus willen spreken van algemene natuurwetten die gelijkelijk van toepassing zijn op alle lichamen – van de nevel tot de mens – dan rest ons slechts de zwaartekracht en, bij voorbeeld, de meest algemene versie van de theorie van de omzetting van energie, vulgo [in het gewone leven, met het gewone woord] de mechanische warmteleer. Maar deze theorie zelf, met haar algemene en consequente toepassing op alle natuurverschijnselen, wordt omgevormd tot een historische voorstelling van de opeenvolgende veranderingen die in een wereldstelsel plaatsvinden vanaf zijn oorsprong tot zijn ondergang, d.w.z. tot een geschiedenis waarin verschillende wetten, d.w.z. verschillende verschijningsvormen van dezelfde universele beweging, in elk stadium de overhand hebben, en dus blijft er niets over als consequent universeel dan – de *beweging*.

\*

Het *geocentrische* standpunt in de astronomie is bekrompen en terecht geëlimineerd. Maar als we verder gaan in ons onderzoek, komt het meer en meer tot zijn recht. De zon, enz., dient de aarde (Hegel, *Naturphilosophie*, p. 155). (De grote zon bestaat alleen maar omwille van de kleine planeten.) Iets anders dan geocentrische natuurkunde, chemie, biologie, meteorologie, enz. is voor ons onmogelijk, en er is geen verlies door de opmerking dat dit alleen voor de aarde geldt en dus slechts relatief is. Neemt men dit ernstig en eist men een niet-centristische wetenschap, dan maakt men een einde aan alle wetenschap. [Het volstaat] te weten dat onder dezelfde omstandigheden overal hetzelfde moet gebeuren, 1.000 biljoen zonne-afstanden rechts of links van ons.

\*

*Cognitie*. Mieren hebben andere ogen dan wij, zij zien de chemische (?) lichtstralen (*Nature*, 8 juni 1882, Lubbock), maar wij hebben aanzienlijk meer vooruitgang geboekt dan de mieren in de kennis van dezelfde stralen, die voor ons onzichtbaar zijn, en alleen al het feit dat wij kunnen bewijzen *dat* de mieren dingen zien die voor ons onzichtbaar zijn, en dat dit bewijs op niets anders is gebaseerd dan op waarnemingen die met *onze* ogen zijn gedaan, toont aan dat de speciale bouw van het menselijk oog geen absolute belemmering is voor de menselijke kennis.

Naast het oog hebben we niet alleen de andere zintuigen, maar ook onze denkactiviteit. Met dit is het net als met het oog. Om te weten wat ons denken kan doorgronden, heeft het geen zin, 100 jaar na Kant, de reikwijdte van het denken te willen ontdekken uit de *Kritiek van de Rede*, het onderzoek naar het instrument van de kennis; even weinig als wanneer Helmholtz de onvolmaaktheid van ons gezichtsvermogen beschrijft (die noodzakelijk is, een oog dat *alle* stralen ziet zou helemaal *niets* zien) en de beperking van het gezichtsvermogen tot bepaalde grenzen en tevens niet helemaal correct weergeeft – als bewijs dat het oog ons op onjuiste of onbetrouwbare wijze vertrouwd maakt met de aard van wat er wordt gezien. Wat ons denken kan doorgronden, zien wij eerder aan wat het reeds heeft doorgrond en nog dagelijks doorgrondt. En dat is zowel kwantitatief als kwalitatief al genoeg. Daarentegen is het onderzoek naar de *vormen* van het denken, de determinaties van het denken, zeer de moeite waard en noodzakelijk, en dit heeft, na Aristoteles, alleen Hegel systematisch ondernomen.

Maar we zullen nooit te weten komen hoe de chemische stralen aan de mieren verschijnen. Wie hierdoor van streek is, kan niet geholpen worden.

\*

De ontwikkelingsvorm van de natuurwetenschap, voor zover zij denkt, is de *hypothese*. Er wordt een nieuw feit waargenomen dat de vorige verklaring van de feiten, die tot dezelfde groep behoren, onmogelijk maakt. Vanaf dit moment worden nieuwe verklaringen noodzakelijk – in het begin

gebaseerd op slechts een beperkt aantal feiten en waarnemingen. Verder waarnemingsmateriaal epureert deze hypothesen, elimineert sommige, corrigeert andere, totdat ten slotte de wet in alle zuiverheid tot stand komt. Als men zou willen wachten tot het materiaal voor de wet *puur* is, zou dat betekenen dat het denkend onderzoek tot dan wordt opgeschort, en de wet zou alleen al om die reden nooit tot stand komen.

Aantal en wijzigingen van de hypothesen die elkaar verdringen – gezien het gebrek aan logische en dialectische scholing van de natuurwetenschappers – geeft gemakkelijk aanleiding tot het idee dat we de *essentie* van de dingen niet kunnen kennen (Haller en Goethe). Dit is niet eigen aan de natuurwetenschappen, want alle menselijke kennis ontwikkelt zich in een meervoudige kronkelige curve, en ook de theorieën in de historische disciplines, met inbegrip van de filosofie, verdringen elkaar, waaruit echter niemand concludeert dat de formele logica onzin is. – Laatste vorm van deze opvatting: het “ding op zich”. Allereerst gaat deze bewering dat we het ding op zich niet kunnen kennen (Hegel, *Enzyklopadie*, paragraaf 44) uit het rijk van de wetenschap over in dat van de fantasie. Het voegt 2. geen woord toe aan onze wetenschappelijke kennis, want als wij niet met de dingen kunnen omgaan, bestaan ze voor ons niet. En 3. het is pure frase en nooit toegepast. Abstract gezien, klinkt het heel redelijk. Maar pas het toe. Wat te denken van de zoöloog die zei: “Een hond *lijkt* 4 poten te hebben, maar we weten niet of hij werkelijk 4 miljoen poten heeft of helemaal geen”? Of van een wiskundige die eerst een driehoek definieert als het hebben van drie zijden en dan verklaart dat hij het niet weet of het er misschien geen 25 zijn?  $2 \times 2$  *lijkt* 4 te zijn? Maar de natuurkundigen zijn voorzichtig met het gebruik van de uitdrukking “ding op zich” in de natuurwetenschap; alleen in de filosofie laten zij zichzelf dit toe. Dit is het beste bewijs hoe weinig serieus ze het nemen, en hoe weinig waarde het heeft. Als het hen ernst was, à quoi bon [waarom] dan ook maar iets onderzoeken?

Historisch gezien heeft het enigszins zin: we kunnen alleen kennis hebben onder de omstandigheden van ons tijdvak, voor zover *deze dit kan*.

\*

*Het ding op zich*: Hegel, *Logik*, II, p. 10, later ook een heel hoofdstuk erover:

“Het is dat het scepticisme zich niet permitteerde te zeggen; het nieuwste idealisme” (d.w.z. Kant en Fichte) “stond zich niet toe kennis te zien als kennis van het ding op zich.” ... Tegelijkertijd echter liet het scepticisme veelvuldige bepalingen van zijn verschijning toe, of liever had zijn verschijning de gehele veelvuldige rijkdom van de wereld als zijn inhoud. Net zo begrijpt de “*verschijning* van het idealisme” (d.w.z. wat het idealisme “verschijning” noemt) de hele omvang van deze veelvoudige bepalingen in zichzelf ... Het is dus goed mogelijk dat er geen bestaan, geen ding, of ding op zich aan deze inhoud ten grondslag ligt; *voor zichzelf blijft het zoals het is; het is alleen vertaald van het bestaan in schijn.*” [cursief van Engels]

Hegel is hier dus meer materialist dan de moderne natuurwetenschappers.

\*

Waardevolle zelfkritiek op het kantiaanse *ding op zich*, [die aantoon] dat Kant ook faalt bij het denkende ik en daarin evenzeer een onkenbaar ding op zich ontdekt (Hegel, V, p. 256 e.v.)

{1} In de marge van het manuscript staat hier de door Engels onderstreepte aantekening: “*Afgezien van de ontwikkeling van de* *soort*”.

{2} In de marge van het manuscript, iets boven deze passage, staat de volgende zin tussen haakjes: “Het materiaal van onvoorziene omstandigheden dat zich inmiddels heeft geaccumuleerd, heeft het oude begrip van noodzakelijkheid verpletterd en doorbroken.”

- {3} Engels gebruikte dit citaat in de notitie over de nul.
- {4} De korte, onvoltooide nota staat aan het eind van de 4e bladzijde van dat blad, dat op de 2e, 3e en aan het begin van de 4e bladzijde, hierboven weergegeven, het grotere fragment bevat over de classificatie van het oordeel. In het ongeschreven einde van deze notitie heeft Engels waarschijnlijk Kants a priorisme willen contrasteren met de these van de empirische basis van al onze kennis.
- {5} In de marge van het manuscript staat de aantekening: “Chemie, waarin analyse de overheersende vorm van onderzoek is, is niets zonder zijn tegenpool, de *synthese*.”
- {6} In het manuscript: “...vuur dan, en reken op het door ervaring vooraf bekende effect...”
- {7} In het manuscript in plaats van: “En hier kan”, “... dus hier kan”.
- {8} In het manuscript staat hier de latere toevoeging van Engels: “(Quantität, p. 259. Astronomie)”.
- {9} In de marge van het manuscript staat de aantekening: “Cf. *Enzyklopädie*, I, p. 252”.

## Bewegingsvormen van de materie Classificatie van de wetenschappen

Causa finalis [doeloorzaak – in de Duitse editie: laatste oorzaak] – materie en de inherente beweging. Deze materie is *geen abstractie*. Reeds in de zon zijn de verschillende substanties uiteengevallen en niet te onderscheiden in hun effect. Maar in de *gasvormige bol van de nevel* worden alle substanties, hoewel afzonderlijk aanwezig, *versmolten tot zuivere materie als zodanig*, slechts handelend als materie, niet volgens hun specifieke eigenschappen.

(Bovendien wordt reeds bij Hegel de tegenstelling van *causa efficiens* [(mechanisch) rechtstreekse oorzaak] en *causa finalis* in de wisselwerking opgeheven.)

\*

*Oermaterie.*

“De opvatting van materie als oorspronkelijk bestaand en intrinsiek vormloos is zeer oud en komt reeds bij de Grieken voor, eerst in de mythische vorm van chaos, die wordt voorgesteld als de vormloze basis van de bestaande wereld”.  
(Hegel, *Enzyklopädie*, I, p. 258.)

Deze chaos vinden wij opnieuw bij Laplace, min of meer in de nevelige vlek, die ook slechts één *begin*vorm heeft. Dan komt de differentiatie.

\*

De *zwaarte* als de *meest algemene vaststelling van de materialiteit* die algemeen wordt aanvaard. D.w.z. aantrekkingskracht is een noodzakelijke eigenschap van materie, maar afstoting niet. Maar aantrekking en afstoting zijn even onafscheidelijk als positief en negatief, en daarom reeds te voorspellen uit de dialectiek zelf, nl. dat de ware theorie van de materie aan de afstoting een even belangrijke plaats moet toekennen als aan de aantrekking en dat een

theorie van de materie die alleen op aantrekking berust, vals en onvoldoende is, maar half is. Inderdaad, er zijn genoeg verschijnselen die dit aantonen. De ether kan niet weggelaten worden, al was het maar omwille van het licht. Is de ether materieel? Als hij dat al *is*, moet hij materieel zijn, moet hij onder het begrip materie vallen. Maar hij heeft geen gewicht. Men geeft toe dat de komeetstaarten van materie zijn. Ze hebben een enorme afstoting. De hitte in het gas veroorzaakt afstoting, enz.

\*

*Aantrekking en zwaartekracht.* De gravitatie-theorie is gebaseerd op de stelling dat aantrekkingskracht de essentie van materie is. Dit is niet waar. Waar er aantrekkingskracht is, moet die aangevuld worden met afstoting. Hegel had gelijk toen hij zei dat de essentie van materie bestaat uit aantrekking *en* afstoting. En inderdaad, de noodzaak doet zich meer en meer voor dat de verspreiding van materie een grens heeft waar aantrekking overgaat in afstoting en, omgekeerd, de verdichting van afgestoten materie een grens heeft waar deze overgaat in aantrekking.

\*

Hegels omzetting van aantrekking in afstoting en omgekeerd is mystiek, maar in wezen anticipeerde hij op de latere wetenschappelijke ontdekking. Reeds in gas is er afstoting van moleculen, nog meer [in] fijn verdeelde materie, bijvoorbeeld in de staart van een komeet, waar het zelfs met een enorme kracht optreedt. Hegel was zelfs hierin geniaal dat hij de aantrekkingskracht als secundair afleidde uit de afstoting, dat eraan voorafgaat: een zonnestelsel wordt alleen gevormd door een geleidelijke overheersing van de aantrekkingskracht over de oorspronkelijk overheersende afstotingskracht. – Expansie door warmte = afstoting. De kinetische gastheorie.

\*

*Deelbaarheid van de materie.* Voor de wetenschap is de vraag praktisch indifferent. Wij weten dat er in de scheikunde een bepaalde grens van deelbaarheid is waarboven de lichamen niet meer chemisch kunnen functioneren – het atoom, en dat

verschillende atomen altijd verbonden zijn – het molecuul. Ook in de natuurkunde zijn wij gedwongen uit te gaan van bepaalde – voor de fysische waarneming – kleine deeltjes, waarvan de positie de vorm en de samenhang van lichamen bepaalt, hun trillingen worden duidelijk in de vorm van warmte, enz. Maar of de fysische molecule en de chemische molecule identiek zijn of verschillend, daar weten we nog niets van. – Hegel behelpt zich heel gemakkelijk met deze kwestie van deelbaarheid door te zeggen dat de materie zowel deelbaar als continu is, en tegelijkertijd geen van beide, wat geen antwoord is, maar nu bijna bewezen (zie blad 5, 3 hieronder: Clausius).

\*

*Deelbaarheid.* Zoogdieren zijn ondeelbaar, bij een reptiel kan een voet opnieuw groeien. – Ethergolven, deelbaar en meetbaar in het oneindig kleine. – Elk lichaam is deelbaar, in de praktijk, binnen bepaalde grenzen, bv. in de chemie.

“De essentie” (van de beweging) “is de onmiddellijke eenheid van ruimte en tijd te zijn, ... tot de beweging behoort ruimte en tijd; de snelheid, het kwantum van de beweging is ruimte in verhouding tot een bepaalde tijd die is verstreken.” (Hegel, *Naturphilosophie*, p. 65.) “... ruimte en tijd zijn gevuld met materie ... zoals er geen beweging is zonder materie, zo is er geen materie zonder beweging.” (p. 67)

\*

De onverwoestbaarheid van de beweging in de stelling van *Descartes* dat *het heelal altijd dezelfde hoeveelheid beweging bevat*. De natuurkundigen drukken dit onvolkomen uit als “onverwoestbaarheid van kracht”. De louter kwantitatieve uitdrukking van *Descartes* is ook onvoldoende: beweging als zodanig, als een wezenlijke activiteit, bestaansvorm van de materie, onverwoestbaar zoals de materie zelf, daarin is het kwantitatieve inbegrepen. Ook hier wordt de filosoof na 200 jaar bevestigd door de natuurkundige.



\*

*De onverwoestbaarheid van de beweging.* Een mooie passus bij Grove – p. 20 e.v.

\*

*Beweging en evenwicht.* Het evenwicht is onlosmakelijk verbonden met beweging. {1} In de beweging van de hemellichamen is er *beweging in evenwicht* en *evenwicht in beweging* (relatief). Maar alle specifieke relatieve beweging, d.w.z. hier alle afzonderlijke bewegingen van individuele lichamen op een van de hemellichamen in beweging, is een streven naar relatieve rust, evenwicht. De mogelijkheid dat lichamen in relatieve rust zijn, de mogelijkheid van tijdelijke evenwichtstoestanden, is de essentiële voorwaarde voor de differentiatie van materie en dus voor het leven. Op de zon is er geen evenwicht van de afzonderlijke substanties, alleen van de gehele massa, of althans slechts een zeer gering evenwicht, veroorzaakt door belangrijke verschillen in dichtheid; aan de oppervlakte is er eeuwige beweging en rusteloosheid, dissociatie. Op de maan schijnt er alleen maar evenwicht te zijn, zonder enige relatieve beweging – dood (maan = negativiteit). Op aarde heeft de beweging zich gedifferentieerd in afwisseling van beweging en evenwicht: de afzonderlijke beweging streeft naar een evenwicht, de massa van de beweging heft het afzonderlijke evenwicht weer op. Het gesteente is tot rust gekomen, de erosie, de zeebrand, de rivieren, het gletsjerijs verstoren voortdurend het evenwicht. Verdamping en regen, wind, warmte, elektrische en magnetische verschijnselen vertonen hetzelfde schouwspel. In het levende organisme tenslotte zien wij de voortdurende beweging van de allerkleinste deeltjes zowel als van de grotere organen, die tijdens de normale duur van het leven resulteert in het voortdurende evenwicht van het organisme als geheel en toch altijd in beweging blijft, de levende eenheid van beweging en evenwicht.

Alle evenwicht is slechts *relatief* en *tijdelijk*.

\*

1. Beweging van de hemellichamen. Benaderend evenwicht van aantrekking en afstoting in de beweging.

2. Beweging op een hemellichaam. Massa. Voor zover deze beweging voortkomt uit puur mechanische oorzaken, is ook hier sprake van evenwicht. De massa's *rusten* op hun ondergrond. Op de maan blijkbaar helemaal. De mechanische aantrekking heeft de mechanische afstoting overwonnen. Vanuit het standpunt van de zuivere mechanica weten wij niet wat er van de afstoting geworden is, en de zuivere mechanica verklaart al even weinig waar de "krachten" vandaan komen, waarmee toch bv. op aarde massa's *tegen* de zwaartekracht in bewogen worden. Dit feit wordt als gegeven beschouwd. Hier is dus een eenvoudige verklaring van het afstoten, het verplaatsen van massa naar massa, waarbij aantrekking en afstoting = zijn. [gelijkwaardig zijn]

3. De enorme hoeveelheid beweging op aarde transformeert echter de ene vorm van beweging in de andere – mechanische in warmte, elektriciteit, chemische beweging – en elk in de andere; dus ofwel<sup>2</sup> transformatie van aantrekking in afstoting – mechanische beweging in warmte, elektriciteit, chemische ontbinding (de transformatie is de omzetting van de oorspronkelijk *opwaartse* mechanische beweging in warmte, niet van de *dalende*, dit is slechts schijn) [- of transformatie van afstoting in aantrekking].

4. Alle energie die nu op aarde actief is, is getransformeerde zonnearmte.

\*

*Mechanische beweging.* Bij de natuurwetenschappers wordt beweging altijd als vanzelfsprekend beschouwd als = mechanische beweging, verandering van plaats. Dit is een erfenis uit de voorchemische 18e eeuw en maakt het zeer moeilijk om de processen duidelijk te begrijpen. Beweging, van toepassing op materie, is *verandering in het algemeen*. Uit hetzelfde misverstand, ook de drang om alles te reduceren tot mechanische beweging – ook Grove

“is zeer sterk geneigd te geloven dat de andere manifestaties van materie herkend worden, of uiteindelijk toch herkend zullen worden, als soorten van beweging.” (p. 16)

waarbij het specifieke karakter van de andere vormen van beweging verdwijnt. Waarmee niet gezegd is dat elk van de

hogere bewegingsvormen niet noodzakelijkerwijs verbonden is met een of andere echte mechanische (externe of moleculaire) beweging, net zoals de hogere bewegingsvormen tegelijkertijd ook andere vormen produceren, en net zoals chemische actie niet mogelijk is zonder verandering van temperatuur en elektrische veranderingen, organisch leven zonder mechanische, moleculaire, chemische, thermische, elektrische, enz., veranderingen. Maar de aanwezigheid van deze nevenvormen put niet telkens de essentie van de hoofdvorm uit. Op een dag zullen we het denken zeker experimenteel “reduceren” tot moleculaire en chemische bewegingen in de hersenen; maar put dat de essentie van het denken uit?

\*

*Dialectiek van de natuurwetenschappen:* Onderwerp – materie in beweging. De verschillende vormen en variëteiten van de materie zelf kunnen ook alleen maar door beweging gekend worden, alleen hierin tonen zich de eigenschappen van de lichamen; van een lichaam dat niet beweegt valt niets te zeggen. Uit de vormen van de beweging vloeit dus de aard van de bewegende lichamen voort.

1. De eerste, eenvoudigste vorm van beweging is de mechanische, zuiver plaatsverandering.

a) Beweging van een afzonderlijk lichaam bestaat niet – alleen relatief [gesproken]{3} – in dit geval.

b) Beweging van gescheiden lichamen: baan, astronomie – schijnbaar evenwicht – einde altijd *contact*.

c) Beweging van lichamen met effect op elkaar – druk. Statica. Hydrostatica en gassen. Hefbomen en andere vormen van eigenlijke mechanica, die allemaal in hun eenvoudigste vorm van contact uitkomen op een gradueel verschillende wrijving of botsing. Maar wrijving en botsing, in feite contact, hebben ook andere gevolgen die nooit door natuurkundigen zijn vermeld: ze produceren, onder bepaalde omstandigheden, geluid, warmte, licht, elektriciteit, magnetisme.

2. Deze verschillende krachten betreffen (met uitzondering van geluid) de fysica van de hemellichamen –

a) die in elkaar overgaan en elkaar wederzijds vervangen, en

b) bij een bepaalde kwantitatieve ontwikkeling van elke kracht, verschillend voor elk lichaam, toegepast op de lichamen, of ze nu chemisch samengesteld zijn, zij het meerdere chemisch eenvoudige lichamen, zijn er *chemische veranderingen*, en betreden we het domein van de chemie. Chemie van hemellichamen. Kristallografie – onderdeel van de chemie.

3. De natuurkunde moest of kon het levende organische lichaam buiten beschouwing laten; de scheikunde vindt de werkelijke informatie over de ware aard van de belangrijkste lichamen alleen in het onderzoek van organische samenstellingen, en synthetiseert anderzijds lichamen die alleen in de organische natuur voorkomen. Hier leidt de chemie tot organisch leven, en zij is voldoende ontwikkelt om ons te verzekeren dat zij alleen de dialectische overgang in het organisme zal verklaren.

4. Maar de echte overgang in de *geschiedenis* – van het zonnestelsel, de aarde; is de reële conditie van het organische.

5. Leer van de organen [Organik].

\*

*Classificatie van de wetenschappen*, die elk een afzonderlijke vorm van beweging of een reeks verwante en in elkaar overgaande bewegingsvormen analyseren, is dus classificatie, ordening volgens hun inherente orde, van deze bewegingsvormen zelf, en daarin ligt hun belang.

Aan het einde van de vorige eeuw, na de Franse materialisten, die hoofdzakelijk mechanisch waren, ontstond de behoefte om de gehele natuurwetenschap van de *oude* Newton-Linnaeus school *encyclopedisch samen te vatten*, en twee van de meest geniale mensen hebben zich daaraan gewijd, *St. Simon* (onvoltooid) en *Hegel*. Nu de nieuwe natuurbeschouwing grotendeels rond is, doet dezelfde behoefte zich gevoelen en worden pogingen in die richting ondernomen. Maar nu de algemene evolutionaire context in de natuur is aangetoond, is een externe juxtapositie net zo

ontoereikend als Hegels kunstmatig geconstrueerde dialectische overgangen. De overgangen moeten zichzelf realiseren, moeten natuurlijk zijn. Zoals de ene vorm van beweging zich ontwikkelt uit de andere, zo moeten hun spiegelbeelden, de verschillende wetenschappen, noodzakelijkerwijs uit elkaar voortkomen.

\*

Hoe weinig Comte de auteur kan zijn geweest van zijn encyclopedische ordening van de natuurwetenschappen, overgenomen van Saint-Simon, blijkt uit het feit dat [bij] hem deze slechts tot doel heeft *de leermiddelen* en het *onderwijs* te regelen, en zo leidt tot het waanzinnige enseignement intégral [integraal onderwijs], waar een wetenschap altijd uitgediept is voordat de andere zelfs maar wordt begonnen, waar een in principe correct idee tot een mathematische absurditeit wordt gebracht.

Hegels indeling (de oorspronkelijke) in mechanicisme, chemie en organisme, voor die tijd volledig geschikt. Mechanicisme: de beweging van massa. Chemie: moleculaire (de fysica is hier ook in opgenomen en beide – fysica als chemie – behoren tot dezelfde orde) en atomaire beweging. Organisme: de beweging van lichamen waarbij de twee niet te scheiden zijn. Want het organisme is *de hogere eenheid, die mechanica, fysica en chemie in zich verenigt tot een geheel*, waarin de drie-eenheid niet meer te scheiden is. In het organisme wordt de mechanische beweging direct uitgevoerd door fysieke en chemische verandering, in de vorm van voeding, ademhaling, afscheiding, enz., net zo goed als pure spierbeweging.

Elke groep op zijn beurt weer tweeledig. Mechanica: 1. hemel, 2. aarde.

Moleculaire beweging: 1. fysica, 2. chemie.

Organisme: 1. plant, 2. dier.

\*

*Fysiografie* [natuurbeschrijving]. Nadat de overgang van chemie naar leven is gemaakt, is het in de eerste plaats nodig

de omstandigheden te analyseren waarin het leven is ontstaan en nog steeds bestaat, dus eerst de geologie, de meteorologie en de rest. Vervolgens de verschillende levensvormen zelf, die zonder dit anders onbegrijpelijk zijn.

### Over de “mechanische” opvatting van de natuur

Zie p. 46{4}: De verschillende vormen van beweging en de wetenschappen die ze behandelen

Sinds het verschijnen van bovengenoemd artikel [hoofdstuk 7 van deel 1 van de Anti-Dühring] (*Vorwärts*, 9 februari 1877) heeft Kekulé (*Die wissenschaftlichen Ziele und Leistungen der Chemie*) de mechanica, de fysica en de chemie op een vergelijkbare manier gedefinieerd:

“Als deze opvatting over de aard van de materie als basis wordt genomen, kan de scheikunde worden omschreven als *de wetenschap van de atomen* en de natuurkunde als *de wetenschap van de moleculen*, en dan ligt het voor de hand om dat deel van de moderne natuurkunde dat zich met *massa's* bezighoudt, los te koppelen als een speciale discipline en daarvoor de naam *mechanica* te reserveren. De mechanica verschijnt dus als de fundamentele wetenschap van de natuur- en scheikunde, aangezien beide hun moleculen en, respectievelijk, atomen als massa's moeten behandelen in bepaalde beschouwingen en, in het bijzonder, berekeningen”.

Het is duidelijk dat deze formulering iets afwijkt van die in de tekst en de vorige noot,{5} omdat ze minder definitief is. Maar toen een Engels tijdschrift (*Nature*) de bovenstaande zin van Kekulé overnam met de strekking dat mechanica de statica en dynamica van massa's is, natuurkunde de statica en dynamica van moleculen, scheikunde de statica en dynamica van atomen, lijkt deze onvoorwaardelijke reductie van zelfs chemische processen tot louter mechanische processen mij het terrein, althans van de scheikunde, onnodig te beperken. En toch is het zo in zwang dat bij Haeckel, bijvoorbeeld,

“mechanisch” en “monistisch” voortdurend als synoniemen worden gebruikt, en volgens hem

“moderne fysiologie ... op zijn gebied laat alleen de werking van fysisch-chemische – of in de *bredere zin*, mechanische – krachten toe.” (Perigenese) [cursief van Engels]

Als ik de natuurkunde de mechanica van de moleculen noem, de scheikunde de natuurkunde van de atomen, en vervolgens de biologie de scheikunde van de eiwitten, dan wil ik daarmee de overgang van de ene wetenschap in de andere tot uitdrukking brengen, dat wil zeggen zowel het verband, de continuïteit, als het onderscheid, de discretie, tussen de twee. Om verder te gaan en de chemie te definiëren als een soort van mechanica lijkt me ontoelaatbaar. De mechanica – in de bredere of engere zin van het woord kent alleen hoeveelheden, zij rekt met snelheden en massa's, hooguit met volumes. Overal waar de kwaliteit van lichamen in de weg staat, zoals in de hydrostatica en de aerostatica, kan zij het niet stellen zonder te verwijzen naar moleculaire toestanden en moleculaire bewegingen; zij zelf is slechts een hulpwetenschap, een voorwaarde van de fysica. In de natuurkunde, en nog meer in de scheikunde, vinden echter niet alleen voortdurend kwalitatieve veranderingen plaats als gevolg van kwantitatieve veranderingen, de overgang van kwantiteit in kwaliteit, maar moeten ook heel wat kwalitatieve veranderingen in aanmerking worden genomen waarvan de gebondenheid aan kwantitatieve veranderingen geenszins bewezen is. Dat de huidige wetenschappelijke tendens deze richting uitgaat, kan gemakkelijk worden toegegeven, maar dit bewijst niet dat dit de enige juiste tendens is, of dat het nastreven van deze tendens de fysica en de chemie zal *uitputten*. Alle beweging omvat mechanische beweging, verandering van plaats van de grootste of kleinste delen van de materie, en de *eerste* taak, maar slechts de *eerste*, van de wetenschap is dit te erkennen. Maar deze mechanische beweging put de beweging als geheel niet uit. Beweging is niet alleen een verandering van plaats, het is ook een verandering van kwaliteit in het boven-mechanische. De ontdekking dat warmte een moleculaire beweging is, was baanbrekend. Maar als ik verder niets te zeggen heb over

warmte dan dat het een verandering van plaats is van moleculen, kan ik maar beter zwijgen. De scheikunde schijnt goed op weg te zijn om een hele reeks chemische en fysieke eigenschappen van de elementen te verklaren uit de verhouding tussen de atoomvolumes en de atoomgewichten. Geen enkele scheikundige zal echter beweren dat alle eigenschappen van een element uitputtend worden uitgedrukt door zijn positie in de kromme van Lothar Meyer, of dat dit ooit een verklaring zal geven voor bijvoorbeeld de bijzondere aard van koolstof, die het tot de essentiële drager van organisch leven maakt, of voor de noodzaak van fosfor in de hersenen. En toch komt de “mechanische” opvatting op niets anders neer. Het verklaart alle veranderingen uit veranderingen van plaats, alle kwalitatieve verschillen uit kwantitatieve, en gaat voorbij aan het feit dat de relatie tussen kwaliteit en kwantiteit wederkerig is, dat kwaliteit net zo gemakkelijk in kwantiteit verandert als kwantiteit in kwaliteit, dat er interactie plaatsvindt. Als alle verschillen en veranderingen van kwaliteit moeten worden herleid tot kwantitatieve verschillen en veranderingen, tot mechanische veranderingen van plaats, dan komen wij noodzakelijkerwijs tot de stelling dat alle materie bestaat uit *identieke* kleine deeltjes, en alle kwalitatieve verschillen van de chemische elementen van de materie worden veroorzaakt door kwantitatieve, verschillen in het aantal en de plaatselijke groepering van deze kleinste deeltjes tot atomen. Maar zover zijn we nog niet.

Het is de onbekendheid van onze hedendaagse natuurkundigen met een andere filosofie dan de meest vulgaire, zoals die tegenwoordig aan de Duitse universiteiten welig tiert, die hen in staat stelt uitdrukkingen als “mechanisch” op deze manier te hanteren, zonder enige verantwoording aan zichzelf af te leggen, of zelfs maar te vermoeden met welke conclusies zij zichzelf noodzakelijkerwijs belasten. De theorie van de absolute kwalitatieve identiteit van de materie heeft haar aanhangers – zij is noch empirisch weerlegbaar, noch bewijsbaar. Maar als je aan de mensen die alles “mechanisch” willen verklaren vraagt of zij zich bewust zijn van deze conclusie en de identiteit van de materie aanvaarden, hoeveel verschillende antwoorden zul je dan horen!



Het grappigste is dat de gelijkstelling van “materialistisch” en “mechanisch” afkomstig is van *Hegel*, die het materialisme verachtelijk wilde maken door er “mechanisch” aan toe te voegen. Nu was het materialisme dat Hegel bekritiseerde – het Franse van de 18e eeuw – in feite uitsluitend *mechanisch*, om de zeer logische reden dat in die tijd de natuurkunde, scheikunde en biologie nog in de luiers lagen en nog lang niet in staat waren om een basis te bieden voor een algemene natuurbeschouwing. Evenzo neemt Haeckel van Hegel de vertaling: *causa efficientes* = “mechanisch werkende oorzaken,” en *causa finales* = “doelgericht werkende oorzaken”; waar Hegel dus “mechanisch” gelijkstelt aan blind handelen, onbewust handelen, en niet aan mechanisch in de zin van Haeckel. Tegelijkertijd is deze hele tegenstelling voor Hegel zelf zozeer een overwonnen standpunt dat hij haar in geen van zijn twee uiteenzettingen over causaliteit in de *Logica* noemt – maar alleen in de *Geschiedenis van de filosofie*, waar zij historisch voorkomt (dus pure misvatting van Haeckel uit oppervlakkigheid!), en haar heel af en toe in de teleologie noemt (*Logica*, III, II, 3) als een vorm waarin de *oude metafysica* de antithese van mechanisme en teleologie opvatte, maar haar voor het overige behandelt als een allang overwonnen standpunt. Haeckel heeft dus in zijn vreugde over het vinden van een bevestiging van zijn “mechanische” opvatting verkeerd overgeschreven en komt zo tot het mooie resultaat dat als een bepaalde verandering in een dier of plant door een natuurlijke kweek wordt teweeggebracht, dit veroorzaakt wordt door *causa efficiens*; als dezelfde verandering door *kunstmatige* kweek wordt teweeggebracht, dit veroorzaakt wordt door *causa finalis*! De fokker een *causa finalis*! Een dialecticus van het kaliber van Hegel kon natuurlijk niet in kringetjes rondraaien in de enge tegenstelling van *causa efficiens* en *causa finalis*. En vanuit het hedendaagse standpunt wordt het hele hopeloze gekrakeel over deze tegenstelling beëindigd door het feit dat wij uit ervaring en theorie *weten* dat de materie, net als haar bestaanswijze, de beweging, niet te creëren is en daarom haar eigen uiteindelijke oorzaak is; terwijl aan de afzonderlijke oorzaken die tijdelijk en plaatselijk geïsoleerd zijn in de wisselwerking van de beweging van het universum, of geïsoleerd van onze beschouwing, in het geheel geen nieuwe bepaling wordt toegevoegd, maar alleen een verwarrend

element, wanneer wij ze *werkende* oorzaken noemen. Een oorzaak die niet werkt is geen oorzaak.

NB. De materie als zodanig is een zuivere creatie van het denken en een abstractie. Wij veronachtzamen de kwalitatieve verschillen van de dingen door ze te groeperen als fysisch bestaand onder het begrip materie. Materie als zodanig, onderscheiden van definitieve, existierende materie, is dus niet zinnelijk bestaand. Wanneer de natuurwetenschap haar inspanningen richt op het zoeken naar uniforme materie als zodanig, op het reduceren van kwalitatieve verschillen tot louter kwantitatieve verschillen in de samenstelling van identieke kleine deeltjes, doet zij hetzelfde als fruit zien als zodanig in plaats van kersen, peren, appels, of het zoogdier als zodanig in plaats van katten, honden, schapen, enz., gas als zodanig, metaal, steen, een chemische verbinding als zodanig, beweging als zodanig. De darwinistische theorie eist zo'n oerzoogdier, voormammalia Haeckel, maar moet tegelijkertijd toegeven dat als het in de kiem alle toekomstige en huidige zoogdieren bevatte, het in werkelijkheid ondergeschikt en primordiaal was aan alle huidige zoogdieren, en dus vergankelijker dan hen allen. Zoals Hegel (*Enzyklopädie*, I, p. 199) reeds heeft aangetoond, is deze opvatting, dit "eenzijdig mathematisch standpunt," waarop de materie slechts kwantitatief bepaalbaar, maar kwalitatief oorspronkelijk gelijkwaardig wordt geacht, "geen ander standpunt dan dat van het" Franse materialisme van de 18e eeuw. Het is zelfs een stap terug ten opzichte van Pythagoras, die het getal, de kwantitatieve bepaling, als de essentie der dingen beschouwde.

\*

Eerst Kekulé. Dan: de systematisering van de natuurwetenschap, die nu meer en meer noodzakelijk wordt, kan op geen andere wijze worden gevonden dan in de samenhangen van de verschijnselen zelf. Zo eindigt de mechanische beweging van kleine massa's op een hemellichaam in een contact van twee lichamen, dat twee vormen heeft, die slechts verschillen in graad, namelijk wrijving en botsing. Dus onderzoeken we eerst het mechanische effect van wrijving en botsing. Maar daar houdt het niet op: wrijving produceert warmte, licht en elektriciteit,

botsing – warmte en licht, zo niet ook elektriciteit – waardoor de beweging van de massa wordt omgezet in moleculaire beweging. We betreden het gebied van moleculaire beweging, natuurkunde, en onderzoeken verder. Maar ook hier zien we dat moleculaire beweging niet het einde van het onderzoek is. Elektriciteit gaat over in en komt uit chemische omzettingen. Warmte en licht idem dito. Moleculaire beweging verandert in atomaire beweging – chemie. Het onderzoek van chemische processen heeft als onderzoeksgebied de organische wereld, d.w.z. een wereld waarin chemische processen volgens dezelfde wetten, maar onder andere omstandigheden plaatsvinden dan in de anorganische wereld, waarvoor de verklaring ervan, de scheikunde volstaat. Alle chemische onderzoeken in de organische wereld leiden daarentegen in laatste instantie terug naar een lichaam dat, als resultaat van gewone chemische processen, zich van alle andere onderscheidt doordat het een zichzelf uitvoerend, permanent chemisch proces is – het eiwit. Als de scheikunde erin slaagt dit eiwit te maken, in de specifieke vorm waarin het duidelijk is ontstaan, die van een zogenaamd protoplasma, een specificiteit, of liever gezegd afwezigheid van specificiteit, zodat het potentieel alle andere vormen van eiwit bevat (hoewel het niet nodig is om aan te nemen dat er slechts één soort protoplasma is), dan zal de dialectische overgang in werkelijkheid bewezen zijn, vandaar volledig bewezen. Tot dan blijft het bij denken, alias de hypothese. Daar waar de chemie het eiwit voortbrengt, reikt het chemische proces verder dan zichzelf zoals het mechanische hierboven, d.w.z. het bereikt een meer omvattend gebied, dat van het organisme. De fysiologie is echter de natuurkunde en vooral de scheikunde van het levende lichaam, maar daarmee houdt zij ook op specifiek scheikunde te zijn, waardoor zij enerzijds haar omvang beperkt, maar er anderzijds ook in opklimt tot een hogere potentie.

{1} Boven deze regel helemaal bovenaan het manuscript staat met potlood geschreven: “Evenwicht = overheersing van aantrekking over afstoting”.

{2} Deze “of” wordt niet gevolgd door een “of”. Men kan aannemen dat Engels aan het eind van deze zin ook wilde verwijzen naar de omgekeerde omkering van afstoting in aantrekking, maar deze bedoeling niet heeft gerealiseerd. Een

overeenkomstige toevoeging aan deze zin wordt tussen rechte haken gebracht.

{3} Het woord tussen rechte haken is toegevoegd uit Engels' brief aan Marx van 30 mei 1873.

{4} Zie *Anti-Dühring*, p. 61.

{5} D.w.z. in de tekst van de *Anti-Dühring* en in de noot "über die Urbilder des Mathematisch-Unendlichen in der wirklichen Welt" (Zie *Anti-Dühring*, p. 61 en pp. 529-534).

## Wiskunde

De zogenaamde wiskundige axioma's zijn de weinige definities die de wiskunde voor haar resultaten nodig heeft. Wiskunde is de wetenschap der grootheden; zij gaat uit van het begrip grootheid. Ze definieert ze gebrekkig en voegt dan de andere elementaire bepalingen van de grootheid, die niet in de definitie voorkomen, extern toe als axioma's, waar ze dan als onbewezen en natuurlijk ook *mathematisch* onbewijsbaar verschijnen. De analyse van de grootte zou resulteren in al deze axioma's als noodzakelijke bepalingen van grootte. Spencer heeft in zoverre gelijk dat de *vanzelfsprekendheid* van deze axioma's, die ons zo voor de hand liggend lijken, *geërfd* zijn. Zij zijn dialectisch bewijsbaar, voor zover zij geen zuivere tautologieën zijn.

\*

*Wiskunde*. Niets lijkt zo solide als het verschil tussen de vier soorten rekenkundige bewerkingen, de elementen van alle wiskunde. Toch blijkt de vermenigvuldiging van meet af aan een verkorte optelling, deling een verkorte aftrekking, van een aantal gelijke numerieke grootheden; en in één geval – als de deler een breuk is – wordt de deling zelfs uitgevoerd door vermenigvuldiging met de omgekeerde breuk. In algebraïsche rekenkunde, echter, gaan we veel verder. Elke aftrekking ( $a - b$ ) kan voorgesteld worden als optelling ( $-b + a$ ), elke deling  $a/b$  als vermenigvuldiging  $a \times 1/b$ . Rekenen met machtsverheffing gaat men nog veel verder. Alle vaststaande verschillen tussen de soorten berekeningen verdwijnen, alles kan in de omgekeerde vorm worden weergegeven. Een macht als een wortel ( $x^2 = \sqrt{x^4}$ ); een wortel als een macht ( $\sqrt{x} = x^{1/2}$ ).

Een eenheid gedeeld door een macht of wortel als een macht van de noemer.

$$\left\{ \frac{1}{\sqrt{x}} = x^{-\frac{1}{2}}; \frac{1}{x^2} = x^{-3} \right\}$$

Vermenigvuldiging of deling van de machten van een grootheid verandert in de optelling of aftrekking van hun exponenten. Elk getal kan worden begrepen en voorgesteld als een macht van elk ander getal (logaritmen,  $y = ax$ ). En deze verandering van de ene vorm in de andere is geen nutteloze spelerei; het is een van de krachtigste hefbomen van de wiskunde, zonder welke tegenwoordig nauwelijks nog een moeilijke berekening wordt uitgevoerd. Schrap uit de wiskunde alleen de negatieve en fractionele machten, en hoe ver zal men komen?

(-,  $- = +$ ,  $\div = +$ ,  $\sqrt{-1}$ , enz., eerder te ontwikkelen.)

Het keerpunt in de wiskunde was Descartes' *variabele grootheid*. Zo is de beweging en daarmee de dialectiek in de wiskunde, en daarmee ook onmiddellijk met noodzaak de differentiaal- en integraalrekening, die ook onmiddellijk begint en door Newton en Leibniz geheel en al wordt voltooid, niet door hen uitgevonden.

\*

*Kwantiteit en kwaliteit*. Getal is de zuiverste kwantitatieve bepaling die we kennen. Maar het zit vol met kwalitatieve verschillen. 1. Hegel, aantal en eenheid, vermenigvuldigen, delen, machtsverheffing, worteltrekken. Dit geeft al, wat bij Hegel niet te zien is, kwalitatieve verschillen: priemgetallen en producten, eenvoudige wortels en machten. 16 is niet alleen de som van 16, het is ook het kwadraat van 4, de vierde macht van 2. Nog meer, de priemgetallen geven nieuwe, vaste eigenschappen aan de getallen die ervan worden afgeleid door vermenigvuldiging met andere getallen: alleen even getallen deelbaar door 2, soortgelijke bepaling voor 4 en 8. Bij 3 gaat het om de cijfersom, evenals bij 9 en 6, waar het combineert met het even getal. Voor 7 is er een speciale regel. Deze vormen de basis voor trucs met getallen die voor de niet-ingewijden onbegrijpelijk lijken. Wat Hegel dus zegt

(*Kwantiteit*, p. 237) over de gedachteloosheid in de rekenkunde, is onjuist. Vergelijk echter eens, *kwantiteit*.

Zodra de wiskunde spreekt over het oneindig grote en het oneindig kleine, introduceert zij een kwalitatief verschil, dat zich zelfs voordoet als een onoverbrugbare kwalitatieve tegenstelling: hoeveelheden die zo enorm van elkaar verschillen dat elke rationele verhouding, elke vergelijking tussen hen ophoudt, dat ze kwantitatief incommensurabel worden. De gebruikelijke incommensurabiliteit van bv. cirkel en rechte lijn is nu ook een dialectisch kwalitatief verschil; maar hier [d.w.z. in het wiskundig oneindige] is het verschil in *kwantiteit* van *gelijksoortige* grootheden, dat het *kwaliteitsverschil* doet toenemen tot incommensurabiliteit.

\*

*Getal*. Het afzonderlijke getal krijgt in het getallensysteem al een kwaliteit en is afhankelijk daarvan. 9 is niet alleen 1 dat negen keer is opgeteld, maar de basis voor 90, 99, 900.000 enz. Alle getallenwetten hangen af van en worden bepaald door het aangenomen systeem. In het dyadische en triadische stelsel is  $2 \times 2$  niet = 4, maar = 100 of = 11. In elk stelsel met een oneven grondtal houdt het verschil tussen even en oneven getallen op, bv. in het systeem gebaseerd op 5,  $5 = 10$  en  $10 = 20$ ,  $15 = 30$ . In hetzelfde systeem vallen ook de cijfers  $3n$  van de producten van 3 of 9 ( $6 = 11$ ,  $9 = 14$ ). Het grondtal bepaalt dus niet alleen de kwaliteit van zichzelf, maar ook van alle andere getallen.

Met de machten gaat het nog verder: elk getal moet worden opgevat als een macht van elk ander getal – evenveel logaritmische stelsels als er hele en breukcijfers zijn.

\*

*Eén*. Niets lijkt eenvoudiger dan de kwantitatieve eenheid, en niets is meer divers zodra wij het onderzoeken in verband met de overeenkomstige veelheid en haar verschillende ontstaanswijzen. Eén is allereerst het grondgetal van het gehele positieve en negatieve getallenstelsel, door welks opeenvolgende optelling bij zichzelf alle andere getallen tot stand komen. – Eén is de uitdrukking van alle positieve,

negatieve en breukmachten [gebrochne Potenzen] van één:  $1^2$ ,  $\sqrt{1}$ ,  $1^{-2}$  zijn allemaal gelijk aan één. – Eén is de waarde van alle breuken waarvan teller en noemer gelijk zijn. – Het is de uitdrukking van elk getal tot de macht nul verheven en daarom het enige getal waarvan de logaritme in alle stelsels gelijk is, d.w.z. = 0. Eén is dus de limiet die alle mogelijke logaritmische stelsels in twee delen verdeelt: Als het grondtal groter is dan één, zijn de logaritmen van alle getallen boven één positief, van alle getallen onder één negatief; als het kleiner is dan één, gebeurt het omgekeerde. Indien dus elk getal de eenheid in zich bevat, omdat het samengesteld is uit alle opgetelde getallen, dan bevat het ene ook alle andere getallen in zich. Niet alleen volgens de mogelijkheid, in zoverre wij elk getal uit alle enen kunnen construeren, maar volgens de werkelijkheid, in zoverre één een bepaalde macht is van elk ander getal. Maar dezelfde wiskundigen die, zonder verpinken,  $x^0 = 1$ , of een breuk waarvan noemer en teller gelijk zijn, en die dus ook één voorstelt, in hun berekeningen interpoleren waar het hun uitkomt, die dus wiskundig gebruik maken van de veelheid die in de eenheid besloten ligt, die halen hun neus op en trekken een gezicht wanneer hun in algemene termen gezegd wordt dat eenheid en veelheid onafscheidelijke, elkaar doordringende begrippen zijn, en dat de veelheid niet minder in de eenheid besloten ligt dan de eenheid in de veelheid. Hoezeer dit het geval is, zien we zodra we het gebied van de zuivere getallen verlaten. Reeds bij het meten van lijnen, oppervlakten en inhoudten, is het duidelijk dat wij elke hoeveelheid van de overeenkomstige ordening als eenheid kunnen nemen, ook bij het meten van tijd, gewicht, beweging, enz. Voor het meten van cellen zijn millimeters en milligrammen te groot; voor het meten van stellaire afstanden of de lichtsnelheid is de kilometer al hinderlijk klein, evenals de kilogram voor het meten van planetaire of zelfs zonnemassa's. Hier is heel duidelijk te zien welke diversiteit en veelvoud in het begrip eenheid zit, op het eerste gezicht zo simpel.

\*

*Nul, is dus niet inhoudsloos, want het is de negatie van elk gegeven kwantum. Integendeel, nul heeft een zeer bepaalde inhoud. Als de grens tussen alle positieve en negatieve grootheden, als het enige werkelijk neutrale getal dat noch +*

*noch – kan zijn, is het niet alleen een zeer bepaald getal, maar ook op zich belangrijker dan alle andere getallen die erdoor worden begrensd.* In feite is nul inhoudelijk rijker dan elk ander getal. Rechts van elk ander getal geeft het aan dit laatste, in ons systeem van getallen, de tienvoudige waarde. In plaats van nul zou men hier elk ander teken kunnen gebruiken, maar alleen op voorwaarde dat dit teken op zich nul betekent,  $= 0$ . Het ligt dus in de aard van de nul zelf dat het dit gebruik vindt, en dat het alleen zo kan worden gebruikt. Nul vernietigt elk ander getal waarmee het vermenigvuldigd wordt; verenigd als deler of teller met om het even welk ander getal, maakt het dit laatste oneindig groot in het eerste geval en oneindig klein in het tweede; het is het enige getal dat in een oneindige verhouding staat tot elk ander. % kan elk getal tussen  $-\infty$  en  $+\infty$  uitdrukken, en stelt in elk geval een reële grootte voor. – De reële inhoud van een vergelijking wordt pas duidelijk wanneer alle leden ervan opzij worden geschoven en de vergelijking aldus wordt herleid tot de waarde nul, zoals reeds gebeurt met kwadratische vergelijkingen en bijna de algemene regel is in de hogere algebra. Een functie  $F(x, y) = 0$  kan dan ook gelijk gesteld worden aan  $z$  en deze  $z$ , hoewel  $z = 0$ , gedifferentieerd worden als een gewone afhankelijke variabele en zijn partiële differentiaalquotiënt bepaald.

Maar het niets van elk kwantum is zelf nog kwantitatief bepaald, en alleen daarom is het mogelijk om met nul te rekenen. Dezelfde wiskundigen, die op de hierboven beschreven manier ongegeneerd met de nul rekenen, d.w.z. ermee werken als een bepaalde kwantitatieve opvatting, haar in kwantitatieve relaties brengen met andere kwantitatieve begrippen, gooien hun handen in de lucht van afschuw, wanneer zij bij Hegel de veralgemening lezen: het niets van iets, is een *bepaald* niets.

Maar nu de (analytische) meetkunde. Het nulpunt is hier een bepaald punt, vanwaar op een lijn positief wordt gemeten in de ene richting en negatief in de andere. Hier heeft het nulpunt dus niet alleen een even grote betekenis als elk punt dat met een positieve of negatieve magnitude wordt aangeduid, maar een veel grotere betekenis dan alle andere: het is het punt waarvan ze allemaal afhankelijk zijn, waar ze allemaal aan gerelateerd zijn, en waar ze allemaal door



bepaald worden. In veel gevallen kan het zelfs vrij willekeurig worden genomen. Maar als het eenmaal is aangenomen, blijft het het middelpunt van de hele operatie en bepaalt het vaak zelfs de richting van de lijn waarop de andere punten – de eindpunten van de abscissen – moeten worden ingevoegd. Indien men bijvoorbeeld, om tot de vergelijking van de cirkel te komen, een willekeurig punt van de omtrek als nulpunt kiest, dan moet de lijn der abscissen door het middelpunt van de cirkel gaan. Dit alles is evenzeer van toepassing op de mechanica, waar het veronderstelde nulpunt ook het hoofd- en draaipunt is van de hele operatie bij het berekenen van bewegingen. Het nulpunt van de thermometer is de zeer duidelijke ondergrens van het temperatuurgedeelte, dat in een willekeurig aantal graden is verdeeld en zo dient als maatstaf, zowel voor de temperatuurgradaties binnen zichzelf als voor hogere of lagere temperaturen. Het is dus ook hier een zeer wezenlijk punt. En zelfs het absolute nulpunt van de thermometer vertegenwoordigt geenszins een zuivere, abstracte negatie, maar een zeer bepaalde toestand van de materie: de grens waar het laatste spoor van een onafhankelijke beweging van de moleculen verdwijnt en materie alleen nog als massa handelt. Overal waar men het nulpunt tegenkomt, stelt het iets zeer bepaalds voor, en de praktische toepassing ervan in de meetkunde, de mechanica, enz. bewijst dat het – als limiet – belangrijker is dan alle reële grootheden die erdoor worden begrensd.

*Nulbevoegdheden.* Machten van nul. Hun belang in de logaritmische reeks:

$$\frac{0}{10^0} \quad \frac{1}{10^1} \quad \frac{2}{10^2} \quad \frac{3}{10^3} \text{ log.}$$

Alle variabelen gaan ergens door één; dus ook de constante van een variabele macht  $a^x = 1$  als  $x = 0$ .  $a^0 = 1$  betekent niets anders dan één te begrijpen in zijn verband met de andere leden van de machten van  $a$ , alleen daar heeft het enige betekenis en kan het leiden tot resultaten

$$\left( \sum x^0 \equiv \frac{x}{\omega} \right)$$

anders niet. Hieruit volgt dat de eenheid, hoezeer zij ook met zichzelf identiek schijnt te zijn, een oneindige veelheid in

zichzelf omvat, in die zin dat zij de macht van nul kan zijn van elk ander mogelijk getal, en dat deze veelheid niet louter denkbeeldig is, wordt bewezen telkens wanneer één wordt opgevat als een bepaald één, als een van de variabele resultaten van een proces (als een momentane grootheid of vorm van een variabele) in verband met dit proces.

\*

$\sqrt{-1}$ . De algebraïsche negatieve grootheden zijn alleen reëel voor zover zij zich verhouden tot de positieve, en alleen binnen de relatie met deze; naast deze verhouding, op zichzelf beschouwd, zijn ze zuiver denkbeeldig. In de trigonometrie en de analytische meetkunde, samen met de daarop gebaseerde takken van hogere wiskunde, drukken zij een bepaalde bewegingsrichting uit die tegengesteld is aan de positieve; maar je kunt de sinussen en tangens van de cirkel zowel vanuit het kwadrant rechtsboven als vanuit het kwadrant rechtsonder berekenen, en dus plus en min direct omkeren. Op dezelfde manier kunnen in de analytische meetkunde abscissen worden berekend vanuit de periferie of vanuit het middelpunt van de cirkel, inderdaad in alle krommen kunnen ze worden berekend vanuit de kromme in de richting die gewoonlijk wordt aangeduid als min [of] in elke gewenste richting en toch een juiste rationale vergelijking van de kromme geven. Hier bestaat plus alleen als het complement van min en omgekeerd. Maar de abstractie van de algebra behandelt hen [de negatieve grootheden] als reëel, onafhankelijk, zelfs buiten de relatie tot een *grotere*, positieve grootheid.

\*

*Wiskunde*. Voor het gezond verstand lijkt het onzin om een bepaalde grootheid, bijvoorbeeld een binomiaal, op te lossen in een oneindige reeks, d.w.z. in iets onbepaalds. Maar waar zouden we zijn zonder oneindige reeksen en de binomiale stelling?

*Asymptoten*. Geometrie begint met de ontdekking dat recht en kromming absolute tegenstellingen zijn, dat recht absoluut niet te formuleren is in de kromming, en de kromming niet in de rechte, dat de twee onverenigbaar zijn. En toch is de berekening van de cirkel niet mogelijk zonder de omtrek

ervan in rechte lijnen uit te drukken. Maar in het geval van krommen met asymptoten vervaagt de rechte volledig tot kromming, en de kromming tot de rechte; net zo vervaagt het begrip parallellisme: de lijnen zijn niet parallel, ze naderen elkaar steeds, maar vallen nooit samen; de dalende kromme wordt steeds meer recht, zonder ooit helemaal recht te worden, zoals in de analytische meetkunde de rechte lijn wordt beschouwd als de kromme van de eerste graad met oneindig kleine kromming. De  $-x$  van de logaritmische kromme mag zo groot worden als hij is,  $y$  kan nooit  $= 0$ .

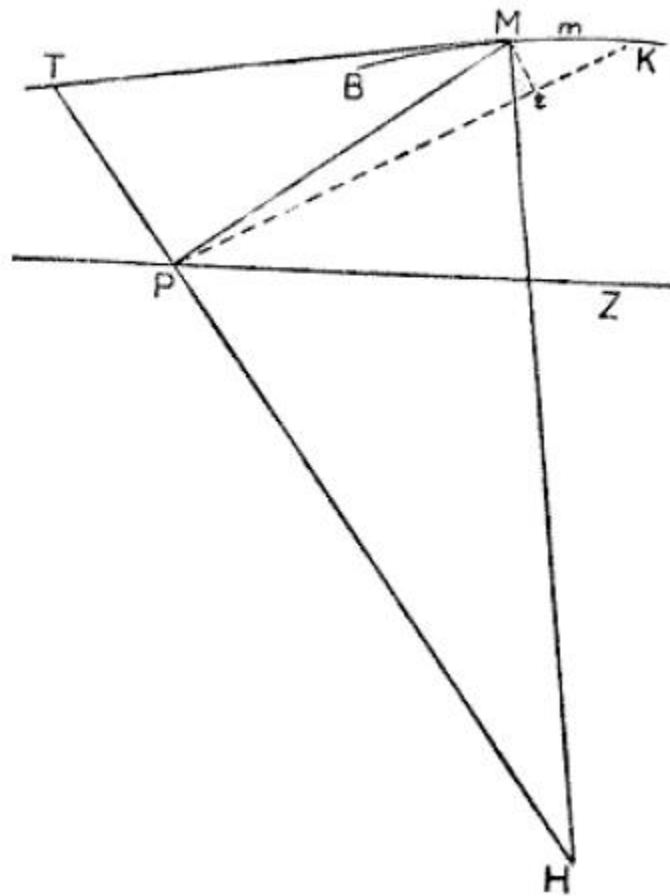
\*

*De rechte en de kromme* in de differentiaalrekening, worden in laatste instantie gelijkgesteld: in de differentiaaldriehoek, waarvan de hypotenusa het differentiaal van de kromme vormt (in de raaklijn-methode), kan deze hypotenusa worden beschouwd als

“als een kleine rechte lijn, die tegelijkertijd een element van de kromme en een element van de tangens is” – zie nu de kromme als samengesteld uit een oneindig aantal rechte lijnen, of anders “zie hem als een starre kromme; aangezien de kromming in elk punt  $M$  oneindig klein is, is de uiteindelijke verhouding van het element van de kromme tot dat van de tangens *duidelijk een verhouding van gelijkheid.*” [cursief van Engels]

Hier wordt dus, hoewel de verhouding steeds die van de gelijkheid *nadert*, maar volgens de aard van de kromme *asymptotisch*, omdat het contact beperkt is tot een *punt* dat geen lengte heeft, uiteindelijk toch aangenomen dat gelijkheid van rechte en kromming bereikt is (Bossut, *Calcul diff. et intégr.*, Parijs, An VI, I, p. 149). Bij poolkrommen worden de differentiële denkbeeldige abscissen zelfs beschouwd als evenwijdig aan de echte abscissen, en de bewerkingen daarop gebaseerd, hoewel ze allebei samenkomen op de pool; ja, men concludeert hieruit de gelijkenis van twee driehoeken, waarvan er een een hoek heeft juist op het snijpunt van de twee lijnen, op wiens

evenwijdigheid de hele gelijkenis berust!  
(Figuur 17).



Wanneer de wiskunde van rechte en gekromde lijnen dus vrij goed is ontwikkeld, wordt een nieuw bijna oneindig veld geopend door de wiskunde die *gekromd als recht* (de differentiaaldriehoek) en *recht als gekromd* (kromme van de eerste orde met oneindig kleine kromming) opvat. O metafysica!

\*

*Trigonometrie.* Nadat de synthetische meetkunde de eigenschappen van een driehoek, op zichzelf beschouwd, heeft uitgeklaard en niets nieuws meer te zeggen heeft, opent zich een bredere horizon via een zeer eenvoudige, door en door dialectische procedure. De driehoek wordt niet meer op zichzelf beschouwd, maar in samenhang met een andere figuur, de cirkel. Elke rechthoekige driehoek kan geacht worden tot een cirkel te behoren indien de schuine zijde =  $r$ ,

de zijden van de rechte hoek zijn dan sin en cos indien één zijde van de rechte hoek =  $r$ , de andere =  $tg$ , de schuine zijde =  $sec$ . Hierdoor krijgen zijden en hoeken geheel verschillende, duidelijke verhoudingen tot elkaar, die zonder deze verhouding van de driehoek tot de cirkel onmogelijk te ontdekken en te gebruiken zouden zijn, en ontstaat een geheel nieuwe driehoekstheorie, die de oude ver overtreft, en overal toepasbaar is, omdat elke driehoek kan worden opgelost in 2 rechte hoeken. Deze ontwikkeling van de trigonometrie uit de synthetische meetkunde is een goed voorbeeld van dialectiek, hoe zij de dingen in hun samenhang begrijpt in plaats van in hun isolement.

\*

*Identiteit en verschil* – de dialectische verhouding komt reeds voor in differentiaalrekening waar  $dx$  oneindig klein is, maar niettemin efficiënt en alles realiseert.

\*

*Molecuul en differentiaal*. Wiedemann (III, p. 636) stelt eindige en moleculaire afstanden tegenover elkaar.

Over het oerbeeld van het mathematisch oneindige in de  
echte wereld

Op p. 17-18{1}: eenstemmigheid van denken en zijn  
**Het oneindige in de wiskunde**

Het feit dat ons subjectieve denken en de objectieve wereld aan dezelfde wetten onderworpen zijn, en dat daarom beide in hun resultaten elkaar niet kunnen tegenspreken, maar overeen moeten stemmen, beheerst absoluut ons gehele theoretische denken. Het is het onbewuste en onvoorwaardelijke uitgangspunt voor het theoretisch denken. Het materialisme van de 18e eeuw onderzocht deze vooronderstelling, wegens het wezenlijk metafysische karakter ervan, slechts naar de inhoud. Het beperkte zich tot het bewijs dat de inhoud van alle denken en weten uit zintuiglijke ervaring moet voortkomen en stelde opnieuw: *nihil est in intellectu, quod non fuerit in sensu*. [Er is niets in het begrip dat niet eerst waargenomen is] Alleen de moderne idealistische, maar tegelijk dialectische filosofie en met name Hegel onderzocht het ook in termen

van *vorm*. Ondanks de ontelbare willekeurige constructies en fantasieën waarmee wij hier worden geconfronteerd, ondanks de idealistische omkering van haar resultaat, de eenheid van denken en zijn, valt niet te ontkennen dat deze filosofie de analogie van de processen van het denken met de processen van de natuur en de geschiedenis, en omgekeerd, en de geldigheid van dezelfde wetten voor al deze processen in een veelheid van gevallen en op de meest uiteenlopende gebieden heeft bewezen. Anderzijds heeft de moderne natuurwetenschap de stelling van de proefondervindelijke oorsprong van alle gedachte-inhoud uitgebreid op een wijze die de oude metafysische beperking en formulering ervan tenietdoet. Door de overerving van verworven eigenschappen te erkennen, breidt zij het voorwerp van ervaring uit van het individu tot de soort; het is niet langer noodzakelijk dat het individu alleen ervaring heeft opgedaan; zijn afzonderlijke ervaring kan tot op zekere hoogte worden vervangen door de resultaten van de ervaringen van een aantal van zijn voorvaderen. Als bijvoorbeeld de wiskundige axioma's ieder kind van acht jaar als vanzelfsprekend voorkomen en geen bewijs door ervaring behoeven, is dit slechts het resultaat van "opgestapelde overerving". Een Bosjesman of Aboriginal zou het moeilijk met bewijzen bij te brengen zijn.

In het bovenstaande schrift<sup>{2}</sup> is de dialectiek opgevat als de wetenschap van de meest algemene wetten van alle beweging. Daarin ligt besloten dat haar wetten evenzeer moeten gelden voor de beweging in de natuur en de menselijke geschiedenis als voor de beweging van het denken. Een dergelijke wet kan worden herkend in twee van deze drie sferen, zelfs in alle drie, zonder dat de metafysische sleurmens zich realiseert dat het één en dezelfde wet is die hij heeft herkend.

Laten we een voorbeeld nemen. Van alle theoretische vorderingen wordt er waarschijnlijk geen beschouwd als een zo grote triomf van de menselijke geest als de uitvinding van de infinitesimaalrekening in de laatste helft van de 17e eeuw. Als ergens sprake is van een zuiver en exclusief staaltje van menselijke intelligentie, dan hier wel. Het mysterie dat tot op de dag van vandaag de in de infinitesimaalrekening gebruikte grootheden – de differentiaal en infiniteiten van verschillende rechten – omgeeft, is het beste bewijs dat men

zich nog steeds verbeeldt dat men hier te maken heeft met zuiver vrije “scheppingen en verbeeldingen”<sup>{3}</sup> van de menselijke geest, waarvoor de objectieve wereld niets overeenkomstigs biedt. En toch is het tegendeel het geval. Voor al deze denkbeeldige grootheden levert de natuur de voorbeelden.

Onze meetkunde is gebaseerd op ruimtelijke verhoudingen, onze rekenkunde en algebra op getalsgrootheden die overeenkomen met onze aardse verhoudingen, dat wil zeggen, die overeenkomen met de natuurkundige grootheden die de mechanica massa's noemt – massa's zoals die op aarde voorkomen en door de mens worden bewogen. In vergelijking met deze massa's lijkt de massa van de aarde oneindig groot en wordt zij ook door de aardse mechanica als oneindig groot behandeld. De straal van de aarde  $= \infty$ , dit is het basisprincipe van alle mechanica in de valwet. Maar niet alleen de aarde, maar het gehele zonnestelsel en de daarin voorkomende afstanden lijken weer oneindig klein, zodra we te maken krijgen met de afstanden in lichtjaren in het sterrenstelsel, zichtbaar voor ons door de telescoop. We hebben hier dus al een oneindigheid, niet alleen van de eerste maar ook van de tweede graad, en we kunnen het aan de verbeelding van onze lezers overlaten om verdere oneindigheden van een hogere graad in de oneindige ruimte te construeren, als ze zich daartoe geneigd voelen.

De aardse massa's, de lichamen waarmee de mechanica werkt, bestaan echter, volgens de hedendaagse opvatting in de natuur- en scheikunde, uit moleculen, uit de kleinste deeltjes, die niet verder kunnen worden gesplitst zonder de fysische en chemische identiteit van het lichaam in kwestie op te heffen. Volgens de berekeningen van W. Thomson kan de diameter van het kleinste van deze moleculen niet kleiner zijn dan een vijftigmiljoenste millimeter. Maar laten we ook veronderstellen dat de grootste molecule zelf een diameter bereikt van een vijfentwintigste van een miljoenste millimeter; het blijft nog steeds een oneindig kleine afmeting vergeleken met de kleinste massa waarmee mechanica, fysica en zelfs chemie werken. Niettemin bezit zij alle eigenschappen die eigen zijn aan de massa in kwestie; zij kan de massa fysisch en chemisch voorstellen, en vertegenwoordigt haar werkelijk in alle chemische

vergelijkingen. Kortom, het heeft dezelfde eigenschappen ten opzichte van de overeenkomstige massa als het wiskundig differentiaal heeft ten opzichte van zijn variabele. Alleen dat wat ons mysterieus en onverklaarbaar lijkt in het differentiaal, in de wiskundige abstractie, wordt hier vanzelfsprekend en, om zo te zeggen, voor de hand liggend.

Met deze differentialen, de moleculen, werkt de natuur nu op precies dezelfde manier en volgens precies dezelfde wetten als de wiskunde met haar abstracte differentialen. Bijvoorbeeld de differentiaal van  $x^3 = 3x^2 dx$ , waarbij  $3x dx^2$  en  $dx^3$  verwaarloosd worden. Als we dit in meetkundig construeren, hebben we een kubus met zijden van lengte  $x$ , waarbij de lengte wordt vergroot met de oneindig kleine grootte  $dx$ . Laten we aannemen dat deze kubus bestaat uit een gesublimeerd element, zeg zwavel; drie zijden zijn beschermd, de andere drie zijn vrij. Als we deze zwavelkubus blootstellen aan een atmosfeer van zwavelgas en de temperatuur ervan voldoende verlagen, zal zich zwavelgas afzetten op de drie vrije zijden van de kubus. We blijven binnen de gewone procedure van fysica en chemie door te veronderstellen, om het proces in zijn zuivere vorm voor te stellen, dat er in de eerste plaats een laag van de dikte van een enkele molecule wordt afgezet op elk van deze drie zijden. De lengte  $x$  van de zijden van de kubus is toegenomen met de diameter van een molecuul  $dx$ . De inhoud van de kubus  $x^3$  is toegenomen met het verschil van  $x^3$  en  $x^3 + 3x^2 dx + 3x dx^2 + dx^3$ , waarbij we  $dx^3$ , één molecuul, en  $3x dx^2$ , drie rijen eenvoudig lineair gerangschikte moleculen van lengte  $x + dx$ , kunnen verwaarlozen, met hetzelfde recht als in de wiskunde. Het resultaat is hetzelfde, de toename van de massa van de kubus is  $3x^2 dx$ .

Strikt genomen komen in het geval van de zwavelkubus  $dx^3$  en  $3x dx^2$  niet voor omdat twee of drie moleculen niet in dezelfde ruimte kunnen zijn en de toename van de massa is dus precies  $3x^2 dx + 3x dx + dx$ .

Dit wordt verklaard door het feit dat in de wiskunde  $dx$  een lineaire grootte is, maar dergelijke lijnen zonder dikte en breedte komen, zoals bekend, in de natuur niet zelfstandig voor, zodat de wiskundige abstracties alleen in de zuivere wiskunde onvoorwaardelijke geldigheid hebben. En



aangezien ook dit  $3xdx^2 + dx^3$  verwaarloost, maakt het dus geen verschil.

Hetzelfde bij verdamping. Als in een glas water de bovenste moleculaire laag verdampt, dan is de hoogte van de waterlaag  $x$  verminderd met  $dx$ , en de voortdurende verdamping van de ene moleculaire laag na de andere is in feite een voortdurende differentiatie. En wanneer de hete damp, door druk en afkoeling, weer wordt gecondenseerd tot water in een vat, en de ene laag moleculen op de andere wordt afgezet (waarbij we de bijkomstige omstandigheden die het proces onzuiver maken buiten beschouwing mogen laten), totdat het vat vol is, dan heeft hier letterlijk een integratie plaatsgevonden, die zich slechts van de mathematische onderscheidt doordat de ene bewust wordt uitgevoerd door het menselijk brein, en de andere onbewust door de natuur.

Maar niet alleen bij de overgang van de vloeibare naar de gasvormige toestand en omgekeerd vinden er processen plaats, die volkomen analoog zijn aan die van de infinitesimaalrekening. Als de beweging van de massa – door een impact – als zodanig teniet is gedaan en is omgezet in warmte, moleculaire beweging, wat is er dan anders gebeurd dan dat de beweging van de massa is gedifferentieerd? En wanneer de moleculaire bewegingen van de stoom, in de cilinder van de stoommachine, bij elkaar opgeteld, de zuiger een bepaalde mate optilt, en de beweging van de massa transformeert, zijn zij dan niet geïntegreerd? De chemie ontbindt de moleculen in atomen, in grootten van kleinere massa en ruimtelijke omvang, maar grootten van dezelfde orde, zodat beide in bepaalde, eindige verhoudingen tot elkaar staan. Alle chemische vergelijkingen die de moleculaire samenstelling van lichamen uitdrukken, zijn dus vormelijk differentiaalvergelijkingen. Maar in werkelijkheid zijn zij reeds geïntegreerd door de atoomgewichten die erin voorkomen. De chemie rekent met differentialen waarvan de onderlinge grootteverhouding bekend is.

Welnu, atomen worden geenszins beschouwd als eenvoudige of zelfs maar als de kleinste bekende deeltjes van materie. Afgezien van de chemie zelf, die meer en meer geneigd is tot de opvatting dat atomen zijn samengesteld, beweert de meerderheid van de natuurkundigen dat de

kosmische ether, die licht- en warmtestraling overbrengt, ook uit discrete deeltjes bestaat, die echter zo klein zijn dat zij zich tot de chemische atomen en fysische moleculen verhouden zoals deze zich tot de mechanische massa's verhouden, d.w.z. als  $d^2x$  tot  $dx$ . Hier hebben we dus, in de nu gangbare opvatting van de constitutie van de materie, ook het differentiaal van de tweede graad, en er is absoluut geen reden waarom iemand aan wie dit genoegen verschaft zich niet zou kunnen voorstellen dat analogieën van  $d^3x$ ,  $d^4x$ , enz. ook nog in de natuur moeten bestaan.

Wat men ook moge denken over de samenstelling van de materie, het is zeker dat zij verdeeld is in een aantal grote, welomschreven groepen van relatieve massa, zodat de leden van elke afzonderlijke groep in welomschreven, eindige massaverhoudingen tot elkaar staan, maar ten opzichte van die van de volgende groepen staan zij in de verhouding van oneindige grootte of kleinheid in wiskundige zin. Het zichtbare sterrenstelsel, het zonnestelsel, de aardse massa's, de moleculen en atomen, tenslotte de etherdeeltjes, vormen elk zo'n groep. Het wijzigt er niets aan, dat wij tussenschakels vinden tussen elke afzonderlijke groep. Zo bevinden zich tussen de massa's van het zonnestelsel en de aardse massa's de asteroïden – waarvan sommige geen grotere diameter hebben dan bv. het vorstendom Reuss, jongere linie – de meteoren, enz. Deze tussenschakels bewijzen alleen maar dat er geen sprong in de natuur bestaat, *juist omdat* de natuur uit niets dan sprongen bestaat.

Zodra de wiskunde met echte grootheden rekt, past zij deze manier van kijken zonder meer toe. De aardse mechanica beschouwt de massa van de aarde reeds als oneindig groot, zoals de astronomie de aardse massa's en hun overeenkomstige meteoren als oneindig klein beschouwt, en evenzo verdwijnen de afstanden en massa's van de planeten van het zonnestelsel zodra zij de constitutie van ons sterrenstelsel voorbij de dichtstbijzijnde vaste sterren onderzoekt. Maar zodra de wiskundigen zich terugtrekken in hun onneembare vesting van abstractie, de zogenaamde zuivere wiskunde, worden al deze analogieën vergeten, wordt de oneindigheid iets totaal mysterieus, en de manier waarop er in de analyse mee wordt gewerkt lijkt iets volstrekt onbegrijpelijk, in tegenspraak met alle ervaring en alle rede.

De dwaasheden en absurditeiten waarmee de wiskundigen hun methode, die vreemd genoeg altijd tot juiste resultaten leidt, meer hebben verontschuldigd dan verklaard, overtreffen de ergste schijnbare en werkelijke fantasieën van bijvoorbeeld de natuurfilosofie van Hegel, waarvoor wiskundigen en natuurwetenschappers hun afschuw niet genoeg kunnen uiten. Wat zij Hegel verwijten, dat hij abstracties tot het uiterste doorvoert, doen zij zelf op een veel grotere schaal. Zij vergeten dat de zogenaamde zuivere wiskunde abstracties hanteert, dat al haar grootheden strikt genomen denkbeeldige grootheden zijn en dat alle abstracties, wanneer zij tot het uiterste worden doorgevoerd, in onzin of in hun tegendeel veranderen. Het wiskundig oneindige is ontleend aan de werkelijkheid, ook al is het onbewust, en kan daarom alleen verklaard worden uit de werkelijkheid en niet uit zichzelf, uit de wiskundige abstractie. En als wij de werkelijkheid hierop onderzoeken, vinden wij, zoals wij hebben gezien, de werkelijke verhoudingen waaraan de wiskundige oneindigheidsverhouding is ontleend, en zelfs de natuurlijke analogieën van de wiskundige manier om deze verhouding te laten werken. En zo is de zaak verklaard.

\*

(Slechte weergave bij Haeckel van de identiteit van denken en zijn. Maar ook *de tegenstelling van ononderbroken en discrete materie*; zie Hegel).

\*

De differentiaalrekening maakt het voor de natuurwetenschappen mogelijk om *processen* wiskundig weer te geven, niet alleen *toestanden*: beweging.

\*

Toepassing van de wiskunde: in de mechanica van vaste lichamen is het absoluut, in die van gassen bij benadering, in die van vloeistoffen al moeilijker; in de natuurkunde meer tentatief en relatief; in de scheikunde, eenvoudige vergelijkingen van de eerste orde en van de eenvoudigste aard; in de biologie = 0

- {1}            *Zie Anti-Dührung,*            p.            32/33.  
{2}            *Zie Anti-Dührung,*            p.            131/132.  
{3} *Zie Anti-Dührung, p. 35.*

## Mechanica en Astronomie

Voorbeeld van de noodzaak van dialectisch denken en van niet-vaste categorieën en verhoudingen in de natuur: de valwet, die reeds na enkele minuten val onjuist wordt, omdat de straal van de aarde dan niet meer foutloos kan worden vastgesteld =  $\infty$ , en de aantrekkingskracht van de aarde toeneemt in plaats van gelijk te blijven, zoals de valwet van Galilei veronderstelt. Toch wordt deze wet nog steeds voortdurend onderwezen, maar het voorbehoud wordt weggelaten!

\*

Newtons aantrekkingskracht en middelpuntvliedende kracht – voorbeeld van metafysisch denken: het probleem is niet opgelost, maar eerst *gesteld*, en dit als oplossing onderwezen. – Dito Clausius' warmteafname.

\*

*Newtoniaanse gravitatie*. Het beste wat ervan kan worden gezegd is dat het de huidige toestand van de planetaire beweging niet verklaart, maar *verduidelijkt*. De beweging is gegeven. Dito de aantrekkingskracht van de zon. Hoe is de beweging met deze gegevens te verklaren? Door het parallellogram van krachten, door een tangentiële kracht die nu een noodzakelijk postulaat wordt dat we *moeten* accepteren. Dat wil zeggen, uitgaande van het *eeuwige karakter* van de bestaande toestand, hebben we een *eerste impuls* nodig, God. Nu is noch de bestaande toestand van de planeten eeuwig, noch oorspronkelijk de beweging een samenstel, maar een *eenvoudige rotatie*, en het hier toegepaste parallellogram van krachten is onjuist, voor zover het niet slechts de onbekende grootte ophelderde die nog gevonden moest worden, de *x*, d.w.z., voor zover Newton beweerde niet eerst de vraag te stellen, maar haar op te lossen.

\*

*Het krachtenparallellogram* in het zonnestelsel van Newton is hoogstens waar voor *het moment dat de*

*torussen [Ringkörper] zich scheiden*, want daar komt de rotatiebeweging in tegenspraak met zichzelf, verschijnt het als een aantrekkingskracht enerzijds en als een tangentiële kracht anderzijds. Maar zodra de scheiding voltooid is, is de beweging weer een eenheid. Dat deze scheiding moet plaatsvinden is een bewijs van het dialectische proces.

\*

De theorie van Laplace gaat alleen uit van bewegende materie – rotatie is noodzakelijk voor alle lichamen die in de ruimte zweven.

### **Mädler, de vaste sterren**

Halley kwam in het begin van de 18e eeuw, op grond van het verschil tussen de gegevens van Hipparchus en Flamsteed over drie sterren, voor het eerst op het idee van de eigen beweging van de sterren (p. 410). – Flamsteeds *British Catalogue*, de eerste redelijk nauwkeurige en volledige (p. 420), daarna rond 1750, Bradley, Maskelyne, en Lalande.

Een dulle *theorie over de reikwijdte van lichtstralen in lichamen van enorme afmetingen* en de daarop gebaseerde berekening van Mädler – een theorie even dol als elke these in Hegels *Naturphilosophie*. (pp. 424-425).

De sterkste (schijnbare) juiste beweging van een ster=701” een eeuw= 11’41” = een derde van de diameter van de zon; kleinste gemiddelde van 921 telescopische sterren 8”, 65, sommige van hen 4”.

De Melkweg is een serie ringen die allen een gemeenschappelijk zwaartepunt hebben (p. 434).

*De Pleiadengroep en daarin Alcyone*, Tauri, centrum van beweging voor ons wereldeiland “tot in de verste regionen van de Melkweg” (p. 448). De omlooptijden binnen de Pleiadengroep zijn gemiddeld ongeveer 2 miljoen jaar (p. 449). De Pleiaden bestaan uit ringvormige groepen die afwisselend arm en rijk zijn aan sterren. – Secchi betwist de mogelijkheid om op dit moment een centrum te bepalen.

Volgens Bessel beschrijven Sirius en Procyon naast de algemene beweging ook een baan rond een *donker* lichaam (p. 450).

*Algol eclips om de 3 dagen, duurt 8 uur, bevestigd door spectrale analyse (Secchi, p. 786).*

In het gebied van de *Melkweg*, maar ver *daarbinnen*, een dichte ring van sterren van 7e-11e grootte; ver buiten deze ring de concentrische Melkwegringen, waarvan wij er 2 zien. In de Melkweg zijn volgens Herschel ongeveer 18 miljoen sterren zichtbaar met zijn telescoop, deze binnen de ring ongeveer 2 miljoen of meer, dus in totaal meer dan 20 miljoen. Bovendien is er in de Melkweg nog steeds een niet op te lossen schijnsel, zelfs achter de gekende sterren, vandaar dat er misschien nog meer ringen verborgen zijn vanwege het perspectief? (pp. 451-452)

*Alcyone* staat 573 lichtjaren ver van de zon. *Diameter van de Melkwegring* van afzonderlijk zichtbare sterren, minstens 8.000 lichtjaren. (pp. 462-463)

De *massa* van lichamen die zich bewegen binnen de straal van de zon-*alcyon* van 573 lichtjaren, berekend op 118 miljoen zonnemassa's (p. 462), komt in het geheel niet overeen met het maximum van 2 miljoen sterren die zich daarbinnen bewegen. Donkere lichamen? Er is in ieder geval iets mis. Een bewijs hoe onvolmaakt onze observaties nog steeds zijn.

Voor de buitenste ring van de Melkweg gaat Mädler uit van een afstand van duizenden, misschien wel honderdduizenden lichtjaren (p. 464).

Mooi argument tegen de vermeende absorptie van licht:

“Er is inderdaad zo'n afstand” (vanwaar geen enkel licht ons bereikt) “maar de reden is heel anders. De snelheid van het licht is eindig; vanaf het begin van de schepping tot onze dagen is een eindige tijd verstreken, en wij kunnen de hemellichamen dus slechts waarnemen

tot de afstand die het licht in die eindige tijd passeert!” (p. 466)

Dat licht, dat in intensiteit afneemt volgens het kwadraat van de afstand, moet een punt bereiken waar het niet meer zichtbaar is voor onze ogen, hoezeer deze laatste ook worden verbeterd en toegerust, is vrij duidelijk, en volstaat voor het weerleggen van het standpunt van Olbers dat alleen lichtabsorptie in staat is om de duisternis van de hemel te verklaren die toch in alle richtingen wordt gevuld met stralende sterren tot op een oneindige afstand. Waarbij niet gezegd is dat er geen afstand is waar de ether *geen licht meer doorlaat*.

\*

*Nevels*. Alle vormen, duidelijk cirkelvormig, elliptisch of onregelmatig en gekarteld. Alle graden van oplosbaarheid, overgaand in totale onoplosbaarheid, waar alleen condensatie in het centrum te onderscheiden is. In sommige van die nevels zijn tot tienduizend sterren te zien, de middelste meestal gecondenseerd, zeer zelden een centrale ster met een grote helderheid. De reuzentelescoop van Rosse heeft er veel waargenomen. Herschel I telt 197 sterrenhopen en 2.300 nevels, waarbij nog de nevels moeten worden geteld die door Herschel II aan de zuidelijke hemel zijn gecatalogiseerd. – De onregelmatige *moeten verre wereldeilanden* zijn, omdat de dampmassa's alleen in evenwicht kunnen bestaan in bolvormige of ellipsoïde vorm. De meeste zijn maar net zichtbaar met de sterkste telescopen. De ronde kunnen hoogstens dampmassa's zijn, het zijn er 78 van de 2.500. Herschel gaat uit van 2 miljoen, Mädler – uitgaande van een reële diameter gelijk aan 8.000 lichtjaren – 30 miljoen lichtjaren ver van ons vandaan. Omdat de afstand van elk astronomisch systeem van lichamen tot het volgende minstens honderd keer zo groot is als de diameter van het systeem, zou de afstand van ons wereldeiland tot het volgende minstens 50 keer zo groot zijn als 8.000 lichtjaren = 400.000 lichtjaren, in welk geval we met de enkele duizenden nevels ver voorbij de 2 miljoen komen van Herschel I (Mädler, loc cit., p. 485-492).

*Secchi*:



“De nevels die kunnen worden opgelost geven een continu en een gewoon stellair spectrum. De eigenlijke nevels geven echter gedeeltelijk een continu spectrum, zoals de nevels in Andromeda, maar meestal een spectrum dat bestaat uit één of zeer weinig heldere lijnen, zoals de nevels in Orion, Sagittarius, Lyra, en het grote aantal nevels dat bekend staat onder de naam “planetaire” (rondachtige) “nevels”. (p. 787)

(De Andromedanevel is volgens Mädler, p. 495, onoplosbaar. – De Orionnevel is onregelmatig, vlokkig en steekt als het ware de armen uit, p. 495. – Lyra en het Zuiderkruis zijn slechts licht elliptisch, p. 498).

Huggins vond in het spectrum van nevel nr. 4374 (Herschel-catalogus) drie heldere lijnen; “Hieruit volgde onmiddellijk dat deze nevelvlek niet bestaat uit een cluster van individuele sterren, maar een *echte* [cursief van Engels] nevel is, een gloeiende substantie in gasvormige toestand.” [p. 787]

De lijnen zijn van stikstof (1) en waterstof (1), de derde is onbekend. Hetzelfde geldt voor de Orionnevel. Zelfs nevels die lichtgevende punten bevatten (Waterslang, Boogschutter) hebben deze heldere lijnen, zodat de verzamelde stellaire massa's nog niet vast of vloeibaar zijn (p. 789) Lyra slechts een stikstoflijn (p. 789). – Orionnevel 1° dichtste deel, gehele omvang 4° [p. 790-791].

Secchi: *Sirius*:

“Elf jaar later (na de berekening van Bessel, Mädler, p. 450) ... werd niet alleen de satelliet van Sirius ontdekt in de vorm van een zelflichtende ster van de zesde grootte, maar werd ook aangetoond dat zijn baan samenvalt met die berekend door Bessel. Sindsdien is de baan ook voor Procyon en zijn metgezel bepaald

door Auwers, hoewel de satelliet zelf nog niet gezien is” (p. 793).

Secchi: Vaste sterren:

Omdat de vaste sterren, met uitzondering van twee of drie, geen waarneembare parallax hebben, zijn ze minstens zo'n 30 lichtjaren van ons verwijderd (p. 799).

Volgens Secchi zijn de sterren van de 16e grootte (nog steeds te onderscheiden in de grote telescoop van Herschel) 7.560 lichtjaren ver weg, die in de telescoop van Rosse zijn minstens 20.900 lichtjaren ver weg (p. 802).

Secchi (p. 810) vraagt:

Als de zon en het hele systeem zijn gestorven, “zijn er dan krachten in de natuur die het dode systeem in zijn oorspronkelijke staat van gloeiende nevel kunnen herstellen en weer tot nieuw leven kunnen wekken? We weten het niet.”

\*

Secchi en de paus.

\*

*Descartes ontdekte* dat eb en vloed wordt veroorzaakt door de aantrekkingskracht van de maan. Dito tegelijk met Snellius de fundamentele wet van lichtbreking {1} en dat in een vorm die hem eigen is en verschilt van die van Snellius.

\*

Mayer, *Mechanische Theorie der Wärme*, p. 328. Kant heeft al verklaard dat eb en vloed een vertragend effect hebben op de draaiende aarde. (Adams berekening dat de duur van de siderische dag nu met  $\frac{1}{100}$  seconde toeneemt in 1000 jaar).

{1} In de marge van het handschrift: “Betwist [door] Wolf, p. 325”.

## Fysica

*Schok en wrijving.* De mechanica beschouwt het effect van de schok *louter als een actie* [vorgehend]. Maar in werkelijkheid gaat het er anders aan toe. Bij elke botsing wordt een deel van de mechanische beweging omgezet in warmte, en wrijving is niets anders dan een vorm van botsing, waarbij voortdurend mechanische beweging in warmte wordt omgezet (vuur door wrijving bekend uit de oertijd).

\*

*Het verbruik van kinetische energie* als zodanig binnen de dynamica is altijd dubbel en heeft een dubbel resultaat: 1. de verrichte kinetische arbeid levert een overeenkomstige hoeveelheid potentiële energie, maar altijd minder dan de aangewende kinetische energie; 2. Het overwinnen van – naast zwaartekracht – van wrijving enz., weerstanden, die de rest van de verbruikte kinetische energie omzetten in warmte. – Ook zo bij het terug veranderen: afhankelijk van de manier waarop dit gebeurt, wordt een deel van het verlies door wrijving, enz., als warmte afgevoerd – en dat is allemaal eeuwenoud!

\*

De eerste naïeve zienswijze is meestal correcter dan de latere metafysische. Zo zei *Bacon* al (en na hem Boyle, Newton, en bijna alle Engelsen) dat warmte beweging is (Boyle zei zelfs moleculaire beweging). Pas in de 18e eeuw verscheen in

Frankrijk de *Calorique* [de warmtestof], die min of meer op het continent werd aanvaard.

Warmtestof

\*

*Behoud van energie.* De *kwantitatieve* onveranderlijkheid van beweging die reeds door Descartes werd geformuleerd, en bijna in dezelfde bewoordingen als nu door ? (Clausius, Robert Mayer?) Anderzijds is de verandering van de vorm van de beweging pas sinds 1842 ontdekt, en dit, niet de wet van de kwantitatieve onveranderlijkheid, is het nieuwe.

\*

*Kracht en behoud van kracht.* Te citeren, de passages van J. R. Mayer in zijn twee eerste essays tegen Helmholtz.

\*

*Kracht.*{1} – Hegel (*Geschiede der Philosophie*, 1, p. 208) zegt:

“Het is beter om te zeggen dat een magneet een ziel heeft” (zoals Thales het uitdrukt) “dan dat het een *aantrekkingskracht* heeft; kracht is een soort eigenschap die, *scheidbaar van de materie*, naar voren wordt gebracht als een predikaat – terwijl de ziel, aan de andere kant, *deze beweging zelf is, identiek aan de aard van de materie.*”  
[cursief van Engels]

\*

Wanneer Hegel kracht en manifestatie, oorzaak en gevolg, als identiek opvat, wordt dit bewezen in de vormverandering van de materie, waar de gelijkwaardigheid wiskundig wordt aangetoond. Al eerder erkend in de meting. De kracht gemeten door verschijningsvorm, oorzaak en gevolg.

\*

*Kracht.* Indien een beweging van het ene lichaam op het andere wordt overgebracht, kan de beweging, *voor zover zij wordt overgebracht*, [en] actief is, worden opgevat als de oorzaak van de beweging, *voor zover zij wordt overgebracht*, [en] passief is, en dan verschijnt deze oorzaak, de actieve beweging, als een *kracht*, de passieve als *uitdrukking*. Volgens de wet van de onverwoestbaarheid van de beweging volgt uit zichzelf dat de kracht precies even groot is als de uitdrukking ervan, omdat het *dezelfde beweging* is in het ene als in het andere. Maar beweging die wordt overgebracht is min of meer kwantificeerbaar, omdat zij voorkomt in twee lichamen, waarvan er een kan dienen als meeteenheid om de beweging van het andere te meten. De meetbaarheid van beweging geeft de categorie *kracht* haar waarde; anders heeft zij geen waarde. Vandaar dat hoe meer dit het geval is, hoe meer de categorieën van kracht en de manifestatie ervan bruikbaar zijn in onderzoek. Daarom, vooral in de mechanica, waar krachten nog verder worden ontleed, worden zij beschouwd als samengesteld, en zo worden soms nieuwe resultaten verkregen, hoewel men niet mag vergeten dat dit slechts een operatie in het hoofd is; door de analogie van werkelijk samengestelde krachten, zoals uitgedrukt in het parallellogram van krachten, toe te passen op werkelijk eenvoudige krachten, zijn zij daardoor nog niet werkelijk samengesteld. Net zo in de statica. Vervolgens bij de omzetting van andere vormen van beweging in mechanische (warmte, elektriciteit, magnetisme in het geval van aantrekking door ijzer), waarbij de oorspronkelijke beweging kan worden afgemeten aan het geproduceerde mechanische effect. Maar hier, waar verschillende vormen van beweging tegelijkertijd worden beschouwd, staat de beperking of verkorting van de categorie *kracht*, al vast. Geen enkele fatsoenlijke natuurkundige zal elektriciteit, magnetisme, warmte alleen maar *krachten* noemen, net zomin als *materie* of *imponderabilia*. *Indien wij weten hoeveel warmte wordt omgezet in een bepaalde hoeveelheid mechanische beweging, weten wij in het geheel niets van de aard van de warmte, hoe noodzakelijk het onderzoek van deze omzetting ook moge zijn voor de bestudering van deze aard van de warmte.* Het begrijpen als een vorm van beweging is de laatste vooruitgang in de fysica, en daarmee is de categorie van kracht in haar afgeschaft: in bepaalde verhoudingen – die van de overgang – kunnen zij [de verschillende vormen van

beweging] als krachten verschijnen en kunnen zij op die manier worden gemeten. Dus de warmte als gevolg van de uitzetting van een verhit lichaam. Indien de warmte niet overging van het ene lichaam naar het andere – de maatstaf – d.w.z. indien de warmte van het maatstaf-lichaam niet veranderde, dan zou er geen sprake zijn van meting, van een verandering in grootte. Men zegt eenvoudig: warmte zet een lichaam uit, in plaats van: warmte heeft de kracht om lichamen uit te zetten, dat zou een tautologie zijn, en te zeggen: warmte is de kracht die lichamen uitzet, zou niet juist zijn, aangezien 1. uitzetting, bv. van gassen, komt ook op een andere manier tot stand, en 2. warmte niet uitputtend wordt gekarakteriseerd op deze manier.

Sommige scheikundigen spreken ook van chemische kracht als datgene wat verbindingen maakt en bij elkaar houdt. Hier is echter geen sprake van een echte overdracht, maar van een combinatie van de beweging van verschillende lichamen tot één geheel, en dus bereikt de “kracht” hier zijn grens. Het is echter nog steeds meetbaar door de warmteproductie, maar tot nu toe zonder veel resultaat. Hier wordt het zuiver een frase, zoals overal waar men, in plaats van niet-onderzochte bewegingsvormen te onderzoeken, een zogenaamde kracht verzint om ze te verklaren (bv. het drijven van hout op water verklaart men uit een zwemkracht – brekingskracht in het licht, enz.), waar men dan evenveel krachten krijgt als onverklaarde verschijnselen, en waar men alleen maar de uiterlijke verschijningsvorm in een zuivere frase vertaalde. (Aantrekking en afstoting zijn gemakkelijker te verontschuldigen; hier worden een aantal voor de natuurkundige onverklaarbare fenomenen omarmd onder een gemeenschappelijke naam, die een flauw vermoeden van innerlijke verbondenheid geeft).

Tenslotte, in de organische natuur, is de categorie kracht volledig inadequaat, en toch altijd toegepast. Het is waar dat de werking van de spieren volgens hun mechanische werking spierkracht genoemd, en gemeten, kan worden; men kan zelfs andere meetbare functies als krachten beschouwen, bv. de verteringscapaciteit van de verschillende magen, maar dit wordt al gauw een ad absurdum (bv. zenuwachtigheid [Nervenkracht]), en in ieder geval kan men hier slechts in zeer beperkte en figuurlijke zin van krachten spreken (de gewone

uitdrukking, op krachten komen). Maar deze onbetamelijkheid heeft ons ertoe gebracht te spreken van levenskracht. Als dat betekent dat in het organische lichaam, de bewegingsvorm anders is dan de mechanische, fysische en chemische vorm, en dit gesublimeerd bevat, dan is dit een triviale uitspraak, vooral omdat de kracht – die de overdracht van beweging veronderstelt – hier verschijnt als iets dat van buitenaf in het organisme wordt gebracht, er niet inherent aan is, er onafscheidelijk van is, en dat is de reden dat de levenskracht het laatste toevluchtsoord was voor allen die in het supernaturalisme geloven.

Gebrek: 1. de kracht die gewoonlijk als onafhankelijk bestaan wordt behandeld. (Hegel, *Naturphilosophie*, p. 79)

2. De *latente* kracht, *in rust* – te verklaren uit de relatie tussen beweging en rust (inertie, evenwicht), met krachten die vragen om behandeld te worden.

\*

*Kracht* (zie hoger). De overdracht van de beweging vindt natuurlijk alleen plaats wanneer *alle* verschillende voorwaarden aanwezig zijn, die vaak gevarieerd en complex zijn, vooral bij machines (de stoommachine, het geweer met grendel, de trekker, slaghoed en buskruit). Ontbreekt er *één*, dan vindt de overdracht niet plaats, tot die voorwaarde is vervuld. In dat geval kan men zich voorstellen dat de kracht eerst moet worden *opgewekt* door de introductie van deze laatste voorwaarde, alsof deze *latent* in een lichaam bestaat, de zogenaamde krachtdrager (buskruit, steenkool), terwijl in werkelijkheid niet alleen dit lichaam maar alle andere voorwaarden aanwezig moeten zijn om juist deze bijzondere overdracht te realiseren. –

Het idee van kracht komt tot ons door het feit dat wij in ons eigen lichaam middelen bezitten om bewegingen over te brengen die binnen bepaalde grenzen door onze wil in beweging kunnen worden gebracht, in het bijzonder de spieren van de armen, waarmee wij mechanische plaatsveranderingen teweegbrengen, andere lichamen in beweging brengen, tillen, dragen, werpen, slaan, enz., wat resulteert in duidelijk nuttige effecten. De beweging lijkt hier te worden voortgebracht, niet overgebracht, en dit geeft

aanleiding tot het idee dat kracht *beweging voortbrengt*. Dat spierkracht ook alleen maar overdracht is, is nu pas fysiologisch bewezen.

\*

*Kracht*. De negatieve kant moet ook geanalyseerd worden: de weerstand tegen de overdracht van de beweging.

\*

*Warmtestraling in de ruimte*. Alle hypothesen van Lavrov voor de vernieuwing van dode hemellichamen (blz. 109) omvatten verlies van beweging. De eenmaal uitgestraalde warmte, d.w.z. het oneindig grote deel van de oorspronkelijke beweging, is en blijft verloren. Helmholtz tot nu toe <sup>453</sup>/<sub>454</sub>. Zo komt men uiteindelijk toch bij de uitputting en het staken van de beweging. De vraag is pas definitief opgelost als aangetoond is hoe de in de ruimte uitgestraalde warmte weer kan worden gebruikt. De leer van de verandering van de beweging stelt deze vraag absoluut, en men kan er niet omheen door gemakzuchtig afwisselend te prolongeren en zich eraan te onttrekken. Maar dat tegelijkertijd de voorwaarden voor hun oplossing gegeven zijn – c'est autre chose [dat is een andere kwestie]. De transformatie van beweging en de onverwoestbaarheid ervan werden nauwelijks 30 jaar geleden ontdekt, en pas recent zijn de gevolgen ervan verder ontwikkeld en toegepast. De vraag wat er gebeurt met de schijnbaar verloren warmte is, om zo te zeggen, pas sinds 1867 (Clausius) nettement posée [duidelijk gesteld]. Geen wonder dat het nog niet is opgelost; het kan nog lang duren voor we er met onze weinige middelen komen. Maar het zal worden opgelost, net zoals het zeker is dat er in de natuur geen wonderen gebeuren, en dat de oorspronkelijke warmte van de nevelvlek niet op miraculeuze wijze van buiten het heelal wordt doorgegeven. Evenmin helpt de algemene bewering dat de hoeveelheid beweging oneindig, d.w.z. onuitputtelijk is, ons over de moeilijkheden van elk afzonderlijk geval; ook brengt het geen herleving van uitgestorven werelden, behalve in de gevallen die in de bovenstaande hypothesen zijn voorzien en die altijd verband houden met verlies van kracht, dus alleen tijdelijke gevallen. De kringloop is niet ontdekt en zal niet worden ontdekt totdat de herbruikbaarheid van de warmtestraling is ontdekt.



\*

Clausius – if correct [als ik hem goed begrijp] – bewijst dat de wereld geschapen is, ergo, dat materie te creëren is, ergo, dat zij vernietigbaar is, ergo, dat kracht resp. beweging ook te creëren en te vernietigen is, ergo, dat de hele leer van het “behoud van kracht” onzin is, ergo, dat al zijn conclusies daaruit ook onzin zijn.

\*

*Clausius, II. stelling enz.,* hoe deze ook is geformuleerd, energie is voor hem verloren, kwalitatief zo niet kwantitatief. *Entropie kan niet op natuurlijke wijze worden vernietigd, maar het kan wel worden gemaakt.* De wereldklok moet worden opgewonden, dan loopt zij terug tot zij in evenwicht komt, vanwaar alleen een wonder haar weer in beweging kan brengen. De voor het opwinden gebruikte energie is verdwenen, althans kwalitatief, en kan alleen nog door een *impuls van buitenaf* worden opgewekt. Dus de impuls van buitenaf was ook in het begin nodig, daarom is het kwantum van de beweging resp. energie in het heelal niet altijd hetzelfde, daarom moet energie geschapen zijn, daarom moet het scheppend zijn, daarom moet het vernietigbaar zijn. Ad absurdum!

\*

Conclusie voor Thomson, Clausius, Loschmidt: *de omslag bestaat erin dat de afstoting zichzelf afstoot en zo terugkeert uit het medium naar de dode hemellichamen.* Maar hierin ligt ook het bewijs dat afstoting eigenlijk de *actieve* kant van beweging is, de aantrekking de *passieve*.

\*

Bij de beweging van gassen – in het proces van verdamping – gaat de beweging van massa’s direct over in moleculaire beweging. Hier moet dus de overgang worden gemaakt.

\*

Aggregatietoestanden – knooppunten waar kwantitatieve verandering overgaat in kwalitatieve.

\*

Cohesie – reeds negatief bij gassen – verandering van aantrekking in *afstoting*, dit alleen reëel bij gas en ether (?).

\*

Bij absolute 0° is geen gas mogelijk, alle beweging van de moleculen is gestopt, de geringste druk, d.w.z. hun eigen aantrekkingskracht, duwt hen samen. Daarom is een permanent gas een *onding*.

\*

$mv^2$  is ook voor gasmoleculen bewezen door de kinetische theorie van gassen. Vandaar dat er voor de moleculaire beweging dezelfde wet is als voor de beweging van de massa's: het verschil tussen de twee is hier opgeheven.

\*

*De kinetische theorie* moet bewijzen hoe moleculen, die naar boven streven, tegelijkertijd een neerwaartse druk kunnen uitoefenen en, in de veronderstelling dat de atmosfeer min of meer permanent is ten opzichte van de ruimte, zich ondanks de zwaartekracht van het middelpunt van de aarde kunnen verwijderen, maar niettemin, op een bepaalde afstand, nadat de zwaartekracht volgens het kwadraat van de afstanden is afgenomen, erdoor gedwongen kunnen worden tot rust of omkeren.

\*

*De kinetische gastheorie:*

“In een perfect gas liggen de moleculen al zo ver uit elkaar dat hun onderlinge werking verwaarloosd kan worden.”  
(Clausius, p. 6)

*Wat vult de tussenruimte op? Dito ether. Dus hier het postulaat van een materie, die niet ingedeeld is in moleculaire- of atoomcellen.*

\*

Tegenstelling in de theoretische ontwikkeling. Van horror vacui gaat men onmiddellijk over op de absoluut lege ruimte, pas daarna de *ether*.

\*

*Ether*. Als de ether al weerstand biedt, moet hij ook weerstand bieden aan *licht* en dus ondoordringbaar zijn voor licht op een bepaalde afstand. Maar het feit dat de ether het licht *voortplant*, dat het zijn *medium* is, houdt noodzakelijkerwijs in dat het ook weerstand biedt aan het licht, anders zou het licht het niet in trilling kunnen brengen. – Dit is de oplossing van de controversiële kwesties door Mädler opgeworpen en door Lavrov vermeld.

*Licht en duisternis* zijn zeker de meest opvallende en duidelijke tegenstellingen in de natuur; ze hebben altijd gediend als retorische uitdrukking voor religie en filosofie vanaf de tijd van het vierde Evangelie tot aan de *lumières* [de Verlichting] van de achttiende eeuw.

Fick, p. 9: “de lang geleden in de natuurkunde strikt bewezen stelling ... dat de bewegingsvorm die wij warmtestraling noemen, in alle essentiële opzichten identiek is aan de bewegingsvorm die wij licht noemen.” [cursief van Engels] Clerk Maxwell, p. 14: “Deze stralen” (of radiant heat [van warmtestraling]) “hebben alle fysische eigenschappen van lichtstralen en zijn in staat tot reflectie, enz. ... sommige van de warmtestralen zijn identiek aan lichtstralen, terwijl andere soorten warmtestralen geen gewaarwording geven aan onze ogen.”

Er zijn dus *donkere* lichtstralen, en de beroemde tegenstelling van licht en duisternis verdwijnt als een absolute tegenstelling uit de natuurwetenschap. Overigens veroorzaken de donkerste duisternis en het felste, meest verblindende licht hetzelfde *verblindende effect* op onze ogen en zijn ook op deze manier identiek *voor ons*. – De zaak [is] dit: afhankelijk van de lengte van de trilling, hebben de

zonnestralen verschillende effecten; die van de grootste golflengte zenden warmte uit, die van het gemiddelde, licht, en de minste, een chemische werking (Secchi, p. 632 e.v.), waarbij de maxima van de drie werkingen dicht bij elkaar liggen en de *binnenste* minima van de buitenste stralengroepen samenvallen in hun actie in de lichtgroep. Wat licht is en wat geen licht is, hangt af van de structuur van het oog. Nachtdieren kunnen misschien nog wel een deel van de chemische stralen zien, maar niet de warmtestraling, omdat hun ogen zijn aangepast aan kortere golflengten dan de onze. De moeilijkheid vervalt indien wij, in plaats van drie soorten stralen, slechts één aannemen (en wetenschappelijk kennen wij er slechts één, al het andere is een overhaaste conclusie), die verschillende effecten hebben naar gelang van de golflengte, maar verenigbaar zijn binnen nauwe grenzen.

\*

Hegel construeert de theorie van licht en kleur vanuit het zuivere denken, en vervalt daarbij in *het lompste empirisme* van de huisbakken filistijnse ervaring (zij het met enige rechtvaardiging, want dit punt was toen nog niet opgehelderd), bv. wanneer hij tegen Newton de kleurenmengsels van de schilders opsomt (p. 314 hieronder).

\*

*Elektriciteit.* Over Thomsons roversverhalen, cf. Hegel, [*Naturphilosophie*] pp. 346-47, met precies hetzelfde. – Aan de andere kant ziet Hegel wrijvingselectriciteit al duidelijk als *spanning*, in tegenstelling tot de vloeistoftheorie en de theorie van de elektrische materie (p. 347).

\*

[Nu volgt er tekst waar Engels zijn Duitse zinnen doorweeft met Engelse woorden, zie hiervoor de inleiding van Haldane. Voor eenvoud en comfort wordt dit niet gereproduceerd.]

Wanneer Coulomb spreekt over “elektrische *deeltjes* die elkaar in omgekeerde richting afstoten als het kwadraat van hun afstand”, aanvaardt Thomson dit onbekommerd als bewezen (p. 358). Dito p. 366, de hypothese dat electriciteit bestaat uit “twee stromen, positief en negatief”, waarvan de

“deeltjes elkaar afstoten”. Dat elektriciteit in een geladen lichaam wordt behouden louter door de druk van de atmosfeer (p. 360). Faraday plaatste de elektriciteit in de tegenovergestelde polen van atomen (of moleculen, wat nog steeds erg verwarrend is) en drukte zo voor het eerst uit dat elektriciteit geen vloeistof was, maar een vorm van beweging, “kracht” (p. 378). Wat de oude Thomson helemaal niet kan begrijpen, dat is dat het juist de vonk is die *materieel* van aard is!

Faraday had reeds in 1822 ontdekt dat de kortstondige geïnduceerde stroom – zowel de eerste als de tweede, omgekeerde stroom – “meer deelneemt aan de stroom die wordt geproduceerd door de ontlading van de Leidse fles dan die van de voltaïsche batterij” – hierin ligt het hele geheim (p. 385).

De *vonk* is het onderwerp geweest van allerlei broodjeaapverhalen, die nu bekend staan als speciale gevallen of illusies: de vonk van een positief lichaam zou een “bundel van stralen, kwast of kegel” zijn, waarvan de punt een ontladingspunt is; terwijl de negatieve vonk een “*ster*” is (p. 396). Een korte vonk is altijd wit, een lange meestal roodachtig of paars (leuke onzin van Faraday over de vonk, p. 400). De vonk die door de primaire geleider werd opgewekt met een metaal was wit, met de hand paars, met water rood (blz. 405). De vonk, d.w.z. het licht, zou “niet inherent zijn aan elektriciteit, maar slechts het resultaat zijn van de *compressie* van de lucht. Dat de lucht hevig en plotseling wordt *samengedrukt* wanneer er een elektrische vonk doorheen gaat, wordt bewezen door het experiment van Kinnersley in Philadelphia, volgens hetwelk de vonk plotseling een *verdunning* van de lucht in de buis teweegbrengt en het water erin duwt (p. 407). In Duitsland geloofden Winterl en anderen 30 jaar geleden dat de vonk, oftewel het elektrische licht, “van dezelfde aard was als *vuur*” en ontstaat door de samenvoeging van twee elektrische verbindingen. [cursief van Engels] Terwijl Thomson ronduit bewijst dat de plaats waar de twee electriciteiten zich verenigen juist de plaats is waar het minste licht is, en dat is  $\frac{2}{3}$  van het positieve en  $\frac{1}{3}$  van het negatieve resultaat! (pp. 409-410) Dat het vuur hier nog steeds iets *mythisch* is, is duidelijk.

Met dezelfde ernst [citeert Thomson] de experimenten van Dessaignes, volgens welke, wanneer de barometer stijgt en de temperatuur daalt, glas, hars, zijde, enz. negatief elektrisch worden door onderdompeling in kwik, maar positief wanneer de barometer daalt en de temperatuur stijgt, en in de zomer altijd positief worden in onzuiver kwik, en negatief in zuiver; dat goud en verschillende andere metalen positief worden in de zomer door verhitting, en negatief bij afkoeling, en omgekeerd in de winter; dat zij buitengewoon elektrisch zijn bij hoge barometer en noordenwind, positief wanneer de temperatuur stijgt, en negatief wanneer deze daalt, enz. (p. 416).

Hoe men keek naar *warmte*: “Om thermo-elektrische effecten te produceren is het niet nodig om warmte toe te passen. Elk ding *dat de temperatuur* in een deel van de keten *verandert...* geeft aanleiding tot een afwijking in de declinatie van de magneet.” [cursief van Engels] Dus afkoeling van een metaal door ijs of verdamping van ether! (p. 419)

De elektrochemische theorie (p. 438) wordt geaccepteerd als buitengewoon ingenieus en aannemelijk.

Fabroni en Wollaston hadden reeds lang, en meer recent Faraday, beweerd dat voltaïsche elektriciteit eenvoudig het gevolg is van chemische processen, en Faraday had zelfs de juiste verklaring gegeven van de atoomverplaatsing die in de vloeistof optreedt en vastgesteld dat het kwantum van elektriciteit wordt afgemeten aan het kwantum van het elektrolytische product.

Met de hulp van Faraday, voltooit hij de wet:

“dat elk atoom natuurlijk omgeven moet zijn door dezelfde hoeveelheid elektriciteit, *zodat in dit opzicht warmte en elektriciteit gelijk zijn!*” [cursief van Engels] (p. 454)

\*

*Statische en dynamische elektriciteit.* Statische of wrijvingselectriciteit is het in spanning brengen van de elektriciteit die *al in de natuur aanwezig* is in de *vorm* van

elektriciteit maar in een evenwichtige, neutrale toestand. Het opheffen van deze spanning gebeurt dus ook – indien en voor zover de elektriciteit zich kan voortzetten – met één klap, de vonk, die de neutrale toestand herstelt.

Dynamische of voltaïsche elektriciteit daarentegen is de elektriciteit die ontstaat door de omzetting van chemische beweging in elektriciteit. Onder bepaalde voorwaarden wordt het geproduceerd door de oplossing van zink, koper, enz. Hier is de spanning niet acuut, maar chronisch. Op elk moment wordt nieuwe + en – elektriciteit geproduceerd uit een andere bewegingsvorm, en niet reeds bestaande  $\pm$  elektriciteit gescheiden in + en –. Het proces is een continu proces, en dus ook het resultaat, elektriciteit, neemt niet de vorm aan van onmiddellijke spanning en ontlading, maar van een continue stroom die aan de polen kan worden omgezet in de chemische beweging waaruit het is ontstaan, een proces dat elektrolyse wordt genoemd. Bij dit proces, evenals bij de opwekking van elektriciteit uit chemische samenstelling (waarbij elektriciteit vrijkomt in plaats van warmte, en evenveel elektriciteit als warmte onder andere omstandigheden vrijkomt, Guthrie, p. 210), kan men de stroom in de vloeistof volgen (atoomverandering in de naburige moleculen – dit is de stroom).

Deze elektriciteit, die het karakter van een stroom heeft, kan om die reden niet direct worden omgezet in statische elektriciteit [Spannungselektrizität]. Maar door middel van inductie kan reeds als zodanig bestaande neutrale elektriciteit niet-neutraal worden [deneutralisiert]. Het ligt in de aard der zaak dat de geïnduceerde de geïnduceerde zal moeten volgen, dus zal het ook stromen. Aan de andere kant bestaat hier natuurlijk de mogelijkheid om de stroom te condenseren en om te zetten in spanningselektriciteit, of liever in een hogere vorm die de eigenschap van stroom met die van spanning verenigt. Dit wordt opgelost door de machine van Ruhmkorff. Het zorgt voor een inductiestroom, waarmee dit resultaat wordt bereikt.

\*

Een mooi voorbeeld van de dialectiek van de natuur is de manier waarop volgens de huidige theorie de *afstoting van gelijke* magnetische polen wordt verklaard uit

de *aantrekking* van gelijke elektrische stromen, (Guthrie, p. 264).

\*

*Elektrochemie*. Wanneer Wiedemann het effect van de elektrische vonk op chemische ontbinding en nieuwvorming [Neubildung – maar niet in de medische zin] beschrijft, legt hij uit dat dit meer een zaak voor de chemie is. In hetzelfde geval verklaren de chemici dat dit meer een zaak voor de fysica is. Op het raakpunt van moleculaire en atomaire wetenschap verklaren beide zich dus onbekwaam, terwijl juist daar *de grootste resultaten te verwachten zijn*.

\*

Wrijving en schokken brengen een *interne beweging* van de betrokken lichamen teweeg, een moleculaire beweging, onderscheiden als warmte, elektriciteit, enz. *Deze beweging is echter slechts tijdelijk: Cessante causa cessat effectus* [Met het ophouden van de oorzaak houdt ook het gevolg op]. In een bepaald stadium gaan ze allemaal over in een *permanente moleculaire verandering, de chemische*.

{1} Engels gebruikte deze notitie in het hoofdstuk “Basisvormen van de beweging”.



## Chemie

De opvatting van een werkelijk *chemisch uniforme materie* – hoe oud ook – komt geheel overeen met de tot aan Lavoisier nog wijd verbreide kinderlijke opvatting, dat de chemische verwantschap van twee lichamen berustte op het feit dat zij elk een gemeenschappelijk derde lichaam bevatten (Kopp, *Entwicklung*, p. 105.)

\*

Hoe oude, handige methoden, aangepast aan de tot dan toe gebruikelijke praktijk, worden doorgegeven aan andere takken en daar een belemmering vormen: in de chemie, de procentrekening van de samenstellingen, die was de meest geschikte methode om de constante verhouding van samenstellingen en de meervoudige verhoudingen onvindbaar te maken, en deze lang genoeg onvindbaar heeft gemaakt.

\*

Een nieuw tijdperk begint in de scheikunde met de atomistiek (Dalton, niet Lavoisier, is dus de vader van de moderne chemie) en dienovereenkomstig in de fysica met de moleculaire theorie (in een andere vorm, maar in wezen slechts de keerzijde van dit proces, met de ontdekking van de transformatie van de bewegingsvormen). De nieuwe atomistiek verschilt van alle vroegere in die zin dat zij niet beweert (afgezien van ezels) dat materie *louter* discreet is, maar dat de discrete delen van verschillende niveaus (etheratomen, chemische atomen, massa's, hemellichamen) verschillende knooppunten zijn, die verschillende *kwalitatieve* bestaanswijzen van de algemene

materie bepalen – tot en met gewichtloosheid [Nichtschrwersein] en afstoting toe.

\*

*Overgang van kwantiteit in kwaliteit:* het eenvoudigste voorbeeld is *zuurstof* en *ozon*, waarbij 2 : 3 heel andere eigenschappen oplevert, zelfs met betrekking tot geur. Ook de andere allotrope lichamen worden door de scheikunde slechts verklaard door het verschillend aantal atomen in de moleculen.

\*

De betekenis van *namen*. In de organische scheikunde wordt de betekenis van een lichaam en dus ook de naam ervan niet meer bepaald door zijn samenstelling alleen, maar door de plaats die het inneemt in de *reeks* waartoe het behoort. Wanneer men dus vaststelt dat een lichaam tot een dergelijke reeks behoort, wordt de oude naam ervan een beletsel voor het begrip en moet deze worden vervangen door een *soortnaam* (paraffines, enz.).

## Biologie

*Reactie.* Het mechanische, fysieke ( alias warmte, enz.) put zichzelf uit bij elke reactie. Het chemische verandert de samenstelling van het reagerende lichaam en vernieuwt zich alleen wanneer nieuwe hoeveelheden van hetzelfde worden toegevoegd. Alleen het organische lichaam reageert zelfstandig – natuurlijk binnen zijn recuperatievermogen (slaap) [Kraftsphäre] en onder voorwaarde van toevoer van voedsel – maar deze toevoer van voedsel werkt pas nadat het is geassimileerd, niet onmiddellijk zoals bij lagere stadia, zodat hier het organische lichaam een eigen reactievermogen heeft, de nieuwe reactie moet erdoor bemiddeld worden.

\*

*Leven en dood.* Ook nu nog wordt geen enkele fysiologie als wetenschappelijk beschouwd, die de dood niet opvat als een wezenlijk moment van het leven (noot: Hegel, *Enzyklopädie*, I, pp. 152-53), de *negatie* van het leven als wezenlijk vervat in het leven zelf, zodat het leven altijd wordt opgevat met verwijzing naar zijn noodzakelijk resultaat, dat steeds ligt in de kiem ervan, de dood. De dialectische opvatting van het leven is niets anders dan dit. Maar wie dit eenmaal begrepen heeft, voor hem valt alle gepraat over de onsterfelijke ziel weg. De dood is ofwel de ontbinding van het organische lichaam, dat niets anders achterlaat dan de chemische bestanddelen die zijn substantie vormden, ofwel laat hij een levensprincipe achter, min of meer een ziel, die alle levende organismen overleeft, niet alleen de mens. Hier is dus een

eenvoudige opheldering door middel van dialectiek over de aard van leven en dood voldoende om een eeuwenoud bijgeloof uit de wereld te helpen. Leven betekent sterven.

\*

*Generatio aequivoca*. [spontane generatie] Alle onderzoeken tot nu toe: in vloeistoffen die organisch materiaal in ontbinding bevatten en toegankelijk zijn voor lucht, ontstaan lagere organismen, protisten, schimmels, infusoriën. Waar komen ze vandaan? Zijn ze ontstaan door *generatio aequivoca*, of door kiemen uit de atmosfeer? Het onderzoek beperkt zich dus tot een vrij beperkt gebied, tot de kwestie van plasmogonie [hypothese van spontane generatie uit dood organisch materiaal].

De veronderstelling dat nieuwe levende organismen kunnen ontstaan uit ontbinding van anderen behoort in wezen tot het tijdperk van de onveranderlijke soorten. In die tijd moest men aannemen dat alle organismen, zelfs de meest gecompliceerde, ontstonden door een oerschepping uit niet-levende materie, en als men zichzelf niet wilde helpen met een scheppingsdaad, kwam men gemakkelijk tot de conclusie dat dit proces gemakkelijker kon worden verklaard met een stof die reeds aan de organische wereld was ontleend; om een zoogdier rechtstreeks uit anorganische materie te produceren met chemische middelen werd niet meer gedacht.

Maar zo'n veronderstelling is in strijd met de huidige stand van de wetenschap. De scheikunde levert, door het proces van ontbinding van dode organische lichamen te analyseren, het bewijs dat dit proces noodzakelijkerwijs bij elke volgende stap meer dode producten oplevert, die dichter bij de anorganische wereld staan, producten die steeds ongeschikter worden voor gebruik in de organische wereld, en dat een andere richting aan dit proces wordt gegeven, een dergelijk gebruik kan alleen plaatsvinden als deze ontbindingsproducten tijdig worden opgenomen in een reeds bestaand en voor dit doel geschikt organisme. Juist het meest essentiële vehikel van de celvorming, eiwit, ontbindt allereerst en is tot nu toe nooit geconstrueerd.

Nog meer. De organismen, waarvan de primaire productie uit organische vloeistoffen het onderwerp is van deze

onderzoeken, zijn betrekkelijk lage, maar niettemin reeds aanzienlijk gedifferentieerde bacteriën, gisten, enz., met een levensproces dat uit verschillende fasen bestaat en gedeeltelijk, zoals de infusoriën, voorzien van behoorlijk ontwikkelde organen. Ze zijn allemaal minstens eencellig. Maar aangezien wij de structuurloze moneren kennen, wordt het dwaasheid om de oorsprong van zelfs maar één enkele cel rechtstreeks te willen verklaren uit dode materie in plaats van uit het structuurloze levende eiwit, om te geloven dat door middel van een beetje stinkend water de natuur kan worden gedwongen om in 24 uur te doen wat haar duizenden jaren heeft gekost.

Pasteurs experimenten in deze richting zijn zinloos: voor wie gelooft in deze mogelijkheid zal nooit de onmogelijkheid ervan kunnen bewijzen met deze experimenten, maar ze zijn belangrijk omdat ze veel verhelderen over deze organismen, hun leven, hun kiemen, enz.

Moriz Wagner  
*Naturwissenschaftliche Streitfragen, I*

Augsburger Allgemeine Zeitung, bijlage, 6, 7, 8 oktober  
1874

Liebig aan Wagner tegen het einde van zijn leven (1868):

“Wij kunnen slechts aannemen dat het leven net zo oud, net zo eeuwig is, als de materie zelf, en de hele controverse over de oorsprong van het leven lijkt mij beslecht met deze eenvoudige veronderstelling. Inderdaad, waarom zou het organische leven niet van meet af aan net zo aanwezig zijn als koolstof en *zijn verbindingen* (!), of als een niet te creëren en onverwoestbare materie, als krachten die eeuwig verbonden zijn met de beweging van de materie in de ruimte?”  
[Deze en alle verdere cursivering in de citaten tot de zin: “Opmerkelijk is hoezeer Liebig een dilettant ...” zijn van Engels]

Verder zei Liebig (Wagner denkt, november 1868):

dat ook hij de hypothese dat organisch leven is “geïmporteerd” op onze planeet vanuit de ruimte, als “aanvaardbaar” beschouwt.

Helmholtz (Voorwoord bij Thomsons *Handbuch der theoretischen Physik*, Duitse editie, deel II):

“Het lijkt mij een volkomen juiste procedure, *wanneer al onze pogingen mislukken om organismen zichzelf te laten voortbrengen uit levenloze materie*, dat wij ons afvragen of het leven ooit is ontstaan, of het niet zo oud is als de materie, of de kiemen niet van het ene hemellichaam naar het andere zijn overgegaan, zich niet hebben ontwikkeld overal waar zij gunstige omstandigheden vonden?”

Wagner:

“Het feit dat de materie onverwoestbaar en onvergankelijk is, dat zij door geen enkele kracht in het niets kan worden opgelost, is voor de *scheikundige voldoende om haar ook als “niet te scheppen”* te beschouwen ... Maar het leven wordt, volgens de thans heersende opvatting (?), slechts beschouwd als een “eigenschap” die inherent is aan bepaalde eenvoudige elementen waaruit de laagste organismen bestaan, die natuurlijk even oud, d.w.z. even oeroud, moeten zijn als deze basisstoffen en hun verbindingen (!) zelf. In deze zin zou men ook van levenskracht kunnen spreken, zoals Liebig (*Chemische Briefe*, 4e ed.) namelijk “als een vormend principe in en met de fysische krachten”, d.w.z. niet buiten de materie actief. Deze levenskracht als “eigenschap van materie” manifesteert zich echter ... alleen onder overeenkomstige omstandigheden,

die sinds de eeuwigheid in de oneindige ruimte op ontelbare punten bestonden, maar in de loop van de verschillende tijdsperioden ruimtelijk vaak genoeg veranderd moeten zijn.” Op de vloeibare oude aarde of de huidige zon is dus geen leven mogelijk, maar de gloeiende lichamen hebben enorm uitgebreide atmosferen, die volgens de nieuwste opvatting bestaan uit dezelfde stoffen die in extreme verdunning de ruimte vullen en door de lichamen worden aangetrokken. De roterende nevels waaruit het zonnestelsel zich ontwikkelde, die verder reikten dan de baan van Neptunus, bevatten “ook al water (!) dat in dampvorm was opgelost in een atmosfeer rijkelijk verzadigd met *koolzuur* (!) tot op onmeetbare hoogten, en daarmee ook de basisstoffen voor het bestaan (?) van de laagste organische kiemen”; daar heersten “de meest uiteenlopende temperaturen in de meest uiteenlopende gebieden, en daarom is de veronderstelling volledig gerechtvaardigd aan te nemen dat de voor organisch leven noodzakelijke omstandigheden altijd wel ergens zijn aangetroffen. Volgens deze veronderstelling zouden de atmosferen van de hemellichamen, zoals die van de roterende kosmische nevels, beschouwd moeten worden als de permanente opslagplaatsen van de levende vorm, als de eeuwige broedplaatsen van organische kiemen”. – De kleinste levende protisten met hun onzichtbare kiemen zijn nog steeds aanwezig in de atmosfeer in de Cordillera, beneden de evenaar, tot op 16.000 voet hoogte. Perty zegt dat ze “bijna alomtegenwoordig” zijn. Ze zijn alleen afwezig waar de gloeiende hitte hen doodt. Voor hen (de vibrioniden enz.)

“is hun bestaan dus ook denkbaar in de dampkring van alle hemellichamen, overal waar de juiste omstandigheden zich voordoen”.

“Volgens Cohn, zijn de bacteriën... zo klein dat er 633 miljoen in een kubieke millimeter zitten en 636 miljard slechts een gram wegen. De mikrokokken zijn nog kleiner” en misschien nog niet de kleinste. Maar omdat de vormen zeer gevarieerd zijn, “de vibrioniden binnenkort ... bolvormig, eivormig, staafvormig of spiraalvormig” (dus al een betekenisvolle vorm). “Er is nog geen geldig bezwaar ingebracht tegen de goed onderbouwde hypothese: dat uit zulke of *soortgelijke*, allereenvoudigste (!) neutrale oerwezens, schommelend tussen dier en plant ..., op grond van individuele variabiliteit en de mogelijkheid van overerving van nieuw verworven eigenschappen bij de nakomelingen, met veranderde fysieke omstandigheden van de hemellichamen en met ruimtelijke segregatie van de opkomende individuele variëteiten, alle hoger georganiseerde levende wezens van de twee natuurrijken, dat die zich konden en moesten ontwikkelen in de loop van zeer lange perioden.”

Opmerkelijk is hoezeer Liebig een diletant was in de wetenschap die grenst aan de scheikunde: de biologie.

Hij las Darwin pas in 1861, en veel later de belangrijke biologische en paleontologisch-geologische werken na Darwin. Lamarck had hij “nooit gelezen.” “Ook de belangrijke bijzondere paleontologische onderzoeken van L. v. Buch, d’Orbigny, Münster, Klipstein, Hauer, Quenstedt betreffende de fossiele



koppotigen, die reeds vóór 1859 waren verschenen, en die zulk een merkwaardig licht werpen op de genetische samenhang van de diverse scheppingen, waren hem geheel onbekend. Alle genoemde onderzoekers waren ... door de kracht van de feiten, bijna tegen hun wil, in de richting van de lamarckiaanse afstammingshypothese geduwd”, en dat vóór Darwins boek. De theorie van de afstamming had dus reeds stilletjes wortel geschoten in de opvattingen van de onderzoekers die zich meer toegden op een vergelijkende studie van fossiele organismen. L. v. Buch had reeds in 1832 in *über die Ammoniten und ihre Sonderung in Familien* en in 1848 in een voor de Berlijnse Academie voorgelezen verhandeling “de lamarckiaanse idee van typische verwantschap van organische vormen als teken van hun gemeenschappelijke afstamming” met alle beslistheid in de paleontologie (!) “ingevoerd”, en op basis van zijn onderzoek naar ammonieten zei hij in 1848: “dat het verdwijnen van oude vormen en het verschijnen van nieuwe, niet het gevolg was van een totale vernietiging van organische scheppingen, maar dat de *vorming van nieuwe soorten uit oudere vormen hoogstwaarschijnlijk alleen had plaatsgevonden als gevolg van veranderde levensomstandigheden*”.

---

*Bemerkingen. De bovenstaande hypothese van “eeuwig leven” en import veronderstelt:*

1. De eeuwigheid van eiwitten.
2. De eeuwigheid van de oervormen waaruit alles wat organisch is zich kan ontwikkelen. Beide zijn ontoelaatbaar.

*Ad. 1.* – Liebigs bewering dat koolstofverbindingen net zo eeuwig zijn als koolstof zelf, is twijfelachtig, zo niet vals.

a) Is koolstof eenvoudig? Zo niet, dan is het als zodanig niet eeuwig.

b) De koolstofverbindingen zijn eeuwig in die zin dat zij zich onder dezelfde omstandigheden van vermenging, temperatuur, druk, elektrische spanning, enz. steeds reproduceren. Maar dat bv. alleen de eenvoudigste koolstofverbindingen, CO<sub>2</sub> of CH<sub>4</sub>, eeuwig zouden moeten zijn in de zin dat ze ten allen tijde en min of meer op alle plaatsen bestaan, en niet dat ze voortdurend opnieuw worden geproduceerd en weer uit het bestaan verdwijnen – in feite uit de elementen en in de elementen – dat is tot nu toe niet beweerd. Als levend eiwit in dezelfde zin als andere koolstofverbindingen eeuwig is, dan moet het niet alleen voortdurend in zijn elementen worden opgelost, zoals bekend, maar moet het ook voortdurend opnieuw worden geproduceerd uit de elementen en zonder de medewerking van eerder bestaande eiwitten – en dat is precies het tegenovergestelde van Liebigs conclusie.

c) Het eiwit is de meest vergankelijke koolstofverbinding die we kennen. Het vervalt zodra het het vermogen verliest om de functies uit te oefenen die eigen zijn aan het leven, en het ligt in zijn aard dat dit onvermogen vroeg of laat optreedt. En juist deze verbinding zou eeuwig moeten zijn, zou alle veranderingen van temperatuur, druk, gebrek aan voedsel en lucht enz. in de ruimte moeten kunnen doorstaan, terwijl de bovengrens van zijn temperatuur al zo laag ligt – onder de 100 C. De bestaansvoorwaarden van het eiwit zijn oneindig veel gecompliceerder dan die van elke andere bekende koolstofverbinding, omdat niet alleen fysische en chemische, maar ook voedings- en ademhalingsfuncties er aan te pas komen, die een fysisch en chemisch nauw omschreven medium vereisen – en dit wordt verondersteld zich eeuwig in stand te hebben gehouden onder alle mogelijke veranderingen? Liebig “geeft de voorkeur aan de eenvoudigste van de twee hypothesen, ceteris paribus [alle andere dingen gelijk blijvende]”, maar iets kan er heel eenvoudig uitzien en toch heel ingewikkeld zijn. – De aanname van ontelbare continue reeksen levende eiwitlichamen doorheen de hele eeuwigheid heen, waar onder alle omstandigheden altijd zoveel overblijft dat de voorraad goed gesorteerd blijft, is het ingewikkeldste wat er is. –

Bovendien waren de atmosferen van de hemellichamen, en vooral de nevels, oorspronkelijk gloeiend heet en dus geen plaats voor eiwitlichamen; De ruimte moet dus toch het grote reservoir zijn – een reservoir waar lucht noch voedsel is en met een temperatuur waarbij zeker geen eiwit kan functioneren of blijven bestaan!

*Ad. 2.* – De vibrio's, microkokken, enz., waarover hier wordt gesproken, zijn wezens die al aanzienlijk gedifferentieerd zijn – klontjes eiwit die een buitenmembraan hebben gevormd, maar *geen kern*. De zich ontwikkelende reeks eiwitlichamen vormt echter *eerst de kern* en wordt cel – het membraan is dan een volgende stap vooruit (amoeba sphaerococcus). De hier beschouwde organismen behoren dus tot een reeks die, volgens alle voorgaande analogieën, vruchteloos vastloopt en niet kan behoren tot de voorlopers van de hogere organismen.

Wat Helmholtz zegt over de vruchteloosheid van de pogingen om kunstmatig leven voort te brengen, dat is puur kinderachtig. Het leven is de bestaanswijze van de eiwitlichamen, waarvan het wezenlijke moment bestaat in de *voortdurende stofwisseling met de hen omringende externe natuur*, en die met het staken van deze stofwisseling ook ophoudt en tot ontbinding van het eiwit leidt. **[16]** Als het ooit mogelijk is eiwitlichamen chemisch te construeren, zullen zij zeker tekenen van leven en metabolisme vertonen, hoe zwak en kortstondig ook. Maar dergelijke lichamen kunnen toch *hoogstens* de vorm hebben van de ruwste moneren, en waarschijnlijk nog veel lagere vormen, maar geenszins de vorm van organismen die zich reeds door duizenden jaren van ontwikkeling hebben gedifferentieerd, membraan en inhoud hebben gescheiden en bepaalde erfelijke vormen hebben aangenomen. Maar zolang we niet meer weten over de chemische samenstelling van eiwitten dan nu het geval is, en we dus waarschijnlijk nog honderd jaar lang niet kunnen denken aan een kunstmatige productie, is het belachelijk om te klagen dat al onze inspanningen, enz., “hebben gefaald”!

Tegen de bovenstaande bewering dat het metabolisme de kenmerkende activiteit van eiwitlichamen is, pleit de groei van Traubes “kunstmatige cellen”. Maar hier is er slechts een ongewijzigde opname van een vloeistof door endosmose, terwijl metabolisme bestaat in de opname van stoffen

waarvan de chemische samenstelling wordt gewijzigd, die in het organisme worden opgenomen, en waarvan de residuen tegelijk worden uitgescheiden met de afbraakproducten van het organisme zelf, die door het levensproces worden voortgebracht.<sup>[17]</sup> De betekenis van de “cellen van Traube” ligt in het feit dat ze endosmose en groei vertonen als twee dingen die ook in de anorganische natuur en zonder enige koolstof kunnen worden geproduceerd.

De eerste eiwitklompjes moeten in staat zijn geweest zich te voeden met zuurstof, koolstofdioxide, ammoniak en enkele zouten, opgelost in het omringende water. Organisch voedsel was er niet, want ze konden elkaar toch niet opeten. Dit bewijst hoe hoog de huidige moneren, zelfs die zonder kern, die van diatomeeën enz., boven hen staan, hetgeen een hele reeks gedifferentieerde organismen veronderstelt.

*Dialectiek van de natuur* – referenties.

*Natuur* nr. 294 e.v. Allman over infusoriën. Eencelligheid, belangrijk.

Croll on Ice Periods and Geological Time [Croll over ijstijden en geologische tijd.].

*Natuur* nr. 326, Tyndall op Generatio [voortplanting]. Specifieke rotting en fermentatie-experimenten.

*Protista*.

1. Niet-cellulaire, beginnen met een eenvoudig klompje eiwit, het pseudopodia dat zich uittrekt en intrekt in een of andere vorm, met het monera. Het monera van vandaag de dag is zeker heel anders dan de oorspronkelijke vormen, omdat ze voor het grootste deel leven van organisch materiaal, diatomeeën en infusoriën (d.w.z. lichamen die hoger staan dan zichzelf en na hen zijn ontstaan), en, zoals Haeckels plaat 1 laat zien, een ontwikkelingsgeschiedenis hebben en de vorm doorlopen van niet-cellulaire ciliaten. – Reeds hier de vormdrift, die inherent is aan alle eiwitlichamen. Deze vormdrift wordt verder benadrukt in de celloze foraminifera, die zeer kunstige schelpen maken (anticiperen op kolonies? koralen, enz.) en in vorm vooruitlopen op de hogere weekdieren, zoals de buisvormige algen (siphonopidae), die de stam-, steel-, wortel-, en bladvorm van de hogere planten

weergeven en toch louter structuurloze proteïnen zijn. Protamoëbe moet daarom gescheiden worden van amoëbe. {1}

2. Enerzijds vormt zich het verschil tussen membraan (ectoplasma) en de medullaire laag (endoplasma) in het zonnediertje actinophrys sol (Nicholson), p. 49. De epidermale laag geeft pseudopodia (bij protomyxa aurantiaca wordt dit stadium reeds als een doorgangsfase beschouwd, zie Haeckel, plaat 1). Langs deze evolutie lijkt het eiwit niet ver te zijn gekomen.

3. Aan de andere kant differentieert zich in het eiwit de kern en nucleolus – naakte amoëben. Vanaf nu gaat de vormverandering snel. Zo ook de ontwikkeling van de jonge cel in het organisme, cf. Wundt hierover (in het begin). Bij amoëba sphaerococcus, evenals bij prolomyxa, is de vorming van het celmembraan slechts een voorbijgaande fase, maar ook hier is reeds een begin van circulatie in de samenvoegende vacuolen (Haeckel, p. 380). Soms vinden we ofwel een schil van aan elkaar geplakte mineralen (*diffugia*, Nicholson, p. 47) zoals bij wormen en insectenlarven, soms een echt gevormde schil. Tot slot

4. *De cel met een permanent celmembraan.* Volgens Haeckel (p. 382) zouden, afhankelijk van de hardheid van het celmembraan, ofwel planten, ofwel, in het geval van een zacht membraan, dieren daaruit zijn voortgekomen (? zeker niet zo algemeen op te vatten). Met het celmembraan maakt de definitieve en tegelijkertijd plastische vorm zijn intrede. Ook hier weer het onderscheid tussen het eenvoudig celmembraan en gevormde schelp. Maar (in tegenstelling tot nr. 3) stopt het vormen van pseudopodia met dit celmembraan en de schil. Herhaling van eerdere vormen (ciliaten swarmsporen) en diversiteit van vormen. De overgang wordt gevormd door de *labyrinthuleae* (Haeckel, p. 385), die hun pseudopodia aan de buitenkant plaatsen en in dit netwerk rondkruipen met een verandering van de normale spilvorm binnen bepaalde grenzen. {2} – De gregarinea anticiperen op de levenswijze van hogere parasieten – sommige zijn al niet langer afzonderlijke cellen, maar ketens van cellen (Haeckel, p. 451), maar ze bevatten slechts 2-3 cellen – een zwak begin. Hoogste ontwikkeling van eencellige organismen in de

Infusoriën, voor zover deze *werkelijk* eencellig zijn. Hier is een belangrijke differentiatie (zie Nicholson). Opnieuw kolonies en zoöfyten (epistylis). Onder eencellige planten ook een hoge ontwikkeling van vorm (*desmidiaceae*, Haeckel, p. 410).

5. De verdere ontwikkeling is de verbinding van meerdere cellen tot één lichaam, niet langer één kolonie. Allereerst de *katallakten* van Haeckel, *magosphaera planula* (Haeckel, p. 384), waar de verbinding van de cellen slechts een ontwikkelingsfase is. Maar ook hier zijn er al geen pseudopodia (of als overgangsfase, dat zegt Haeckel niet precies). Anderzijds hebben de radiolariën, eveneens ongedifferentieerde clusters van cellen, de pseudopodia behouden en de geometrische regelmaat van het omhulsel tot in de hoogste graad ontwikkeld, die reeds een rol speelt in de werkelijk celloze rhizopoda – het eiwit omhult zich als het ware met zijn kristallijne vorm.

6. De *magosphaera planula* vormt de overgang naar de eigenlijke planula en gastrula, enz. Voor verdere bijzonderheden zie Haeckel (p. 452 e.v.).

\*

*Bathybius*. De stenen [kalkachtig] in zijn vlees bewijzen dat zelfs de oorspronkelijke vorm van het eiwit, nog zonder enige vormdifferentiatie, in zich de kiem draagt en het vermogen om een skelet te vormen.

\*

*Het individu*. Ook dit concept is opgelost in iets relatiefs. Cormus [cormofyten?], kolonie lintworm – anderzijds cel en metamerie als individuen in zekere zin (“antropogenie” en “morfologie”).

\*

De gehele organische natuur is een ononderbroken bewijs van de identiteit of de onscheidbaarheid van vorm en inhoud. Morfologische en fysiologische verschijnselen, vorm en functie zijn wederzijds van elkaar afhankelijk. Differentiatie van de vorm (cel) veroorzaakt differentiatie van de substantie

in spier, huid, bot, epitheel, enz., en differentiatie van de substantie veroorzaakt weer een gedifferentieerde vorm.

\*

Herhaling van morfologische vormen in alle stadia van ontwikkeling: celvormen (de twee essentiële al in de gastrula) – metamerie vorming in een bepaald stadium: anneliden, geleedpotigen, gewervelde dieren. In de kikkervisjes van amfibieën herhaalt zich de oervorm van de ascidienlarve. – Verschillende vormen van marsupialia [buideldieren], onder de placentale (zelfs als alleen de bestaande buideldieren worden geteld).

\*

Voor de gehele evolutie van het organisme moet de wet van de versnelling volgens het kwadraat van de afstand in de tijd vanaf het vertrekpunt worden geaccepteerd. Cf. Haeckel, *Schöpfungsgeschichte en Anthropogenie*, de organische vormen die overeenkomen met de verschillende geologische periodes. Hoe hoger, hoe sneller het proces.

De darwinistische theorie is de praktische demonstratie van Hegels uiteenzetting van het innerlijke verband tussen noodzaak en toeval.

\*

*De strijd om het bestaan.* Maar scherp af te bakenen zijn de omstandigheden waarin soorten veranderen, oude uitsterven en nieuwe, ontwikkelde soorten hun plaats innemen zonder dat er sprake is van overbevolking: bv. bij migratie van dieren en planten naar nieuwe streken, waar nieuwe klimatologische grond – enz. wordt gevonden. Voorwaarden die zorgen voor de wijzigingen. Als de zich aanpassende individuen overleven en zich, door steeds toenemende aanpassing, vormen tot een nieuwe soort, terwijl de andere, meer stabiele individuen afsterven en uiteindelijk uitsterven, en met hen de onvolmaakte tussenstadia, kan dit plaatsvinden en gebeurt dit ook zonder enig malthusianisme, en als dit ooit gebeurt, verandert het niets aan het proces, kan het het hoogstens versnellen. – Hetzelfde geldt voor de geleidelijke verandering van de geografische, klimatologische, enz. omstandigheden in

een bepaald gebied (bv. de droogte in Centraal-Azië). Of de dieren of plantenpopulatie daar druk op elkaar uitoefenen is van geen belang; het evolutieproces van de organismen dat door deze verandering wordt bepaald, gaat niettemin voort. – Hetzelfde geldt voor seksuele selectie bij het voortplanten, waar het malthusianisme eveneens geheel terzijde wordt gelaten.

Vandaar dat Haeckels “aanpassing en erfelijkheid” het hele evolutieproces kan realiseren, zonder dat er selectie en malthusianisme nodig is.

Het is juist Darwins fout dat hij in “natuurlijke selectie” of het “voortbestaan van de best aangepaste” twee volkomen ongerelateerde zaken door elkaar haalt:

1. Selectie door de druk van overbevolking, waarbij de sterksten misschien het eerst overleven, maar in sommige opzichten ook de zwaksten zijn.
2. Selectie door groter aanpassingsvermogen aan veranderde *omstandigheden*, waarbij de overlevenden beter geschikt zijn voor deze omstandigheden, maar waarbij deze aanpassing zowel vooruitgang als achteruitgang over het geheel kan betekenen (bv. aanpassing aan het leven van parasieten gaat *altijd* achteruit).

Hoofdzaak: dat elke vooruitgang in de organische ontwikkeling tegelijkertijd een stap achteruit is, in die zin dat zij een *eenzijdige* ontwikkeling fixeert en de mogelijkheid van ontwikkeling in vele andere richtingen uitsluit.

Dit is een basiswet.

\*

*De strijd voor het leven.* Tot aan Darwin, wat door zijn aanhangers werd benadrukt, was juist de harmonieuze samenwerking van de organische natuur, hoe het plantenrijk de dieren voorziet van voedsel en zuurstof, en dieren de planten voorzien van mest, ammoniak en koolzuur. Maar nauwelijks werd Darwin erkend, of deze zelfde mensen zagen overal niets dan strijd. Beide opvattingen zijn binnen nauwe grenzen gerechtvaardigd, maar beide zijn even eenzijdig en



bekrompen. De wisselwerking van dode natuurlijke lichamen omvat harmonie en botsing, die van levende een bewuste en onbewuste samenwerking als bewuste en onbewuste strijd. Het is dus reeds in de natuur niet toegestaan om eenzijdig “strijd” op het vaandel te schrijven. Maar het is nogal kinderachtig om de hele rijkdom van de historische evolutie en complexiteit samen te vatten in de magere en eenzijdige frase “strijd om het bestaan”. Dat zegt minder dan niets.

De hele darwinistische leer van de strijd om het bestaan is niets anders dan de overheveling van Hobbes’ leer van de *bellum omnium contra omnes* (oorlog van allen tegen allen), en de burgerlijke economische leer van de concurrentie, alsmede Malthus’ populatietheorie, naar de levende natuur. Wanneer dit hoogstandje is volbracht (waarvan de onvoorwaardelijke rechtvaardiging, vooral wat het malthusianisme betreft, nog zeer twijfelachtig is), is het heel gemakkelijk om deze theorieën weer terug te brengen van de natuurgeschiedenis naar de geschiedenis van de maatschappij, en al met al te naïef om te beweren dat deze beweringen daarmee zijn bewezen als eeuwige natuurwetten van de maatschappij.

Laten we de uitdrukking: strijd om het bestaan, even aannemen, omwille van het argument. Het hoogste dat een dier doet is *verzamelen*; de mens *produceert*, hij organiseert levensmiddelen in de breedste zin van het woord, die zonder hem de natuur niet voortbrengt. Daarmee is elke overdracht van de levenswetten van dierlijke samenlevingen naar menselijke samenlevingen onmogelijk gemaakt. De productie brengt het weldra zover, dat de zogenaamde strijd om het bestaan niet meer zuiver om de bestaansmiddelen draait, maar om de middelen van genot en ontplooiing. Hier reeds – waar de middelen van ontwikkeling maatschappelijk geproduceerd worden – zijn de categorieën uit het dierenrijk totaal niet van toepassing. Tenslotte bereikt de kapitalistische productiewijze een zodanige hoogte, dat de samenleving de geproduceerde middelen van leven, genot en ontwikkeling niet meer kan consumeren, omdat de toegang tot deze middelen kunstmatig en met geweld wordt versperd voor de grote massa van producenten; zodat om de 10 jaar een crisis het evenwicht herstelt door niet alleen de geproduceerde middelen van bestaan, genot en ontwikkeling te vernietigen,

maar ook een groot deel van de productiekrachten zelf – dat de zogenaamde strijd om het bestaan aldus de vorm aanneemt: de producten en productiekrachten die door de burgerlijke kapitalistische maatschappij worden voortgebracht te *beschermen* tegen de vernietigende werking van deze kapitalistische maatschappelijke orde zelf, door het beheer van de maatschappelijke productie en distributie weg te nemen bij de heersende kapitalistische klasse, die daar niet meer toe in staat is, en het over te dragen aan de producerende massa's – en dat is de socialistische revolutie.

De opvatting van de geschiedenis als een reeks klassenstrijden is veel wezenlijker en diepgaander dan de loutere reductie tot enigszins verschillende fasen van de strijd om het bestaan.

\*

*Gewervelde*. Hun essentieel karakter: *de groepering van het hele lichaam rond het zenuwstelsel*. Hierdoor wordt de ontwikkeling van het zelfbewustzijn, enz. mogelijk. Bij alle andere dieren is het zenuwstelsel een secundaire zaak, hier is het de basis van de hele organisatie; het zenuwstelsel neemt, wanneer het tot op zekere hoogte ontwikkeld is – door achterwaartse verlenging van de zenuwknopen [Kopfknotens] van de wormen – bezit van het hele lichaam en organiseert het volgens zijn behoeften.

\*

Wanneer Hegel van het leven overgaat naar bewustzijn door middel van de copulatie (voortplanting), ligt hier in zijn kiem de leer van de ontwikkeling, dat het organische leven, eenmaal gegeven, zich door de ontwikkeling van generaties moet ontwikkelen tot een soort van denkende wezens.

\*

Wat Hegel de wisselwerking noemt, is het organische lichaam, dat dus ook de overgang vormt naar het bewustzijn, d.w.z. van de noodzakelijkheid naar de vrijheid, naar het begrip (zie *Logica*, II, Conclusie).

\*

*Rudimenten in de natuur.* Insectenstaten (de gewone gaan niet verder dan de puur natuurlijke omstandigheden), hier zelfs een maatschappelijk rudiment. Dito productieve dieren met gereedschap (bijen, enz., bevers), maar nog steeds in de marge en totaal zonder effect. – Nog vroeger: de kolonies van koralen en hydroïdpoliepen, waar het individu hooguit een overgangsstadium is en de vleeselijke gemeenschap meestal een stadium van volledige ontwikkeling. Zie Nicholson. – Op dezelfde manier vormen de infusoriën, de hoogste, en deels zeer gedifferentieerde, vorm dat een cel kan bereiken.

\*

*Arbeid.* – Deze categorie wordt in de mechanische warmteleer overgebracht van de economie naar de fysica (want fysiologisch is zij verre van wetenschappelijk bepaald), maar wordt daarbij heel anders gedefinieerd, wat reeds blijkt uit het feit dat slechts een zeer klein ondergeschikt deel van de economische arbeid (heffen van lasten, enz.) in kilogrammeters kan worden uitgedrukt. Niettemin bestaat er een tendens om de thermodynamische bepaling van arbeid terug te brengen naar de wetenschappen waaraan deze categorie is ontleend onder een andere bepaling. Bv. door het zonder meer te vereenzelvigen met de fysiologische arbeid, zoals in het Faulhorn-experiment van Fick en Wislicenus, waarbij het optillen van een menselijk lichaam, zeg 60 kg, tot een hoogte van 2000 m, d.w.z. 120.000 kgm, geacht wordt de verrichte *fysiologische* arbeid uit te drukken. Maar het maakt een enorm verschil hoe de fysiologische arbeid gedaan wordt, *hoe* dit tillen gebeurt: hetzij door het positief hijsen van de last, hetzij door het beklimmen van verticale ladders, hetzij over een pad of een trap met een helling van  $45^\circ$  (= militair onbegaanbaar terrein), hetzij over een pad met een helling van  $\frac{1}{10}$ , d.w.z. een lengte van ca. 36 km (het is echter de vraag of in alle gevallen dezelfde tijd wordt toegekend). In ieder geval wordt in alle uitvoerbare gevallen een voorwaartse beweging echter ook gecombineerd met het optillen, en inderdaad waar de weg vrij vlak is is dit vrij aanzienlijk en als fysiologische arbeid kan het niet gelijk worden gesteld aan nul. Hier en daar schijnt men zelfs geneigd te zijn om de thermodynamische categorie arbeid, zoals de darwinistische strijd om het bestaan, opnieuw in de economie in te voeren, waardoor niets dan onzin zou ontstaan. Reken elke

geschoolde arbeid maar om in kilogrammeters en probeer het loon dienovereenkomstig te bepalen! Fysiologisch gezien bevat het menselijk lichaam organen die in hun totaliteit, *vanuit één aspect*, beschouwd kunnen worden als een thermodynamische machine, waar warmte wordt aangevoerd en omgezet in beweging. Maar zelfs als men voor de andere lichaamsorganen constante omstandigheden veronderstelt, is het de vraag of de fysiologische arbeid, zelfs het optillen, zonder meer volledig kan worden uitgedrukt in kilogrammeter, aangezien binnen het lichaam tegelijkertijd interne arbeid wordt verricht dat niet in het resultaat voorkomt. Want het lichaam is geen stoommachine, dat alleen maar wrijving en slijtage ondergaat. Fysiologische arbeid is alleen mogelijk bij een voortdurende chemische omzettingen in het lichaam zelf, mede afhankelijk van het ademhalingsproces en de hartwerking. Bij elke spiercontractie en -ontspanning vinden chemische omzettingen plaats in zenuwen en spieren die niet te vergelijken zijn met die van de kolen van de stoommachine. Men kan wel 2 gevallen van fysiologische arbeid vergelijken die onder overigens gelijke omstandigheden hebben plaatsgevonden, maar men kan de lichamelijke arbeid van de mens niet afmeten aan die van een stoommachine, enz.: hun externe resultaten wel, maar de processen zelf niet zonder aanzienlijk voorbehoud.

(Dit alles moet grondig herzien worden.)

---

**[16]** Een dergelijk metabolisme kan ook plaatsvinden in anorganische lichamen en vindt op den duur overal plaats, aangezien chemische reacties overal plaatsvinden, hoe langzaam ook. Het verschil is echter dat in anorganische lichamen het metabolisme hen vernietigt, maar in organische lichamen is het een noodzakelijke bestaansvoorwaarde.

**[17]** NB: Zoals wij van ongewervelde moeten spreken, zo wordt ook hier de ongeorganiseerde, vormloze, ongedifferentieerde eiwitklomp een organisme genoemd – en *dialectisch* gaat dit verder, want zoals het ruggenmerg de wervelkolom impliceert, zo ligt in de allereerste eiwitklomp de hele oneindige reeks van hogere organismen als een kiem *op zich* ingesloten.

{1} In de marge van het manuscript voegde Engels, ter hoogte van deze alinea, naderhand toe: “geringe individualisering, zij delen zich en evenzo versmelten zij”.

{2} In de marge van het manuscript voegde Engels ter hoogte van deze passage toe: “aanloop naar hogere differentiatie”.

## BIJLAGEN

### Titels en inhoudsopgave van de mappen

[Eerste map]  
Dialectiek en natuurwetenschap  
[Tweede map]  
De studie van de natuur en de dialectiek  
1. Notities:  
a) Over de archetypen van het mathematisch oneindige in de echte wereld  
b) Over de “mechanische” opvatting van de natuur  
c) Over Nägeli’s onvermogen om het oneindige te begrijpen  
2. Oud voorwoord van de [Anti-]Dühring. Over de dialectiek  
[3. Natuurwetenschap en de geestenwereld] {1}  
4. De rol van de arbeid in de overgang van aap naar mens  
[5. Basisvormen van de beweging] {1}  
6. Weggelaten uit Feuerbach  
[Derde map]  
Dialectiek van de natuur  
1. Basisvormen van de beweging  
2. De twee metingen van beweging  
3. Elektriciteit en magnetisme  
4. Natuurwetenschap en de geestenwereld  
5. Oude inleiding  
6. Getijdenwrijving  
[Vierde map]  
Wiskunde en natuurwetenschap. Diversa

{1} In het manuscript is deze titel geschrapt, omdat Engels van plan was het overeenkomstige artikel in de derde map op te nemen.

## Schetsen van het plan

### Schets van het totale plan

1. Historische inleiding: in de natuurwetenschap is door haar eigen ontwikkeling de metafysische opvatting onmogelijk geworden.
2. Verloop van de theoretische ontwikkeling in Duitsland sinds Hegel (oud voorwoord). De terugkeer naar de dialectiek gebeurt onbewust, dus tegenstrijdig en langzaam.
3. Dialectiek als de wetenschap van de totale samenhang. Hoofdwetten: verandering van kwantiteit en kwaliteit – wederzijdse penetratie van beide polen van een tegenstelling en overgaan in elkaar wanneer ze tot het uiterste worden doorgevoerd – ontwikkeling door tegenspraak of negatie van de negatie – spiraalvormige ontwikkeling.
4. Samenhang van de wetenschappen. Wiskunde, mechanica, fysica, chemie, biologie. St. Simon (Comte) en Hegel.
5. Aperçu over de afzonderlijke wetenschappen en hun dialectische inhoud:

1. Wiskunde: dialectische hulpmiddelen en uitdrukkingen. Wiskundige oneindigheid komt echt voor;
2. Hemelmechanica – nu opgelost in een proces. – Mechanica: gaat uit van inertie, dat slechts de negatieve uitdrukking is van de onverwoestbaarheid van de beweging;
3. Fysica – overgangen van moleculaire bewegingen in elkaar. Clausius en Loschmidt;
4. Chemie: theorieën, energie;
5. Biologie. Darwinisme. Noodzaak en toeval.

6. De grenzen van de kennis. Du Bois-Reymond en Nägeli. – Helmholtz, Kant, Hume.
7. De mechanische theorie. Haeckel.
8. De plastidule ziel – Haeckel en Nägeli. [Plastidul was de naam die Haeckel gaf aan de kleinste deeltjes van het protoplasma en een soort elementaire “ziel”

- zouden bezitten.]
9. Wetenschap en onderwijs – Virchow.
  10. Cellenstaat – Virchow.
  11. Darwinistische politiek en maatschappijleer – Haeckel en Schmidt. – Differentiatie van de mens door arbeid. – Toepassing van economie op natuurwetenschappen. Helmholtz' "arbeid" (Populäre Vortrage, II).

#### Schets van de deelplannen

1. Beweging in het algemeen.
  2. Aantrekking en afstoting. Overdracht van beweging.
  3. [Wet van] behoud van energie hierop toegepast. Afstoting + aantrekking. – Intrede van afstoting = energie.
  4. Zwaarte – hemellichamen – aardse mechanica.
  5. Natuurkunde. Warmte. Elektriciteit.
  6. Chemie.
  7. Samenvatting.
- a) Voor 4: Wiskunde. Oneindige lijn. + en – gelijk.
  - b) Bij astronomie: arbeidsprestatie door getijgolf. Dubbele berekening bij Helmholtz, II, p. 120. "Krachten" bij Helmholtz, II, p. 190.