

Energie

De hierna volgende tekst is een (enigszins bewerkt) fragment uit een in 2006 te verschijnen boek, *Een Nieuwe Wereld. Het ontstaan van het moderne Nederland*. Dat boek neemt als vertrekpunt de observatie die we bij de intelligentia van 1850 zo opvallend vaak tegenkomen, namelijk dat Nederland uit een diepe slaap (zelfs 'doodsslaap') wakker wordt. In de decennia daarna begon de massale communicatie, mobiliteit en de massale productie en consumptie van energie. Het boek beschrijft deze groei aan de hand van de ruimtelijk-geografische infrastructuur die voor de mobiliteit en de communicatie werd ontwikkeld, maar het is essentieel dat deze fysieke transformatie van Nederland ook, misschien zelfs in de eerste plaats, als een ingrijpende mentale verandering wordt begrepen. We zijn gewend die onder de noemer van moderniseringsproces of industriële revolutie als een haast vanzelfsprekende geschiedenis te beschrijven. Vanuit het perspectief van de tijdgenoot die na 1850 zijn werkelijkheid zag veranderen, was echter niets vanzelfsprekend: dit perspectief is de leiddraad in het nieuwe boek.

De grote dynamiek (groot ten opzichte van de periode voor 1850) die de ruimtelijke en daardoor ook mentale veranderingen in Nederland na 1850 kenmerkt, was onderdeel van een proces dat overal in de Westerse wereld gaande was. De inleiding van het boek schetst de internationale context in vier hoofdstukken. Ze zijn gewijd aan de vier structurele elementen die het boek bepalen: orde, communicatie, mobiliteit en energie.

Het onderstaande fragment illustreert de betekenis van de media in Nederland als venster op die sterk veranderende wereld. Het gaat niet alleen om tijdschriften die werden uitgegeven voor een specifieke professionele lezersgroep, zoals *De Economist*, *Bouwkundige Bijdragen* (het vakblad van architecten en aannemers), *Het Gas* (orgaan van de directeurs van gasbedrijven), *De Opmerker* ('weekblad voor architecten, ingenieurs, fabrikanten, aannemers en werkbazen'), of meer algemene tijdschriften als *Vragen des Tijds* en *De Gids* die zich tot de 'gegoede stand' richtten. Ook populaire tijdschriften als *Eigen Haard*, *De*

Natuur en Schat der Gezondheid waren een belangrijke bron. Ze informeerden de groeiende middenklasse over de nieuwste wetenschappelijke en technische vondsten en inzichten, en vormden daardoor een belangrijke verbinding tussen die internationale wereld en het Nederland dat wakker werd en in beweging kwam.

Steenkool

Het woord 'energie' werd in Engeland in de natuurkunde geïntroduceerd en kort na 1850 op het continent overgenomen, als aanduiding van het vermogen om arbeid te verrichten. Rond 1860 werd geconcludeerd dat energie natuurkundig gesproken niet vanuit het niets kan ontstaan en ook niet in het niets kan verdwijnen: warmte, licht, beweging zijn samenhangende verschijnselen die in elkaar over kunnen gaan. Toen was energie niet meer een van de vele kernbegrippen in de fysica maar een van de allerbelangrijkste principes van de natuur, een basiseigenschap van de materiële werkelijkheid.¹ De negentiende eeuw zag het verband tussen energie en massa in beweging. Die relatie beschreef Albert Einstein in 1905 tenslotte met de verbazingwekkend eenvoudige stelling $E=mc^2$, die inhoudt dat de beide elementen van dezelfde makelij zijn. Energie is massa in beweging, en massa in beweging is energie.

In de dagelijkse werkelijkheid was dat al decennialang zichtbaar, in Amerika en in de grote Europese industriegebieden. Industria, het Latijnse woord voor ijver, nijverheid, kreeg haar massale karakter letterlijk bovenop en naast de grote energievoorraden, de steenkoolvelden van Engeland (onder andere bij Leeds, Sheffield en Manchester), Duitsland (het Ruhrgebied), de Verenigde Staten (onder andere bij Pittsburgh, St. Louis en Kansas City) en in mindere mate in België (Namen, Limburg) en Frankrijk (Lotharingen). Anders dan de grote voorraden in Siberië, Brits-Indië en Zuid-Afrika hoefden deze ondergrondse velden rond 1850 niet meer te worden ontdekt. In Engeland waren ze al sinds de achttiende eeuw een plaats van belangrijke industriële activiteit. Maar ook voor Engeland gold – en zoveel te meer voor die andere gebieden – dat deze energievoorraden pas na 1850 massaal in beweging werden gebracht en via de nieuwe spoorwegstelsels en vrachtwagentrassen werden gedistribueerd. Wat in het Ruhrgebied gebeurde, demonstreert wat overal plaatsvond. Een bericht uit 1864:

Het jaar 1853 was voor de Ruhr-mijnen het begin van een nieuw leven. De groote spoorweglijn van Parijs naar Berlijn, die dat district doorloopt, werd toen geopend. En als door een tooverslag zag men van toen af hoogovens, ijzerwerken, glasfabrieken, machinefabrieken en allerlei verdere ondernemingen verrijzen. Van dat oogenblik nam de steenkoolproduktie een vlugt die sedert van jaar op jaar nog vermeerderde. [...]

Uitnemend gunstig gelegen voor den afzet, zendt dit belangrijke district zijne steenkolen naar België, Nederland en Frankrijk, en maakt concurrentie aan Charleroi en New-Castle.²

Engeland produceerde de meeste steenkool. In het begin van de achttiende eeuw was de productie circa 2,5 miljoen ton per jaar. In 1860 was die 80 miljoen, in 1878 136 miljoen ton. De toename in de Westerse wereld als geheel liet hetzelfde beeld zien, de productie steeg van 124 ton totaal in 1860 naar 280 miljoen in 1886. De lijn bleef stijgen, in 1893 was de productie ongeveer 450 miljoen ton.³

Deze energie werd door verbranding omgezet in warmte; warmte werd door stoommachines beweging, arbeid, energie. In de hoogovens stolde de stroom ijzer die door machines werd geplet, gewalst en in stukken gehakt en die elders in andere stromen werd getransformeerd: rijen nieuwe stoommachines, locomotieven, platen, balken en kabels. Er zat een drang in dat stelsel dat hier tot leven kwam. In 1874 werd in Woolwich (bij Londen) een stoomhamer gemaakt, 'bestemd voor de vervaardiging van kanonnen voor de toekomst'. Het gevaarte, een kolossale machinale smidshamer, woog 40 ton. 'Bij de eerste proef werkte hij zeer gemakkelijk en de zware stoomkranen, die elk 80 à 100 tonnen dragen, liepen zeer gemakkelijk rond.' Een jaar later was dit toekomstbeeld verouderd; de fabriek van Krupp in Essen nam toen een stoomhamer van 50 ton in bedrijf. Deze werd ook in 1875 overtroffen door een hamer in Frankrijk (Le Creusot) die 60 ton woog. In 1878 realiseerde Le Creusot 'bijna een metallurgisch wonder' door een stoomhamer van 80 ton te maken waarmee het record voor zeer zware kanonnen weer werd gebroken.⁴

Kracht werd fenomenaal belangrijk, niet alleen voor de kanonnen van de toekomst maar ook in de transportsector. 'De exploitatie van monstermachines wordt als zeer economisch beschouwd', schreef *De Opmerker* toen Amerika in 1875 een locomotief bouwde die 100 beladen wagons kon trekken, tweemaal zoveel als gebruikelijk.⁵ Tegelijk kwam er een heel andere ontwikkeling op gang, tegengesteld aan de tendens van groter en zwaarder, namelijk steeds lichtere machines die met minder brandstof meer presteerden. Die ontwikkeling had de toekomst omdat ze gebaseerd was op steeds meer inzicht in de samenhang tussen energie, massa en beweging. Een van de talrijke voorbeelden was de stoommachine die in 1875 voor goederentransport bij het entrepotdok Bassins in Antwerpen werd geplaatst. Hij dreef 16 kranen en 25 assen met draaischijven en trekkettingen aan, voor 'alle manoeuvres die een oneindig getal werklieden vereischen, en nu kunnen gedaan worden door twee man'.⁶ Dat was een voorbeeld op micro-niveau. Het macro-beeld was niet anders. Volgens een schatting uit 1880 leverden stoommachines in Duitsland toen een arbeidsvermogen van 4,5 miljoen pk, in Frankrijk 3, Oostenrijk 1,5, Engeland 7 en in de Verenigde



Allegorische voorstelling van het treinverkeer, uit Buch der Erfindungen VII, 1887.

Staten 7,5 miljoen pk. Daar kwam het vermogen van de treinlocomotieven bij, in totaal 30 miljoen pk. Volgens de gebruikelijke norm vertegenwoordigde 1 pk van een machine de kracht van drie levende paarden of van 21 stevige mannen. 'Volgens dien maatstaf vertegenwoordigen de stoomtuigen de kracht van ongeveer duizend miljoen werkbare mannen.' Die waren na 1850 West- en Midden-Europa en Amerika binnengestroomd en deden daar met eindeloos veel bewegingen hun werk, gedisciplineerd, zonder elkaar in de weg te lopen en zo vlug en zo lang als hun bazen dat wilden.

En terwijl dat machtige leger groeide, werd het steeds slanker, wendbaarder, preciezer en doeltreffender. De stoommachines van het begin van de eeuw waren loodzware gevaarten met een gemiddeld gewicht van 1450 kilo per geleerde pk. Rond 1845 was dat gewicht tot 700 kilo teruggebracht. In de jaren zeventig was het gewicht nog maar 80 kilo per pk. In 1880 werkten Amerikaanse ingenieurs aan een motor die 4 pk leverde en 13 kilo woog, en ook daarna ging de reductie onverminderd door. 'Vier paardekracht, minder wegen-de dan een kind.'⁸

Voor al Engeland en de Verenigde Staten beschikten rond 1870 over onvoorstelbaar veel brandstof. Engeland had behalve de binnenlandse voorraad in India een steenkoolreserve die naar de toenmalige schatting voor 800 jaar toereikend was. In Amerika werden alleen al de antracietlagen bij Pittsburgh voldoende voor 600 jaar geschat. De toen pas ontdekte steenkool bij de Donjets (Oekraïne) was zo groot dat de exploitatie ervan naar verwachting wel 17.000 jaar zou kunnen doorgaan. We hoeven voorlopig niet bang te zijn dat de brandstofvoorraad van de wereld opdraakt, schreef *De Opmerker* in 1872, want een geleerde heeft berekend dat als elk mens een ton kolen per jaar verstoekt, we nog 3500 jaar vooruit kunnen.⁹ Dat bericht contrasteerde met heel wat andere artikelen en mededelingen in dit tijdschrift, die na 1870 aandrongen op energiebesparing en onderzoek naar alternatieve energiebronnen. Zoals de beschouwing over het gebruik van zonnewarmte: 'de jongste berekeningen [voor de steenkoolvoorraden] stellen ons weliswaar gerust, [maar] toch is het wijs aan de toekomst te denken, onze hulpmiddelen te ontzien en na te gaan welke nieuwe krachten ons kunnen helpen, alvorens er door de nood toe te worden gebracht.' In 1872 verscheen een technisch artikel dat voorstelde de waterkracht uit de sterke getijdewerking bij Engeland te gaan benutten en kolen alleen te gebruiken als dat nodig was, namelijk als er behalve arbeidsvermogen ook warmte nodig was. In 1874 hield een Duitse expert in Engeland een lezing over brandstof die door *De Opmerker* werd overgenomen; hij pleitte voor een 'spaarzamer' gebruik van steenkool omdat 'onze eischen steeds toenemen en het delven van kolen van jaar tot jaar moeilijker worden zal, naarmate de diepte toeneemt,



Allegorische voorstelling van de Stoomkracht, uit Buch der Erfindungen II, 1885.

waartoe wij moeten afdalen.' Ook hij wees op andere energiebronnen: de wind, de zon en de getijden.¹⁰

Dat waren beschouwingen uit het begin van de jaren zeventig. Tegen het eind van de eeuw werden dezelfde argumenten nog steeds naar voren gebracht, alleen met meer en meer specifieke cijfers. In 1893 plaatste *De Gids* een lang artikel getiteld 'De steenkool en de brandstoffen der toekomst', waarin werd gesteld dat het Verenigd Koninkrijk in de Europese jaarproductie van steenkool nog steeds voorop liep (170 miljoen ton), daarna kwamen Duitsland, Frankrijk en België met 60, 23 en 20 miljoen ton. Hoe lang zouden de reserves nog toereikend zijn voor de ontzaglijke vraag naar energie die steeds groeide? Ook nu spraken de deskundigen elkaar tegen, en net als in 1870 wees dit artikel op de alternatieven, wind- en getijdenkracht en zonnewarmte. Er waren een paar nieuwe mogelijkheden bijgekomen, turbines in watervallen (naar het voorbeeld van de krachtcentrale in de Niagara Falls), aardolie en de winning van waterstofgas. En net als vroeger werd op minder energieverstopping aangedrongen.

Zelfs in het energierijke Amerika was besparing een belangrijk thema geworden, getuige een opmerking in de *Scientific American* in 1892: 'Without doubt, one of the most important engineering questions of the day is that of the economical use of steam.' Een deskundige wees er in 1898 op dat het rendement van de stoommachine ondanks recente verbeteringen nog altijd laag was: 'onze beste stoommachines kunnen slechts 12-14% van de theoretische hoeveelheid warmte die de brandstof bevat, in nuttigen arbeid omzetten.'¹¹ De rendementsverbeteringen en besparingen wogen echter niet op tegen de altijd stijgende vraag. Af en toe schreef de pers over een 'steenkolen crisis', zoals het vakblad voor Nederlandse gasfabrikanten in 1901 deed. Het baseerde zich op een Engels artikel: de aanvoer van steenkool stagneerde, de prijzen liepen uit de hand, de mijnwerkers in Bohemen staakten. 'Als daar niet spoedig vrede gesloten wordt, zal de handel [daar] te gronde gaan, het verkeer per stoomboot en stoomtrein onmogelijk worden, de straten 's avonds zonder licht blijven en het volk zonder brandstof.' De bodem van de Europese mijnen komt in zicht, 'het is hoog noodig maatregelen te nemen om de verkwisting onzer steenkolen tegen te gaan'.¹²

Mijnbouw, uitputting. Rond het midden van de eeuw kwam de technologie om door te dringen in omgevingen die levensgevaarlijk waren. Experimenten tastten daar voorzichtig de grenzen af. In 1843 bleef iemand 'in gewone kleding' drie uur zonder verbinding met de buitenlucht in een duikerklok op de bodem van de Theems; zuurstof producerende chemicaliën hielden hem in leven. Andere onderzoekers hulden zich in leren pakken met glazen 'ogen' en chemische 'ademhalers' die hen in kelders met scherpe harsige rook beschermde.¹³ Zulke experimenten waren echter kinderspel vergeleken met wat er in de mijnen gebeurde. Tienduizenden mannen, aanvankelijk ook kinderen en trek-

dieren, werkten in steeds diepere gangenstelsels (in Engeland en België tot meer dan een kilometer onder de grond). Een labyrint zonder dag en nacht dat door ontploffend mijngas ook een begraafplaats kon worden, een duistere gevangenis van duistere energie, zwarte massa's in beweging. De kolenstromen die hier op gang werden gebracht leidden ertoe dat het machinale arbeidsvermogen in de Westerse wereld van een paar honderdduizend pk rond 1850 tot circa honderd miljoen pk rond 1900 toenam.¹⁴ Dat was het equivalent van twee miljard sterke mannen, een nieuw sterk slavenras.

Behalve de hoeveelheid arbeidsvermogen veranderde de steenkool de hoeveelheid licht. Ook op het terrein van de lichtproductie nam Engeland al vroeg in de negentiende eeuw in Europa de leiding. Alleen Engeland had kapitaal, techniek en energie genoeg om overal op het continent een infrastructuur voor de productie, de distributie en het gebruik van lichtgas op te zetten. De *Imperial Continental Gas Association* (ICGA) nam alles voor haar rekening, de vergunningen van de overheid, de bouw en exploitatie van de gasfabriek, de transportfaciliteiten voor de steenkool, de gasleidingen in de straten, de armaturen bij de klant. De eerste contracten daarvoor werden in de late jaren twintig gesloten, maar de doorbraak vond na 1850 plaats. Waarom toen? Vanwege die veel grotere hoeveelheid steenkool, ijzer, natuurwetenschappelijke kennis, nieuwsgierigheid die zich toen manifesteerde? Of vanwege de stroom goedkope en veilige lucifers die toen beschikbaar kwam en die het maken van vuur voor het eerst in de geschiedenis kinderlijk eenvoudig maakte? Duitsland, Engeland en vooral Zweden voorzagen de wereld van lucifers. Een Zweed patenteerde in 1855 de niet-giftige kop van rode fosfor, de nieuwe snij- en zaagmachines versnipperden de bomen tot een eindeloze voorraad stokjes – Zweden exporteerde rond 1880 circa 50 miljard lucifers per jaar.¹⁵ De doorbraak van het gasverbruik wordt geïllustreerd door de cijfers van Duitsland. Tussen 1826 en 1849 kregen 35 Duitse steden een gasbedrijf, in de jaren vijftig waren dat 176, in de jaren zestig 340. Toen waren de belangrijkste plaatsen voorzien. Het gasverbruik steeg echter onophoudelijk, van 45 miljoen m³ in 1859 naar 733 miljoen m³ in 1896. Dit verbruik was nagenoeg alleen voor verlichting, want pas na 1885 werd lichtgas in Duitsland soms voor verwarming gebruikt.¹⁶

Lichtgas werd ook wel voor de aandrijving van motoren gebruikt. Deze gasmotoren hadden een energetisch rendement dat rond 1900 veel hoger was dan dat van de beste stoommachines; hun energiekosten waren echter tienmaal zo hoog. Er was een type gasmotor dat volgens hetzelfde principe werkte (de beheerste explosie in cilinders) en waarvoor benzine werd gebruikt, een aardolieproduct. Ook de benzinemotor verkeerde rond 1900 nog in het experimentele stadium.¹⁷ Hij zou de mobiliteit van de volgende eeuw veroorzaken.

Het woord aardolie werd nauwelijks gebruikt; Amerikanen spraken wel van rock oil omdat die olie uit zachte gesteentelagen kwam. Die herkomst leverde de naam die het meest werd gebruikt, petroleum (Latijn: petra = rots, oleum = olie). Aardolie was al sinds de Babyloniërs bekend, maar het leek wel alsof ze pas in 1859 werd ontdekt. In dat jaar draaide iemand in Titusville, aan de rand van de steenkoolvelden bij Pittsburgh, voor het eerst een pijp (van gasbuizen) de grond in om naar olie te zoeken. Toen er olie omhoog kwam, werd olieboeren een rage, een epidemie, een geldkoorts. Dertig jaar later had aardolie de wereld veranderd, en zelf was ze 'een haast onontbeerlijk gebruiksgoed van de mensheid' geworden. De economische activiteit die ermee was verbonden werd in 1892 *one of the greatest industries of the world* genoemd. De toekomstige positie was ook wel duidelijk, 'het lijdt geen twijfel dat de petroleum, als de steenkoolproductie eenmaal merkbaar zal gaan af nemen, als plaatsvervangster van deze brandstof zal optreden.'¹⁸

De eerste toepassing waar aardolie steenkool verdrong was bij de aandrijving van oceanstomers. De voorraad steenkool had steeds een groot deel van de bruikbare inhoud van zo'n schip opgeëist; *De Opmerker* gaf in 1869 als voorbeeld de transatlantische stomer Persia, groot 3.500 ton, waarvan 1.400 ton voor de brandstof was gereserveerd. Proeven in 1868 en 1869 toonden aan dat aardolie het brandstofvolume tot een kwart kon reduceren, en het werk van de stokers was 'oneindig' minder. Een pomp regelde de toevoer van olie en lucht, 'de machine reikt zichzelf, gelijk een bezielde wezen, haar voedsel toe en eet het met regelmatigheid op.'¹⁹ Dat was geen grap maar het begin van een andere technische realiteit. In 1857 noemde een Nederlander de Amerikaanse pers bewonderend een machine: een beeldspraak die in feite wat achttiende-eeuws was, en die doelde op de rationaliteit en de systematiek van het fenomeen.²⁰ Een machine was in die opvatting een dood ding, niet meer dan een prachtig voorbeeld van filosofische, wetenschappelijke logica. Na het midden van de negentiende eeuw veranderde dat, machines begonnen organismen te worden die volgens eigen wetten, een eigen logica groeiden en een wereld schiepen waaraan de mens en zijn denken en voelen zich steeds meer moest aanpassen. Duitse technici, N.A. Otto, C.F. Benz en Rudolph Diesel, ontwikkelden tussen 1875 en 1900 de motoren van de toekomst, veel kleiner, zuiniger en sterker dan eerdere machines. Waren zij de scheppers van de automobilititeit die het gevolg van die motoren zou worden, of waren ze de instrumenten waarmee het organisme zichzelf voor de beslissende sprong naar de twintigste eeuw gereedmaakte? De machine reikte zichzelf als een bezielde wezen haar ontwikkelaars aan. Een benzinemotor stelde de Amerikaanse gebroeders Wright in 1903 in staat om een



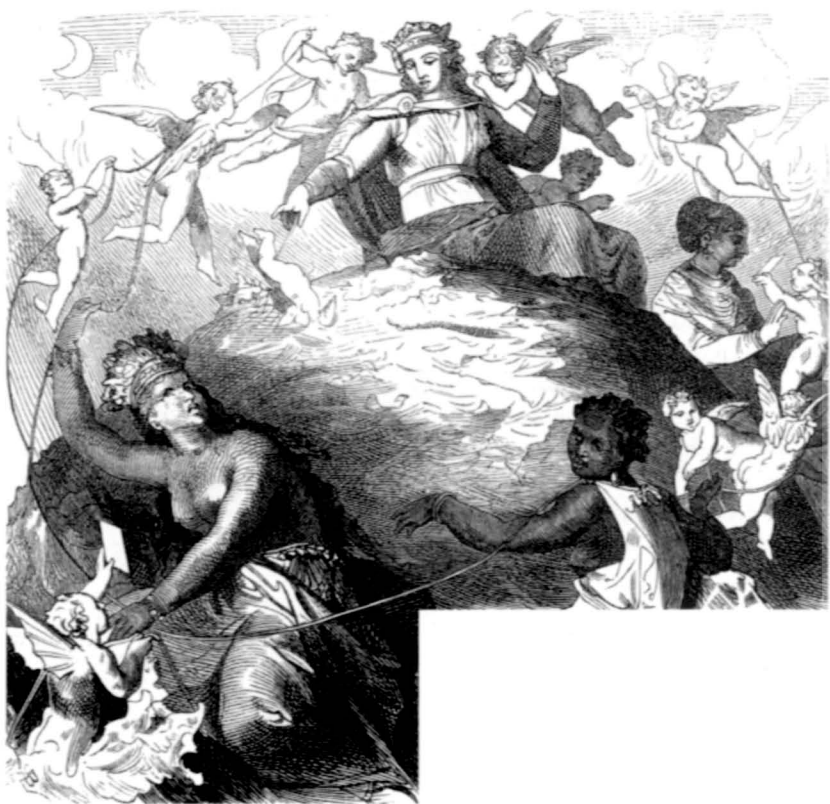
Allegorische voorstelling van de machinefabricage, uit Buch der Erfindungen VI, 1887.

aëroplane in de lucht te houden. Tien jaar werd aan verbeteringen gewerkt; in 1914 kwam de Grote Oorlog.

In dat jaar bestonden er maar een paar vliegtuigen, in 1918 waren er duizenden. Ging Darwin's *Origin of Species* ook voor machines op? Machines plantten zich voort volgens de ijzeren wetten van de natuur, met mutaties die uitstekend aan nieuwe omstandigheden waren aangepast zodat ze een dominante soort werden; andere soorten die zich niet konden aanpassen stierven uit. Ook auto's en vrachtwagens met een benzinemotor werden in die oorlog een dominante soort. Zonder hun mobiliteit en energie hadden de eindeloos lange loopgraven niet jaar in jaar uit bevoorraadt kunnen blijven. De reusachtige stoomhamers van de afgelopen decennia hadden hun uiterste best gedaan om extreme kanonnen ter wereld te brengen; in 1879 produceerden ze bij Krupp al een stuk geschut dat een granaat in een baan van vierentwintig kilometer kon brengen. Wie beweerde dat deze monsters niet leefden? De twee grootste stoomhamers werden door het personeel van Krupp Fritz en Max genoemd, het was trots op die twee sterke broers.²¹ De bewapeningswedloop was hún wedstrijd geweest, hun glanzende kanonnen waren op de Wereldtentoonstellingen stil en eerbiedig gestreeld door het publiek.

In 1883 hadden de gedachten en de handen van de Amerikaan Hiram Maxim een zelfladend geweer voortgebracht. Opnieuw was een dominante mutatie geboren. Razend vrat dat geweer volle patronen en gooide het de hulzen weg, het schoot als een filmprojector, een ratelende stroom van licht. Het doodde sneller dan de mens kon begrijpen. In de oorlog van 1914-1918 was het een schitterend succes, net als de auto's, de vliegtuigen en die kanonnen. In die apocalyptische uitbarsting waren machines uiterst alert, vitaal en haastig, de frontsoldaten bleven daarentegen haast onbeweeglijk, en wie van hen omhoog kwam stierf.

Benzine was lang een oninteressant restproduct geweest dat ook nafta, petroleumresidu of simpelweg petroleumafval heette. De 'vele miljarden liters petroleum' die rond 1893 per jaar in de wereld werden verbruikt,²² waren in de allereerste plaats lampolie, energie voor verlichting, vooral in de gebieden buiten het bereik van de gasfabrieken. De petroleumlampen waren in de laatste decennia van de eeuw tot technisch en esthetisch verfijnde mechanismen ontwikkeld; hun licht werd ook in de steden om zijn stille en reukloze verbranding en rijke heldere gloed zeer gewaardeerd. In Amerika, en na de opening van de transkaukasische spoorweg (1883) ook in Zuid-Rusland, werd de olie honderden kilometers door buizen (*pipe lines*) naar de opslagtanks en raffinaderijen gepompt. Vandaar gingen de producten en halffabrikaten naar de groeiende chemische industrie en consumentenmarkt, via tankwagens over de spoorweg of, sinds 1878, met speciale tankschepen van Amerika naar Europa.²³



Allegorische voorstelling van de elektromagnetische telegrafie, uit Buch der Erfindungen II, 1885.

De oliebronnen in Amerika, Rusland en Birma heetten onuitputtelijk, die van Roemenië, China, India en Japan 'rijk', de olievelden van Texas en bij de Perzische Golf waren rond 1890 nog onbekend. Maar deze rijkdom was onder de machtingen der aarde ongelijk verdeeld. Duitsland, tegen 1900 het grootste industrieland van Europa, had zelf geen olie, Frankrijk evenmin. Engeland had dat wel maar ver weg en met een kwetsbare aanvoerlijn. Amerika had olie uit eigen bodem maar het verbruik steeg, schaarste werd een kwestie van tijd. De suggestie dat de Wereldoorlog werd ontketend omdat de Europese grootmachten daarmee hun 'petroleumpolitiek' wilden realiseren, was misschien wat onge-nuanceerd.²⁴ Maar aan de andere kant: de beschikbaarheid van brandstoffen was voor de vitaliteit, de groei van naties van levensbelang. In het Midden-Oosten waren niet lang geleden enorme olievelden ontdekt, in woestijnen en nauwelijks bewoonde gebieden. Een lokale vraag naar olie bestond hier nauwelijks of niet, bijna al die olie zou voor het Westen beschikbaar kunnen zijn. Maar voor welke partij? Engeland en zijn bondgenoten Frankrijk en Rusland stonden tegenover Duitsland en zijn bondgenoten, het Oostenrijkse keizerrijk en Turkije, die samen een landbrug tussen Berlijn en de Perzische olievelden vormden. Historici hebben veel later opgemerkt dat de politieke rivaliteiten en conflicten in het Europa van 1900 tot 1914 opvallend overeenkwamen met de conflicten in de Europese olie-industrie.²⁵ Machines waren volgens Darwin's onwrikbare wetten een dominante soort in de werkelijkheid van 1900 geworden. De mensen in het hoog beschaafde Westen hadden geen andere keus dan dit feit onder ogen te zien. En dat deden ze met een onwrikbare, natuurlijke logica. Om de voedsel-voorraad van machines veilig te stellen bleken ze tussen 1914 en 1918 bereid om enkele miljoenen medemensen te doden.

Elektriciteit

Op een septemberavond in 1786 had de Bolognese geleerde Luigi Galvani voor zijn onderzoek een kikker gedood en geprepareerd, het lijkje bungelde aan een koperen haak die aan het tuinhek hing. Telkens als de kikker het ijzeren hekwerk even raakte, trok een spier de poot samen. De poot wenkte, een onzichtbare kracht haalde zijn ontdekking.

Galvani vermoedde dat die kracht ('dierlijke electriciteit') een stof in het kikkerlijf was, maar zijn landgenoot Alessandro Volta bewees tegen 1800 dat het contact tussen de twee metalen een spanningsverschil veroorzaakte met als gevolg iets wat Volta een elektrische 'stroom' noemde. Daarmee was de essentie van de galvanische batterij ontdekt, de energiebron die een paar decennia later de telegraaf mogelijk maakte. De telegraaf paste nog een tweede principe toe, dat van de elektromagneet, recent gevonden door de Engelse fysicus Michael

Faraday. Een ijzeren staafe klikte door in- en uitschakelen van de stroom heen en weer en fungeerde aldus als printer. Het derde principe, ook door Faraday gevonden (1831), was eveneens op het verschijnsel van de elektromagnetische inductie gebaseerd: een magneet en een klos geïsoleerd koperdraad die ten opzichte van elkaar bewegen kunnen een elektrische stroom opwekken en zo een energiebron worden. Dit derde principe zou in de negentiende eeuw spectaculaire toepassingen krijgen. Het kreeg eerst gestalte in 'magneto-electrische' machines, die beweging in elektriciteit en vervolgens elektriciteit in licht omzetten.

Zulke toepassingen die voor het midden van de eeuw ontstonden, waren voor het grote publiek weinig zichtbaar, ze speelden zich af in het domein van de geleerden en de uitvinders, en ook bij de telegraaf stonden de elektrische componenten in de bedrijfsruimten. Met de komst van de 'dynamo-electrische' machine, die in 1856 de magneto-electrische machine verbeterde en overbodig maakte, veranderde dat totaal. De eerste exemplaren werden op Wereldtentoonstellingen en elders gedemonstreerd, de zee van licht die ze produceerden, verrukte het publiek. Het was al in het begin van de jaren zestig geen probleem om 'toestellen te maken, die eene lichtkracht van 1600-2000 kaarsen bezitten'.²⁶ Rond 1870 waren de dynamo's door nieuwe verbeteringen compacter en krachtiger; daardoor produceerden ze ook meer en goedkopere stroom. Gewoonlijk zorgden stoommachines voor de aandrijving.

Zo begon de elektriciteit haar opmars: als de bron van licht dat krachtiger was dan gaslicht en dat, anders dan gas, volkomen stil brandde, en zonder de atmosfeer in het vertrek benauwd te maken. Door de succesvolle introductie van de elektrische gloeilamp (1880) kwam de prille elektrische industrie in concurrentie met de al oudere industrie van het gaslicht. De ironie van de situatie was dat de gasindustrie zelf haar concurrent tot bloei bracht, de ontwikkeling van de gasmotor en een steeds efficiëntere gasproductie in de jaren tachtig maakten de aandrijving van de dynamo's en daardoor de stroomprijs goedkoper. Hoewel de klantenkring van de elektriciteit nog klein was (wat fabrieken, representatieve openbare ruimten op straat en in gebouwen, enkele particulieren) had die nieuwe energie de belofte van de toekomst: met elektriciteit zou de consument zonder stof en moeite kunnen verlichten, verwarmen en apparaten doen bewegen. In 1889 noemde een Nederlandse waarnemer de energiemarkt in de Westerse wereld 'een strijd op leven en dood tusschen twee vijandige machten op dit gebied, het gaslicht en het electrisch licht'.²⁷ Vijftien jaar later kon worden vastgesteld dat die strijd geen verdringing van de ene energiebron door de andere was maar een heftige groei van beide, een productie van steeds meer licht, van welke soort dan ook. Het succes van de elektriciteit had de gasindustrie ook tot verbeteringen en prijsverlagingen gestimuleerd, met meer

Noot: de pagina's tussen pagina 176 en 181 vormen een misdruk (aangezien daar opnieuw de pagina's 173-176 meegebonden zijn). Het is niet duidelijk hoeveel pagina's hierdoor in het artikel ontbreken.

was de begeerte van de oliemagnaten die kleine producenten ruïneerden en met hun kartels de consumenten uitmolken, van de exploitanten van de steenkoolmijnen die tweemaal daags tienduizenden schimmen de ondergrondse loopgraven instuurden, van de eigenaren van de tapijtfabrieken waarin de kinderen die bleven leven in tien, twintig jaar tot oude mensen werden versleten. Het was de drang van de speculanten en industriëlen die hun hoge positie met hoge zijden cilinderhoeden markeerden en naar de oorlog verlangden omdat hun groei niet zonder destructie kon.

Hetzelfde gold voor de nationale staten, toonbeelden van beschaving, steunpilaren van de wereldorde. Eindeloze begeerte naar rijkdom kwam ook in volkeren tot leven. In 1854 bleek ook Zuid-Afrika goudvelden te hebben (bij Potchefstroom, in Transvaal), ook daar kwamen *gold rushes* op gang. Dertig jaar ging dat met nieuwe vondsten zo door, 'de goudkoorts leek periodiek op te komen, de tussenpozen werden steeds korter en de koorts liep steeds verder op'.⁴¹ Tegen het midden van de jaren tachtig werden grote goudvoorraden gevonden bij Johannesburg, een stadje van 5.000 blanken en ruim 1.000 zwarten: de Rand Fields bij Witwatersrand. Direct nam Engeland positie in door naast Transvaal Engelse kolonies te stichten, Beetsjoeanaland en Rhodesië. Een Engelse journalist die de Rand Fields in 1888 beschreef, noteerde dat 'een van Bismarck's overal aanwezige geheime gezanten' met een Zuid-Afrikaans stamhoofd praatte om diens land onder Duits protectoraat te krijgen. 'Het staat wel vast dat Duitsland ondanks alle vaak herhaalde mooie praatjes niet één steen op de andere zal laten om de heerschappij over Zuid-Afrika in handen te krijgen.'⁴²

Zover lieten de Engelsen het niet komen. Nadat ze in de jaren negentig de druk op Transvaal, de Oranje-Vrijstaat en Natal opvoerden, begonnen ze in 1899 de oorlog tegen de Boeren die in 1902 capituleerden. Alle uiterlijkheden van de beschaafde oorlog waren hier afwezig want nutteloos: de Engelsen braken de Boeren door hun boerderijen te verwoesten en hun vrouwen, kinderen en personeel in *concentration camps* op te sluiten. De begeerte naar goud en fortuin was een sterke drang, hij trok volken en miljoenen individuen naar zich toe om in hen te kunnen groeien; de bevoegde kringen, de politici en de geleerden plakten hun ideeën over beschaving en staathuishoudkunde daar later wel op, om zichzelf en anderen te doen geloven dat die wonderlijke razernij begrijpelijk en redelijk was.

Prof. dr. A. van der Woud, Faculteit der Letteren RuG, Postbus 716, 9700 AS Groningen

Noten

¹ Een historisch overzicht van de ontwikkeling die tot dat inzicht leidde: Max Planck, *Das Princip der Erhaltung der Energie*, Leipzig 1887, hfdst. 1. Planck was sinds 1880 een grote autoriteit in het energie-onderzoek, in 1900 formuleerde hij de 'constante van Planck' die fundamenteel werd voor de twintigste-eeuwse fysica.

² 'Goedkoopste steenkolen', *De Economist* 3 (1864) 108-109.

³ G. Emants, 'Oorzaken van armoede', *Vragen des Tijds* 15 (1889) II, 220; A.J.C. Snijders, 'De steenkool en de brandstoffen der toekomst', *Vragen des Tijds* 19 (1893) II, 28.

⁴ *De Opmerker* 9 nr 19, 9.5.1874; 10 nr 24, 13.6.1875; 13 nr 49, 7.12.1878.

⁵ *De Opmerker* 10 nr 35, 29.8.1875.

⁶ *De Opmerker* 10 nr 37, 12.9.1875.

⁷ 'De vordering van het stoomwerktuig', *De Opmerker* 15 nr 50, 11.12.1880.

⁸ 'Nieuwe stoomtuigen', *De Opmerker* 15 nr 29, 17.7.1880, overgenomen uit *Journal des Débats*.

⁹ Brits-Indië: *De Opmerker* 6 nr 17, 29.4.1871; Pittsburgh: *De Opmerker* 6 nr 25, 24.6.1871; Oekraïne: *De Opmerker* 3 nr 44, 31.10.1868; geleerde: *De Opmerker* 7 nr 46, 16.11.1872.

¹⁰ Zonnewarmte: Paul de Rémusat, 'Zonnewarmte, rechtstreeks aangewend in de nijverheid', *De Opmerker* 5 nr 3, 15.1.1870; 'Aanwending van de kracht der getijden', *De Opmerker* 7 nr 40, 5.10.1872 (overgenomen uit *Engineering*); C.W. Siemens, 'Over brandstof', *De Opmerker* 9 nr 26, 27.6.1874; 9 nr 27, 5.7.1874. Een van de experimenten met zonnewarmte (toestellen met spiegels die het zonlicht concentreerden) werd op de Wereldtentoonstelling van Parijs (1878) gedemonstreerd, 'waar ieder ze heeft zien koffie koken, vleesch braden en brandewijn destilleeren' (*De Opmerker* 13 nr 47, 23.11.1878).

¹¹ A.J.C. Snijders, 'De steenkool en de brandstoffen der toekomst', *Vragen des Tijds* 19 (1893) II, 18-51; 'New compound locomotive', *Scientific American* 66 (1892) nr 8; J.Z. Risch, *Raadgevingen omtrent gas- en petroleum-motoren (naar J. Lieckfeld vertaald en uitgebreid)* (Maassluis 1898) 61. A. van Oven stelde het rendement in 1886 nog op 11% ('De electriciteit en het sociale vraagstuk', *Vragen des Tijds* 12 (1886) I 1886, 24).

¹² C.I.P. Kampers, 'De steenkolen crisis', *Het Gas* 21 (1901) 1, 17-21. Een informatief contemporain artikel over de eindigheid van de kolenvoorraden: F.E.L. Veeren, 'De kolenrijkdom van Duitschland en eenige andere Europeesche Staten, in verband met de toekomstige uitputting der verschillende revieren', *De Natuur* 17 (1897) 298-302, 346-348, 361-364.

¹³ De duikerklok: *Bouwkundige Bijdragen* 1 (1843) 99-100. Leren pakken en kunstmatige ademhalers: *De Opmerker* 7 nr 24, 15.6.1872; een soortgelijke proefneming waarbij iemand in een vuur verbleef: *De Opmerker* 3 (1868) 11, 42.

¹⁴ Een Duitse berekening kwam in 1880 op een totaal internationaal vermogen van 23,5 miljoen pk plus 30 miljoen pk van de treinlocomotieven (*De Opmerker* 15 nr 29, 17.7.1880). A.J.C. Snijders citeerde in 1893 een pas gemaakte schatting van 45 miljoen pk, maar blijkbaar zonder het stoomvermogen op de spoorwegen dat toen sinds 1880 stellig ook gegroeid was bij te tellen ('De steenkool en de brandstoffen der toekomst', *Vragen des Tijds* 19 (1893) II, 19). Mijn 'circa 100 miljoen' rond 1900 is een extrapolatie van de twee schattingen van 1880 en 1893.

¹⁵ R.D. Nauta, 'Lucifers', *De Natuur* 7 (1887) 301-305.

¹⁶ C.H. Lindemann, *Arbeiterpolitik und Wirthschaftspflege in der Deutschen Städteverwaltung* (Stuttgart 1904) II, 11-13, die ook vermeldt dat in 1896 10% van het gas voor verwarming diende.

¹⁷ Risch, *Raadgevingen* (noot 12) 65-77.

¹⁸ Gebruiksgoed: Alexander Veith, *Das Erdöl (Petroleum) und seine Verarbeitung. Gewinnung, Verarbeitung, Untersuchung, Verwendung und Eigenschaften des Erdöles* (Braunschweig 1892) 1;

greatest industries: 'The Transportation of Petroleum', *Scientific American* 66 nr 9, 27.2.1892; geen twijfel: A.J.C. Snijders, 'De steenkool en de brandstoffen der toekomst', *Vragen des Tijds* 19 (1893) II, 44.

¹⁹ Kwart volume: *De Opmerker* 3 (1868) nr. 42, 175; pomp: *De Opmerker* 4 nr 31, 31.7.1869.

²⁰ B.W.A.E. Sloet tot Oldhuis, 'Boekbeoordeeling: Wetenschappelijke bladen. Eene bloemlezing van dergelijke werken uit het Buitenland, voor Nederland bewerkt, onder toezigt van Mr J.T. Buys en W.M. Logeman', *Tijdschrift voor Staatshuishoudkunde en Statistiek* 15 (1857) 190-191.

²¹ Deze namen en andere bijzonderheden over de fabriek van Krupp: 'Buitenlandsche berichten', *De Opmerker* 33 nr 17, 23.4.1898; de granaatvlucht van 24 km: *De Opmerker* 14 nr 30, 26.7.1879.

²² A.J.C. Snijders, 'De steenkool en de brandstoffen der toekomst', *Vragen des Tijds* 19 (1893) II, 45.

²³ Transport en opslag: Veith, *Das Erdöl* (noot 19), hfdst. 2 en 9; L.P. de Stoppelaar, *De petroleum industrie, in het bijzonder die van Nederlandsch Oost-Indië* (Amsterdam 1897) hfdst. 6.

²⁴ In Nederland geuit door F.S. Noordhoff, *De wereldstrijd om de petroleum* (Amsterdam 1928).

²⁵ Paul Hendrix, *Henri Deterding. De Koninklijke, de Shell en de Rothschilds* (Den Haag 1996) 123; ook pp. 149 en 156 over de strategische allianties.

²⁶ J.A. van Eijk, 'Elektrische verlichting door magneten', *Practische Volks-Almanak* 10 (1863) 134.

²⁷ A.J.C. Snijders, 'De strijd tusschen het elektrisch licht en het gaslicht', *VT* 15 (1889) I, 251.

²⁸ Lindemann, *Arbeiterpolitik* (noot 17) II, 18; over de relatie tussen de nieuwe gasmotoren en elektriciteitsproductie in Duitsland: pp. 17-19.

²⁹ 'Kort verslag', *Het Gas* 21 (1901) nr 6, 220.

³⁰ A. van Oven, 'De electriciteit en het sociale vraagstuk', *Vragen des Tijds* 12 (1886) I, 44-45, die voor zijn artikel enkele malen Arthur Wilke aanhaalt, een Duitse publicist over elektrotechniek en auteur van een veel gebruikt leerboek over dat onderwerp.

³¹ 'De elektrische industrie in Duitschland', *De Economist* 17 (1898) 942.

³² Berlijn: Lindemann, *Arbeiterpolitik* (noot 17), II, 20. Amerika: 'De elektrische industrie in Duitschland', *De Economist* 17 (1898) 942.

³³ Lindemann, *Arbeiterpolitik* (noot 17), II, 20.

³⁴ 'Een elektrische spoorweg', *Eigen Haard* 1180, 118; 'De elektrische spoorweg te Berlijn', *Eigen Haard* 1881, 243. *De Opmerker* 15 nr 7, 14.2.1880 citeert het Franse tijdschrift *La Nature* dat het project van Siemens besprak en o.a. meldde dat de snelheid van het spoor 3,5 m/sec (126 km/u) bereikte. Wonderen: 'Wij zijn gewoon aan wonderen': *De Opmerker* 13 nr 49, 7.12.1878, over een plan voor een spoorlijn door de Sahara.

³⁵ 'Invloed der goud-ontdekkingen op den algemeenen rijkdom en den stand van den interest', *De Economist* 1 (1852) 310-311.

³⁶ 'Nog iets over de goudaanvoeren', *De Economist* 1 (1852) 373-379 (overgenomen uit de Engelse *Economist*); 'Goud en zilver. De hermunting in Nederland', *De Economist* 3 (1854) 186; 'De nieuwe wereld', *De Economist* 3 (1854) 215-217. In geen van deze beschouwingen is de notie van economische groei aanwijsbaar.

³⁷ Vgl. W.A. Reiger, 'Eene milliarden-studie', *De Gids* 39 (1875) II, 312-338; 474-502, die zes Duitse en Franse studies behandelt.

³⁸ Malcolm J. Rohrbough, *Days of Gold. The California Gold Rush and the American Nation* (Berkeley/Los Angeles/Londen 1997) 29, een citaat uit een krant uit Missouri, 1849.

³⁹ F.J. van Uildriks, 'Het nieuwe goudland Klondike', *Vragen des Tijds* 24 (1898) II, 1898, 352 (Frankrijk), 360 (lente).

⁴⁰ W. Russell, 'Petrolia', *De Economist* 15 (1866) 311. De inwonertallen van Pithole: Ron Chernow, *Titan. The Life of John D. Rockefeller, Sr.* (New York 1999) 85-86. Zie ook 'Korte duur van eene stad', *De Opmerker* 9 nr 37, 13.9.1874: Pithole telde na zes maanden twee schouwburgen, een

muziekacademie, een dagblad en 74 hotels.

⁴¹ Edward P. Mathers, *Golden South Africa, or The Goldfields Revisited* (Londen 1888) 15

⁴² Mathers, *Golden South Africa* (noot 41), 349.