Joachim Krausse

Informatie in één oogopslag

Over de geschiedenis van diagrammen

Voor Michael Burke

I

Normaal gesproken is het diagram een met grafische middelen geproduceerd beeld, dat dient ter verheldering en communicatie van een bepaalde stand van zaken. Als zodanig vervangt het de techniek van het schrijven en rekenen en behoort het tot de vaste uitrusting van diverse vakgebieden, waarmee informatie wordt samengebracht en geordend, om haar vervolgens zo economisch mogelijk te kunnen overdragen en verwerken. In praktisch alle wetenschappen en de media berust de waarde van het diagram op deze eigenschap van economisering van informatie.

In tegenstelling tot de beeldende kunst, schilderkunst of grafische kunst bezitten diagrammen als afbeelding geen autonomie: ze worden gerekend tot het soort artefacten, die zonder legenda of verklarende teksten niet kunnen functioneren en altijd verwijzen naar een veronderstelde of begeleidende verhandeling. Daarom beschouwen we het diagram in de praktijk als een toegevoegde visualisering bij een tekst, als illustratie bij een voordracht, maar ook als een noodzakelijke vorm van verwerking van gegevens die in de medische, technische, sociale en natuurwetenschappen met behulp van tel- en meetinstrumenten verkregen worden. Het opstellen van een diagram lijkt hier slechts een laat stadium te zijn van een gecompliceerd en zich over vele stappen uitstrekkende procedure, die dient om de bevindingen in bondige *statements* of beoordelingen om te zetten. Opvallend is dat het Griekse woord 'diagram' op dezelfde wijze is samengesteld als het woord 'diagnose'. Inderdaad laat de geneeskunde bijzonder duidelijk zien, in welke omvang de diagnostiek is aangewezen op het diagram, van de koortscurve tot de kernspin-tomografie. In veel gevallen kunnen de onderzoeksresultaten pas worden geïnterpreteerd als de ruwe data in diagrammen geordend zijn.

Het gangbare vooroordeel moet dus worden tegengesproken dat diagrammen slechts bijzaak zouden zijn, afgeleide, secundaire vormen van iets, dat elders op andere wijze al goed geformuleerd is. Het feit dat diagrammen slechts transcripties zijn, betekent niet dat ze daardoor minder

Information at a glance

On the history of the diagram

For Michael Burke

I

Usually, the diagram is a chart, graph, drawing or figure produced by graphic means and which serves to explain and communicate the facts of a particular case. As such, it supplements the technologies of the culture of writing and calculating and thus is an integral element in the repertoire of practices with which information is ordered and prepared in order to transmit and process it as economically as possible. It is in this property of informational economy that lies the value of diagrams for almost all the disciplines as well as the publishing media.

In contrast to works of fine art – paintings, for example, or artist's prints – diagrams have no standing of their own; they belong to that class of artefacts for which legends or keys or expository texts are essential, and they always refer to a presupposed or accompanying text. We thus encounter diagrams in daily life as added visualisations of texts, as illustrations to lectures, but also as an indispensable form of processing data produced by means of counting and measuring instruments in medicine, technology, the social sciences and the hard sciences. Here, the provision of diagrams appears to be only a late stage in the complicated multi-step procedures that serve to translate findings into concise statements or evaluations. It is striking that the Greek word 'diagram' comes from the same root as the word 'diagnosis', and in fact in medicine we see particularly clearly to what extent diagnosis is dependent on diagrams, from the temperature chart to magnetic resonance tomography. In many cases the findings can only be interpreted when the raw data has been organized into the form of diagrams.

One is therefore obliged to contradict the common assumption, according to which diagrams are only accessories – simply derivatory, secondary forms of something that has somehow, somewhere already been effectively formulated. No argument for a reduction in status

waard zijn. De invoering en toepassing van Arabische cijfers waren tenslotte ook 'slechts' een transcriptiemethode, waar we desondanks de algebra aan hebben te danken. Het valt niet te ontkennen dat visualisering in de wetenschap traditioneel als ondergeschikt is beschouwd en wordt gezien als een hulpmiddel dat weliswaar praktisch, maar niet onmisbaar is. Dit is slechts te begrijpen vanuit de geschiedenis van de wetenschappen en de zich slechts langzaam veranderende verhouding tussen de schone en de mechanische kunsten.
In deze geschiedenis heeft zich ook een hiërarchie ontwikkeld in uitdrukkingsvormen van kennis, waarbij de geschreven tekst is verkozen boven het rekenwerk, en deze op zijn beurt boven visualiseringen, diagrammen, kaarten en modellen. Een gevolg van deze traditie is het opvallende ontbreken van een wetenschap van visualisatie, van diagrammen in het algemeen.
Er zouden grote lacunes opgevuld kunnen worden die ondanks enkele afzonderlijke inspanningen nog steeds bestaan tussen de algemene tekenleer, de semiotiek en semiologie, en zorgvuldig bestudeerde specialismen, zoals de iconografie of de cartografie. Deze wetenschap van de visualisatie of van diagrammen in het algemeen zou diagrammen, kaarten en modellen moeten omvatten. De verschillende symboolhandelingen en transcripties waarop deze visualisaties zijn gebaseerd, zouden dan in verband kunnen worden gebracht met de symboolhandelingen en transcripties die in de wetenschappen bij bewijsvoering als vanzelfsprekend worden ingezet, echter zonder dat hun aandeel in de kennisvergaring wordt overdacht.

Waarom is alleen de cartografie een zelfstandige en volwaardige discipline geworden? Ongetwijfeld zijn het de uiterst praktische vereisten van navigatie, logistiek, bereikbaarheid en kolonisatie geweest en de daarmee samenhangende constructie- en bouwpraktijk die aan de cartografie in de moderne tijd een zo belangrijke positie van zowel kunst als wetenschap hebben verleend. Haar uitzonderingspositie werd pas echt een voorrecht toen het slagen van elke politieke, militaire en economische operatie afhankelijk werd van de mate waarin vrij beschikt kon worden over weinig bekende gebieden, vreemde landen en zeeën. Deze vrije beschikbaarheid was alleen veilig te stellen door middel van een visuele vertaalslag, die waarnemingsfeiten met behulp van regels omzet in een leesbare grafische voorstelling, die vervolgens in de

can be deduced from the statement that diagrams are simply transcriptions; after all, the introduction and use of Arabic numerals were also 'only' a new method of transcription, which we nonetheless have to thank for algebra. One cannot ignore the fact that visualisation has traditionally been treated by the sciences as secondary; although in theory, its status was that of an auxiliary aid or messengers, in case of need, it was indispensable.
This becomes comprehensible only when one takes into account the history of science and the slowly changing relations between the fine arts and the applied arts. In this history we find certain hierarchies perpetuated in the form of articulations of knowledge that privilege the written text over sets of figures, and the latter over visualisations, diagrams, maps and models. One consequence of this tradition has been the notable lack of a science of visualisation, of diagrams in general. There are large gaps to be closed here, that still exist between a general theory of signs, semiotics or semiology and special fields such as iconography or cartography, in spite of individual efforts. The science of visualisation or of diagrams in general would have to cover diagrams, maps and models, so that the treatment of symbols and transcriptions which comprise designing and planning could be brought into relation with the very different treatment of symbols and transcriptions by the sciences in order to produce evidence or manifestness without reflecting on its share in the production of knowledge.

Why is it only cartography that achieved the status of an autonomous and highly esteemed discipline? It was undoubtedly due to the wholly practical requirements of navigation, logistics, conquest and colonisation and the construction and building activities which went with them that cartography acquired such a privileged position as an art and a science at the same time. However, its special status only became privileged because every political, military and economical operation was crucially dependent on the extent of the control that could be exercised over little-known territories, foreign countries and bodies of water, and because these opportunities for control were secured first and foremost by a visual transcript which translated the characteristics that could be observed – in accordance with a code of rules – into readable graphic elements that could be

vorm van de kaart onafhankelijk van plaats en personen gebruikt kan worden. Met het verdwijnen van plaats- en persoonsgebondenheid en het gelijktijdig vaststellen van een aantal typische kenmerken van een objectgebied door deze grafisch vast te leggen en te reproduceren, komen twee aspecten van de mobilisatie naar voren. Het eerste is het optekenen van plaatskenmerken door reizende cartografen. Ten tweede worden door kaarten toekomstige reizen, investeringen of militaire doeleinden in verre gebieden mogelijk gemaakt. In talrijke studies over de geschiedenis van de media is dit mobiliseringseffect als eigenschap van de moderne media in verband gebracht met het ontstaan en de vergroting van macht. Bruno Latour heeft dit als volgt samengevat: 'Hoe kunnen verre en vreemde plaatsen en tijden worden verzameld op één plaats in een vorm die het mogelijk maakt dat alle tijden en plaatsen gelijktijdig zichtbaar zijn, en waarin het tevens mogelijk is dat deze reeksen terugkeren naar hun plaats van herkomst? Spreken over macht is een eindeloze en duistere onderneming; spreken over afstand, verzameling, precisie, opsomming of overbrenging enzovoort is daarentegen een empirische aangelegenheid... In plaats van grootschalige eenheden te gebruiken om wetenschap en technologie te verklaren, zoals de meeste wetenschapssociologen doen, zouden we moeten vertrekken vanuit de notaties en hun mobilisatie en nagaan hoe zij kleine eenheden helpen omzetten tot grotere.'[1] De grote mannen uit de geschiedenis blijken dan bij nadere beschouwing kleine figuren met goede kaarten.

Dit mobiliseringsaspect geeft echter nog geen reden voor een grondige en dringende analyse van grafische visualisaties. Zoals het vroege mediahistorische onderzoek van Harold A. Innis reeds heeft aangetoond: mobiliteitstoename en mobiliseringseffecten zijn kenmerken van praktisch alle nieuwe media en notatiewijzen in de geschiedenis; met deze eigenschappen winnen zij het eenvoudigweg van het oude systeem. Bij het mobiliseringaspect kan echter alleen de externe samenhang worden beschouwd, terwijl de interne verbanden, dat wil zeggen de geestelijke gesteldheid van dergelijke vernieuwingen, onopgehelderd blijven.

Laten we de hier gebruikte voorbeelden beschouwen, zonder ons te verliezen in een filosofie van mentaliteiten en innovaties. Laten we bij het voorbeeld van de kaart blijven, die hier als representant kan worden

1
Latour 1990, p. 56.

used in the medium of the map, independent of the person and locality. In the dissolution of the link between location and person and at the same time, the securing of the complex of unique characteristics of the object 'territory' through fixing it graphically and reproducing it by printing, a double aspect of mobilisation appears, that of the traveller being able to take with him the characteristics of a place and, once removed, having at his disposal future journeys, investments or military operations, all of them rendered possible by the map. In numerous individual studies in media history, this mobilisation effect proper to modern media has been brought into relation with the emergence and spread of power. Bruno Latour gives us a resumé: 'How can distant or foreign places and times be gathered in one place in a form that allows all the places and times to be presented at once, and which allows orders to move back to where they came from? Talking of power is an endless and mystical task; talking of distance, gathering, fidelity, summing up, transmission, etc., is an empirical one... Instead of using large-scale entities to explain science and technology as most sociologists of science do, we should start from the inscriptions and their mobilization and see how they help small entities to become large ones.'[1] The great men of history turn out to be little men with good maps.

All the same, in the mobilisation aspect one does not find any adequate reason for a particularly urgent analysis of graphic visualisations, for the gains in mobility and mobilisation effects are characteristic of almost all the new media and forms of inscription in history, as the early media history analyses of Harold A. Innis have shown; with these properties, they prevail over the older ones. Under the aspect of mobilisation, only external influences can be examined; as to the internal correlations – the intellectual disposition of such innovations – we remain indeed in the dark.

Let us enquire into the internal patterns of influence, without losing ourselves in a philosophy of mentalities and innovations. And let us keep to the example of maps, which can stand here for the other graphic types of visualisation. Today it is commonplace to speak of mental maps and mental images, which is to say inner or intellectual maps and pictures.

In the sixties and the seventies,

beschouwd van de andere grafische visualiseringstechnieken. Het is vandaag de dag een gemeenplaats om over 'mental maps' en 'mental images' ofwel innerlijke of mentale kaarten en beelden te spreken.

Een overwegend kwantitatief ingestelde geografie heeft in de jaren zestig en zeventig de psychologische kant van het oriënteren, het ruimtelijk en topografisch herinneren en tenslotte ook het lezen van kaarten en tekensystemen opnieuw ontdekt, niet in de laatste plaats omdat de groeiende onoverzichtelijkheid van de gebouwde omgeving het noodzakelijk maakte 'te weten, hoe wij in een stad onze weg vinden, hoe wij ons over plaatsen op de hoogte stellen, hoe kinderen de omgeving leren begrijpen enzovoort'.[2] Om die reden hielden psychologen, antropologen en enkele geografen zich bezig met het vraagstuk van 'mental mapping'.

De ontdekking van een denkbeeldige samenhang tussen geo- of topografische kaarten en hun betekenis als 'mental map' gaat terug op de Britse geograaf Halford J. MacKinder (1861-1947). Deze sprak over 'het kaart-achtig karakter van het denken' dat een rol speelt bij politieke, economische en militair-strategische beslissingen: 'Het kaart-achtige karakter van het denken is op economisch gebied even pregnant aanwezig als op strategisch gebied.'[3] Dat kaarten onze kijk op de wereld tot op zekere hoogte kunnen bepalen, erkende MacKinder in de jaren voor de Eerste Wereldoorlog, toen hij zich verdiepte in de functie van kaarten in het onderwijssysteem van het Duitse keizerrijk. Van kinds af aan was de Duitser geleerd om 'in kaarten niet slechts de conventionele grenzen te zien opgetekend op stukken papier, maar permanente fysieke mogelijkheden – middelen en wegen in de letterlijke zin van het woord. Zijn "Real-Politik" bestaat in zijn gedachten op een mentale kaart.'[4] Vervolgens beschrijft hij de inbedding van de cartografie in een net van geografisch onderzoek, universitair onderwijs, uitgeverijen van kaarten en aardrijkskunde-onderwijs op scholen, zoals dit zich in Duitsland sinds Alexander von Humboldt heeft ontwikkeld. MacKinder is de eerste geweest die de kaart beschreef als onderdeel van een complex cultureel systeem, waarin de fysieke beschrijving van de wereld niet denkbaar is zonder een centraal moment van verbeelding. MacKinders opvatting dat de kwaliteit van cartografische visualiseringen slechts bereikt kan worden door cartografen die tevens geograaf zijn, kan het misverstand doen ontstaan dat het bij

2
Downs / Stea 1982, p.15.
3
MacKinder 1919, 1962, p. 22.
4
Ibid. p. 21.

a primarily quantitatively oriented geography had the task of rediscovering the psychological side of orientation, of spatial and topographical remembrance, not least because increasing difficulty in gaining an overview of the built environment made it urgent 'to know how we are to find our way about in a city, how we come to agreement about places, how children learn to grasp the environ ment'.[2] For this reason, psychologists, anthropologists and a few geographers concerned themselves with the problem of 'mental mapping'.

The discovery of an imaginary correlative to geographic or topographic maps and their description as 'mental map' goes back to the British geographer Halford J. MacKinder (1861-1947), who spoke of the 'map habit of thought' that played a role in political, economical and military/strategic decisions: 'The map habit of thought is no less pregnant in the sphere of economics than it is in that of strategy.'[3] In the years before the First World War, MacKinder recognized that maps could inform our views of the world to a large extent, as he analysed the status attributed to maps in the education system of the German Kaiserreich. From childhood on, the German had been taught 'to see in maps not merely the conventional boundaries established by scraps of paper, but permanent physical opportunities – ways and means in the literal sense of the words. His Real-Politik lives in his mind upon a mental map.'[4] And then he described how cartography was embedded in a network of geographic research, teaching at the universities, map publishing houses and geography teaching in schools, as it had developed in Germany since Alexander von Humboldt. MacKinder is indeed the first to have described the map as component of a complex cultural system in which the physical description of the world is not to be reflected without a central moment of the imagination. When MacKinder draws our attention to the quality of cartographic visualisation that can be achieved only by a cartographer who is also a geographer, he forestalls the misunderstanding that visualising is only a question of an accurate transcription of data

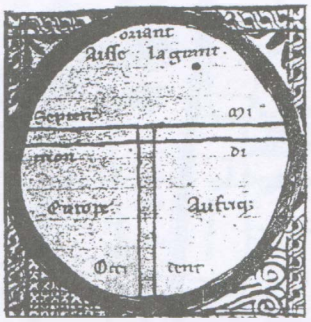
We become directly aware of the imaginary correlatives of cartography when we deal with the sketches of routes made by a layman or a child, with maps from other cultures or historical maps

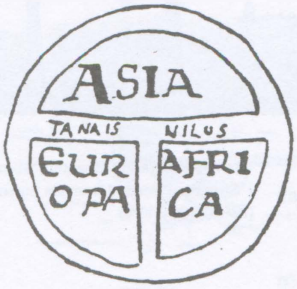
visualiseringen alleen gaat om de uitvoering van een waarheidsgetrouwe omzetting van gegevens.

We worden ons onmiddellijk bewust van die samenhang in de cartografie die op inbeelding berust, als we kijken naar routeschetsjes van een leek of een kind, kaarten uit andere culturen of historische kaarten uit een voorwetenschappelijke periode van de cartografie. We komen weinig te weten over het gebied zelf, maar veel meer over hoe het gezien en beschreven wordt, welke kenmerken belangrijk worden gevonden en welke maatstaven hieraan ten grondslag liggen.

Ik zal dit duidelijk maken aan de hand van twee voorbeelden van middeleeuwse kaarten. De hedendaagse beschouwer zal het eerste voorbeeld meer zien als een schema dan als een kaart. Ze worden T-O-kaarten genoemd naar het onmiddellijk herkenbare schema van een cirkel die door een T in drie stukken wordt verdeeld. De bovenste helft is te herkennen als Azië, de twee onderste kwarten als Europa en Afrika. Hiermee wordt de aardschijf afgebeeld, omsloten door een oceaan, horizontaal gedeeld door de Donau en de Nijl en verticaal door de Middellandse zee. Er zijn nauwelijks geografische aanknopingspunten, omdat de kaart in de eerste plaats moet worden begrepen als een schema met symbolische betekenis. De O verbeeldt de cirkel van de wereld, het Latijnse 'orbis', de T staat voor het kruis van Christus, de driedeling van de wereld tenslotte staat voor de zonen van Noach. In het snijpunt van de T dat tevens middelpunt van de cirkel is, bevindt zich Jeruzalem, de heilige stad, bestemming van pelgrims en kruisvaarders. Vergelijkbare Arabische kaarten waren op Mekka georiënteerd. Op T-O-kaarten ligt het oosten boven en daarmee zijn ze te plaatsen in de religieuze traditie van de Zonnecultus tot aan het christendom. Hiervan is ook ons woord 'oriëntering' afgeleid. Dit tussen de achtste en vijftiende eeuw wijdverbreide T-O-schema 'oriënteerde' dan ook meer dan alleen in geografische zin; het gaf de wereld met behulp van dit centrale geloofssymbool een overtuigende en overzichtelijke structuur, die zeer goed in staat was het geloof te bekrachtigen. Op deze manier bekeken lijkt de T-O-kaart meer een voorbeeld van een ideogram dan van een kaart.

Het tweede voorbeeld gaat terug op de Romeinen en het in die tijd ontwikkelde systeem van lange-afstandswegen. Hier ontstaat het prototype van de wegenkaart die 'itineraire kaart' wordt genoemd ('iter'



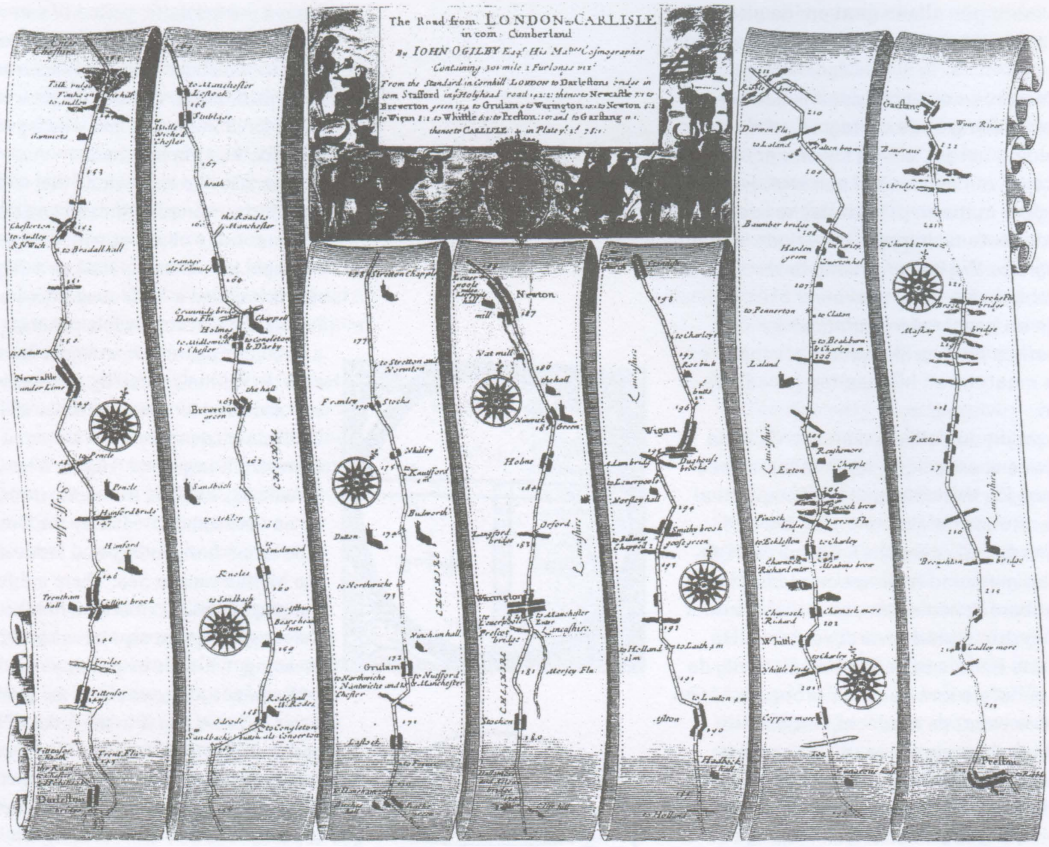


T-O-kaarten: vroege 14e en 15e eeuw / T-O-maps: early 14th and 15th century

from a pre-scientific period of cartography. We learn less about the territory than we do about how this is seen and described, which characteristics were considered important and which yardstick of value was implemented.

I would like to illustrate this with the aid of two examples of mediaeval maps. A present-day observer will see the first example less as a map than as a diagram, and it is called a 'T-O' map after its immediately recognizable pattern: a circular ring, the O, around a circular area divided into three by a T. Its top half is considered to represent Asia, while the bottom two quarters are considered to represent Europe and Africa. What is visualised is a disk, the earth surrounded by an ocean and divided by the Don and Nile rivers horizontally and vertically by the Mediterranean Sea. There are few geographic points of orientation because the rough diagram also has a symbolic meaning, which is its primary one. The O corresponds to the circle of the world, *orbis* in Latin, the T to the cross of Christ, and the tripartite division of the world to the three sons of Noah. At the junction of the T, the centre of the disk, is Jerusalem, the holy city that drew the pilgrims and the Crusaders. Comparable Arabic maps were centered on Mecca. In T-O maps, the east is at the top and thus they belong to the religious tradition of cults of the sun until Christian times. That is where our word 'orientation' comes from. This T-O scheme, widespread between the eighth and fifteenth centuries, was supposed to 'orient' in more than just a geographical sense: with the aid of a central symbol of belief, it gave the world a convincing and impressive structure that was well adapted to buttressing belief. If we look at it this way, we are dealing less with a map than with an ideogram.

The second example goes back to the system of long-distance routes developed in Roman times; it forms the prototype of road and route maps and is called an itinerarium or itinerary map (after the Latin *iter*, to go, path, way, stride). At first the itinerarium was a travel journal in which the stops along the way were recorded. The graphic form that became widespread with mediaeval pilgrimages was a line, usually running vertically, in the middle of a strip of paper, papyrus or parchment, on which were recorded the relevant stops along the way, the cities, monasteries or abbeys, chapels, and later



Van het itinerarium afgeleide 'strip-map' / 'Strip-map' derived from the itinerary (John Ogilby 1675)

betekent weg, gaan, gang). De itineraire kaart is in de eerste plaats een reisboek, dat de stopplaatsen van de reisroute aangeeft. De grafische vorm die in de middeleeuwen met de pelgrimsreizen verder verspreid werd is een lijn, meestal verticaal lopend in het midden van een strook papyrus of perkament, waarop de relevante haltes van de reisroute, de steden, kloosters, kapellen en later ook wachtposten en bezienswaardigheden ingetekend zijn. Als mengvorm tussen afbeelding van de route en reisbeschrijving zijn de itineraire kaarten in letterlijke zin een protocol voor de waarneming. Er is weinig informatie over het gebied af te lezen, afgezien van de op de route liggende bijzondere punten en soms een enkele aanwijzing over de bodemgesteldheid. Oftewel: het gebied zelf wordt overgelaten aan de verbeelding. De krachtige loodrechte lijn die de weg weergeeft is niet topografisch en lijkt niet op de werkelijke weg, maar is een diagram in engere zin, dat slechts de punten van de halteplaatsen aan elkaar koppelt door middel van een schakelverbinding. Naast de volgorde is de belangrijkste informatie over deze reeks van halteplaatsen de onderlinge afstand. Het achterliggende principe van de itineraire

the sights. In their mixture of route representation and journey description, itineraries are protocols of experience in the literal sense. Little is shown of the territory, apart from features along the way; sometimes there are references to the type of soil. In short, the territory is left to the imagination. The dark line that represents the route is not topographic and has no similarity of form with the actual route; it is a diagram in a stricter sense, merely linking up the points that mark the stops along the way, a sort of concurrent linking. For the most important information after the sequence of stops is the distances between places. The principle of the itinerary, whether it was a matter of the descriptive text or the graphic representation on the strip-map, was consistently that of the list. Descriptions are given by listing, calculations are made by listing, plotting is done by listing. It is a primitive form of digitalised data processing.

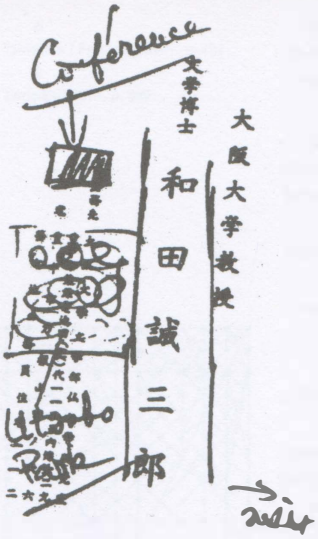
Itineraries are not a defunct form, as the strip maps in the newest *AA Road Guide to Britain* show. The itinerary seems to be an elementary type of description and visualisation when we tell

kaart, zowel van de beschrijvende tekst als van de grafische voorstelling op de lijnvormige kaart, is dus opsommend. Er wordt opsommend beschreven, gerekend en getekend, als een primitieve vorm van gedigitaliseerde dataverwerking.

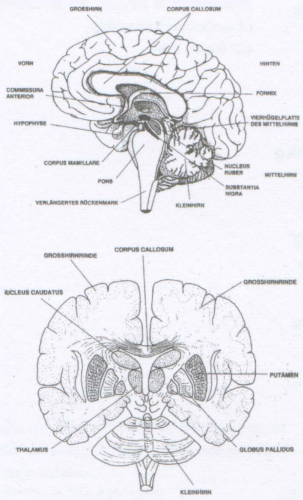
Dat de itineraire kaart geen historisch achterhaalde vorm is, laten de lijnkaarten in de nieuwste *AA Road Guide* voor het Britse wegennet zien. De itineraire kaart blijkt een elementair beschrijvings- en visualiseringstype te zijn, die we telkens gebruiken als we iemand de weg wijzen of een routeschetsje maken. We tellen zoiets als stoplichten of zijstraten tot de volgende afslag en geven daarbij voor de zekerheid de markante punten aan zoals grote gebouwen, parken enzovoort, die dan visuele herkenning en daarmee de terugkoppeling naar de schets mogelijk maken. Precies hetzelfde doen we als we in een onbekend gebied of stad met behulp van een wegenkaart rijden. We tellen vanaf de kaart en vergelijken de markeringspunten met de tekens die op de kaart staan. Deze tekens, in de cartografie signaturen genoemd, zijn te herleiden tot de halteplaatsen in de itineraire kaart en krijgen vanaf de late renaissance een vaste plaats op de moderne kaart.

II

Na de Tweede Wereldoorlog werd de doorbraak van de cybernetica en de cognitiewetenschappen tezamen met de computertechnologie niet alleen duidelijk als oplossingspoging voor het type opgave 'Design for a Brain' (Ashby). Zij werd in toenemende mate ingezet als strategie voor de modellering van bepaalde mentale processen zoals geheugen, logische deductie, leren, patroonherkenning, taal enzovoort. Het grootste deel van het onderzoek in de neurofysiologie richtte zich op het lokaliseren van neurale functies in de hersenschors. Aangezien men erkende 'dat elk punt op de huid of het netvlies correspondeert met een punt op het hersenschorsoppervlak, dan kan men dus van een corticale "kaart" van het gevoelszintuig spreken'.[5] Het andere bekende voorbeeld van het gebruik van grafisch materiaal als verklarend model voor neuronale functies zijn de schakeldiagrammen van synaptische verbindingen tussen neuronale cellen. De grafische opschriften, diagrammen en kaarten worden conceptuele overdrachtsmodellen tussen de technische constructies en het cerebrale systeem. Hierdoor ontstaat een stroom van diagrammatische metaforen, die deze modellen in beide richtingen



Japanse route-schets voor een vreemde / Japanese route-sketch for a stranger (R. Barthes, 1970)



Topografie van de menselijke hersenen, lengte- en dwarsdoorsnede ter hoogte van de thalamus en het basale lichaam / Topography of the human brain; longitudinal and cross section at the thalamus and the basal body (G. Roth, 1991)

5
Calvin 1989, p. 181.

someone how to get somewhere or, if he does not understand our language, when we make a sketch of the way. We number off something, usually traffic lights or cross-streets, until the point where one turns off, and in order to be sure, we add the description of 'features', buildings that are striking, parks and so on, that enable the stranger to recognize visually and check how successful he is in following the directions. We do exactly the same when we follow the map when driving in a region with which we are not familiar, or in a city we do not know: We number off that which the map lists, and assure ourselves that the right features are where their symbolic representations on the map say they should be. These latter, which are called 'signatures' in cartography, are derived from the realistic representations – not yet become symbolic – of the stops on the itinerary; in the late Renaissance they won their place on the modern map.

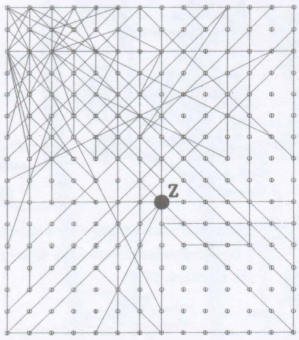
II

The breakthrough of cybernetics and the sciences of cognition after the Second World War represented not only the type of task called 'Design for a Brain' (Ashby), but increasingly a strategy for modelling certain functions of cognition, such as memory, logical thought, learning, recognizing patterns, language etc. A large proportion of the work in neurophysiology concerned the localisation of neural functions in the cortex. And as it was recognized 'that there is a point-for-point correspondence between the surface of the skin or the retina and the surface of the cortex, it also makes sense to speak of a map of the cortex of the sensory surface'.[5] The other celebrated case of retrospective uses of graphic artefacts as explanatory models of internal neuronal functions are the wiring diagrams of the synaptic links between the cells. The graphic inscriptions, diagrams, maps, networks become the conceptual model of transmission between technical constructions and the cerebral system. That is the reason for the flood of diagrammatic metaphors that transport this model in both directions, and thus offer the possibility of translation. The proliferation of such metaphors makes it difficult for scientists to use their purloined designations in a literal sense. This is what Calvin, for example, said about the connectionistic computer

voeren, omdat zij vertaalvoorstellen doen. De wildgroei van deze metaforen maakt het de wetenschappers moeilijk om de uit hun verband gerukte begrippen nog in hun letterlijke betekenis te gebruiken. Zo zegt Calvin bijvoorbeeld over de computerexperimenten die 'neuronale netwerken' genoemd worden, 'dat de neuronale biologen gedwongen worden om van èchte neuronale netwerken te spreken, alleen omdat de natuurkundigen, wiskundigen en KI-lieden hun lesjes niet goed geleerd hebben'.[6]

Zo vergaat het ook de cartograaf die verneemt dat Gilles Deleuze over Foucault zegt dat deze geen schrijver is maar een 'nieuwe cartograaf', echter wel een die nog nooit een kaart getekend heeft. Feitelijk gaat deze omgekeerde (upside-down) definitie van het filosofie-beroep niet alleen op Foucault terug, maar op de gehele poststructuralistische stroming en hun karakteristieke metaforiek van kaarten, diagrammen en netwerken. Foucault analyseert het ontwerp van Benthams panopticum, een gevangenis die het controleprincipe invoert van 'zien zonder gezien te worden'. Voor hem is het diagram 'een machtsmechanisme teruggebracht tot zijn ideale vorm. (...) Zijn functioneren kan weliswaar voorgesteld worden als een zuiver architectonisch en optisch systeem, maar eigenlijk is het een politiek-technologische figuur, die we los kunnen en moeten zien van iedere specifieke toepassing. (...) Het panopticum verschaft de formule voor deze generalisatie. Vanuit een elementair en makkelijk overdraagbaar mechanisme programmeert het het basale functioneren van een samenleving die volledig is doortrokken van disciplinerende mechanismen.'[7]

Diagrammen worden hier opgevat als 'abstracte machines', die ingeschreven zijn in 'concrete machines', dit wil zeggen gebouwen, instellingen en apparaten. Als maatschappelijke mechanismen zijn ze immanent aan de functionele schema's van de objecten. 'Maar wanneer het waar is', schrijft Deleuze, 'dat deze abstracte machines alleen door middel van de concrete machines kunnen functioneren, dan hebben deze op hun beurt alleen betekenis in relatie tot de abstracte machine, welke zij op verschillende niveaus en in verschillende vormen in het spel brengen. Het diagram, de abstracte, in het maatschappelijk veld coëxisterende machine, heeft altijd de rol van immanente, gemeenschappelijke, maar niet eenheid brengende oorzaak. Het is zelfs voorstelbaar om aan elke concrete machine bepaalde



Netwerkdiagram van modelneuronen: netwerk van cellen voor het activeren van associatieve gedachten / Networkdiagram of modelneurons: networking of all cells for the activation of associative thoughts (G. Roth, 1991)

6 Calvin 1989, p. 3657.

7 Foucault 1977, p. 288.

experiments that were united under the name 'neuronal network': 'Neurobiologists find it absurd when they now have to speak of a "real neuronal network", just because the physics, maths and AI people have not learnt their lesson.'[6]

It must be similar for the cartographer when he learns that Gilles Deleuze said of Foucault that he was 'not a writer', but 'a new cartographer', indeed, one who never drew a map. In actual fact, not only does this job description – which, for a thinker, is back-to-front – originate with Foucault himself, but it is also a metaphorics of maps, diagrams, networks and systems characteristic of him and the poststructuralist school. For Foucault, who analysed the project of Bentham's panopticum, a prison that introduced a principle of surveillance, that of 'seeing without being seen' in terms of its organising principle, the diagram is a 'mechanism of power reduced to its ideal form; although its functioning (...) can be conceived of as a purely architectural and optical system, it is actually a form of political technology that one can and must distinguish from its specific use. (...) The panopticon supplies the formula for this generalization. On the level of a simple mechanism, easy to understand, it programs the elementary functioning of a society entirely pervaded by disciplinary mechanisms.'[7] Here, diagrams are understood as 'abstract machines' that are inscribed and inherent in buildings, institutions and apparatus. As social mechanisms, they are immanent as function diagrams in the objects. 'But if it is true', writes Deleuze, 'that the abstract machine can only be materialized in these concrete machines and connect ions, then in reverse, they are only of value in the context of the abstract machine or the diagram that brings them into play on different levels and in function of different forms and substances. The diagram, the abstract machine coexistent with the social field always plays the role of an immanent, joint, but not standardizing (first) cause. One could even imagine allocating to every concrete machine particular coefficients that correspond to the degree of materialisation of the diagram.'[8]

When one considers the key role that diagrams play for the identification of social practices and social order in the thought of Foucault and Deleuze, it is all

coëfficiënten te geven, die overeenstemmen met de mate van verwerkelijking van het diagram.'[8]

Gezien de centrale positie die diagrammen in het denken van Deleuze en Foucault innemen voor de identificatie van sociale mechanismen en maatschappelijke ordeningen, is het merkwaardig dat Deleuze en Foucault nooit zijn ingegaan op de historische concrete vorm van 'echte' diagrammen en kaarten. Zij lijken namelijk een onderdeel te vormen van dit panoptisme, waarvoor Foucault het panopticum van Bentham als paradigma kiest. Tegelijk constateert hij 'dat het panoptisme weinig aanzien genoot in vergelijking met de kolen- en staalindustrie, de opkomende chemische industrie en de methoden van staatshuishouding, de hoogoven en de stoommachine'.[9] Dit is de reden waarom we zo weinig weten over diagrammen en de andere visualisaties als onderdeel van dit panoptisme.

8
Deleuze / Foucault 1977, p. 121.

9
Foucault 1977, p. 309.

III

De curven- en balkendiagrammen die worden toegepast in koortscurven, beursnoteringen en omzetstatistieken, of de staaf- en taartpuntdiagrammen voor budgetten of zetelverdeling in het parlement horen zo vanzelfsprekend tot de samenlevingsstandaard, dat er nauwelijks aanleiding is ze te begrijpen als historische producten en ze te onderzoeken op hun ontstaansvoorwaarden.

Het is zowel merkwaardig als veelzeggend, dat het bepalen van een moderne standaard voor diagrammen pas plaatsvindt, als in de wetenschappelijke cartografie reeds fundamentele vooruitgang is geboekt en háár standaard grotendeels is vastgelegd. De hedendaagse diagramvorm gaat terug op William Playfair (1759-1823), die in 1786 onder de titel *The Commercial and*

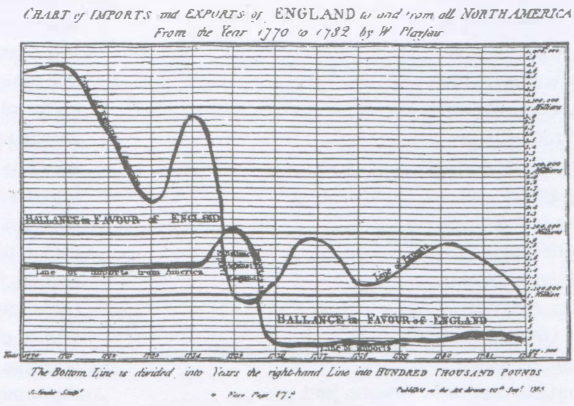
the more strange that they did not delve into 'real' diagrams and maps in their concrete historical form. They seem to be a part of that panoptism whose paradigm Foucault considered Bentham's panopticon, not without remarking that 'in comparison with the coal and steel industry, the beginnings of chemistry, the state financial administration, the blast furnace and the steam engine, panoptism has been little celebrated'.[9] That is the reason we know so little about diagrams and the other visualisations as part of this panoptism.

III

The curve diagrams and bar charts which have become the prime examples of diagrams, as they are used for temperature charts, stock exchange quotations or statistics relating to sales turnover – or the bar graphs and pie charts for budgets or the allocation of seats in Parliaments – are part and parcel of civilised standards to such an extent that we hardly have the incentive to think of them as historical products and to enquire into the conditions under which they came into being.

It is as strange as it is indicative that modern standards for diagrams were not established until scientific cartography had already made its principal advances and its standards had become established to a great extent. The modern diagram format can be traced back to William Playfair (1759-1823), who in 1786 published a collection of forty-four diagrams and charts, the content of which was in the nature of political economy, with the title *The Commercial and Political Atlas*. Although this work did not contain any maps, its author adapted the concept 'atlas' introduced by Mercator when he published a collection of maps in 1595

Curvendiagram voor het aflezen van de handelsbalans / Curve diagram as visual trade balance
(William Playfair 1786)



Political Atlas een verzameling van 44 politiek-economische diagrammen uitgaf. Hoewel dit werk geen kaarten bevat, kiest de auteur voor deze verzameling het woord 'atlas', dat bij de uitgave van Mercator in 1595 was ingevoerd als omschrijving van een kaartenverzameling. Playfair introduceert hiermee een tot op de dag van vandaag geldende traditie, waarin het begrip 'atlas' gebruikt wordt voor afbeeldingsverzamelingen van kennisgebieden als biologie, geneeskunde en natuurkunde, maar ook statistische overzichtswerken. Pas in het midden van de vorige eeuw raken de grafische vormen die Playfair had ontwikkeld en alweer in de vergetelheid waren geraakt, ingeburgerd in de economie en sociale wetenschappen, waarbij in toenemende mate gebruik wordt gemaakt van de moderne statistische methoden.[10] Playfair geeft zijn grafische methode voor het visualiseren van economische gegevens de naam 'lineal arithmetic'. Hij licht deze term als volgt toe: 'The advantage proposed by this method is not that of giving a more accurate statement than by figures, but it is to give a more simple and permanent idea of the gradual process and comparative amounts, at different periods, by presenting to the eye a figure, the proportions of which correspond with the amount of the sums intended to be expressed.'[11]

Met Playfairs invoering van een verhoudingssleutel worden lijnen en oppervlakten, waarvan de numerieke equivalenten normaal gesproken werden gerangschikt in een tabel, omgezet tot waardegebonden grafische uitdrukkingen. De tabelvorm zal echter tot in de twintigste eeuw de overheersende techniek van verwerking en verspreiding zijn. Een tabel is een ordening die indexeert, zijn waarde ligt in de nauwkeurigheid en niet in de overzichtelijkheid van de gegevens. Om precies te zijn, tabellen geven prioriteit aan nauwkeurigheid en betrouwbaarheid terwijl bij diagrammen overzicht het belangrijkste is. In de tabel is de individuele, absolute waarde primair, de verbanden hiertussen moeten worden afgeleid. In Playfairs diagram is het omgekeerde het geval; de verbanden zijn direct afleesbaar, de absolute waarde moet via de schaal achterhaald worden. Het is typerend voor Playfairs verzameling dat bijna de helft van zijn diagrammen op de kopergravuurplaten in de *Atlas* gewijd is aan handelsbalansen, die de export-importverhouding voor een bepaalde periode beschrijven. Uit twee naar elkaar toe, van elkaar af lopende of elkaar kruisende lijnen kan men de balans met het

10
Funkhouser 1937, p. 292 ff.
11
Playfair 1801[3], p. ix.

under that title. In so doing, Playfair founded a tradition which continues to the present day, in which collections of charts and figures appertaining to disciplines like biology, medicine, physics as well as statistical overviews were also put into the category 'atlas'. It was not until the middle of the nineteenth century that the graphic forms Playfair had developed and which were already falling into disuse, became established in economics and those of the social sciences that made use of modern statistical methods.[10] Playfair dubbed his graphic methods of visualisation 'lineal arithmetic'. He himself explained them in the following manner: 'The advantage proposed by this method is not that of giving a more accurate statement than by figures, but it is to give a more simple and permanent idea of the gradual progress and comparative amounts, at different periods, by presenting to the eye a figure, the proportions of which correspond with the amount of the sums intended to be expressed.'[11]

Through Playfair's introduction of a proportion key, lines and planes became graphic expressions linked to values whose numeric equivalents would otherwise have been arranged in the form of tables; this was the prevailing mode of preparation and transmission until well into the twentieth century. Tables, however, are indexical orders whose value lies in the exactitude of the data they provide, not in the overview of the data. To be more precise, tables privilege accuracy and reliability of data, while diagrams privilege the overview. In a table, the individual absolute value is primary and the relation to others is secondary; it must be calculated. In a diagram of the Playfair type, it is the other way round: the relation (to other values) is primary and the absolute value must be determined by the measure of value.
It is characteristic of Playfair's collection that almost half of his diagrams in the copperplate engravings in the *Atlas* are devoted to commercial balance sheets, which is to say the relation between imports and exports over a particular period of time. In the lines of the two curves parting, coming together or intersecting, the eye can reckon without calculating. It immediately grasps the critical points where positive goes over to negative and vice versa. Playfair translates the numerical value of the data into the

oog opmaken, zonder daarvoor te hoeven rekenen; hieruit blijkt direct het omslagpunt van winst naar verlies of omgekeerd. Playfair vertaalt de numerieke waarde van gegevens naar lengteverhoudingen van lijnen, balken, staven en verbindt ze in chronologische volgorde. Hierdoor ontstaan curven of profielen, die vervolgens onderling weer in dezelfde figuur vergeleken kunnen worden.

Playfair zelf beschrijft deze methode zeer helder: 'Suppose the money received by a man in trade were all in guineas, and that every evening he made a single pile of all the guineas received during the day, each pile would represent a day, and its height would be proportional to the receipts of that day; so that by this plain operation, *time*, *proportion*, and *amount*, would all be physically combined. Lineal arithmetic then, it may be averred, is nothing more than those piles of guineas represented on paper, and on a small scale, in which an inch (suppose) represents the thickness of five million guineas... as much information *may be obtained in five minutes as would require whole days to imprint on the memory*... by a table of figures.'[12]

Hoewel Playfair bij lange na niet de eerste was die de waardegebonden vorm van het diagram introduceerde, is hij toch de eerste geweest die de voordelen zag van een grafische representatie van cijfermateriaal. Hij ontwikkelde vervolgens de geschikte grafische standaard waarmee waarden in een chronologische volgorde binnen een afbeelding konden worden gerangschikt.

Dat diagrammen niet noodzakelijkerwijs analoog hoeven te zijn, is duidelijk gemaakt door Nelson Goodman. Net als instrumenten kunnen diagrammen analoog (een drukmeter), digitaal (een muntmeter) of een combinatie van beide zijn (een klok).[13] De cijfers van de balken- en staafdiagrammen in Playfairs *Atlas* zijn discontinu en discreet, en daardoor louter digitaal. 'Bij een diagram', zegt Goodman, 'hangt het ervan af, net als bij de wijzerplaat van een instrument, hoe we hem moeten lezen. De cijfers op een barogram of seismogram bijvoorbeeld geven bepaalde punten aan die door middel van een lijn kunnen worden verbonden. Maar ieder punt van de lijn heeft een eigen denotatie, waarmee het diagram zuiver analoog en dus grafisch is. Wanneer echter een schema de jaarlijkse autoproductie gedurende een periode van tien jaar weergeeft, en de meetpunten tot een curve verbindt om zo een trend aan te geven, dan zijn niet alle

12
Playfair 1801[3], p. xii.

13
Goodman 1976, 1997, p. 154 ff., 163.

proportional lengths of lines, bars or columns in chronological sequence. In this way, he achieves curves or profiles that in turn can be compared with other curves and profiles in the same tableau.

Playfair describes his mode of proceeding very vividly: 'Suppose the money received by a man in trade were all in guineas, and that every evening he made a single pile of all the guineas received during the day, each pile would represent a day, and its height would be proportional to the receipts of that day; so that by this plain operation, *time*, *proportion*, and *amount*, would all be physically combined. Lineal arithmetic then, it may be averred, is nothing more than those piles of guineas represented on paper, and on a small scale, in which an inch (suppose) represents the thickness of five million guineas... as much information *may be obtained in five minutes as would require whole days to imprint on the memory*... by a table of figures.'[12]

Even if Playfair was by no means the first who introduced the value-linked form of the diagram, he was definitely the first to recognize the advantages presented by this economy of perception in the graphic representation of information and to develop the corresponding graphic standards, in order to arrange values in temporal rows on the graphic plane as a homogeneous field.

Nelson Goodman has made it clear that diagrams are not analog per se. Like instruments, they can be analog (pressure gauge), digital (coin counter) or combined analog and digital (clock).[13] The signifiers of the horizontal and vertical bar graphs in Playfair's *Atlas* are discrete and discontinuous, and therefore purely digital. 'With a diagram', says Goodman, 'like with the dial of an instrument, how we should read it depends. If, for example, numbers on a barogram or seismogram indicate certain points through which the curve goes, and yet each point on the curve is a character with its own denotation, then the diagram is purely analog or purely graphic respectively. If, however, the curve on a chart showing the annual production of cars over the space of a decade only links the individual points labelled with numbers in order to show the trend, then the intervening points on the curve are not characters of the schema, and the diagram is purely digital.'[14]

This also holds true for the 'broken line graphs' that Playfair used in the charts

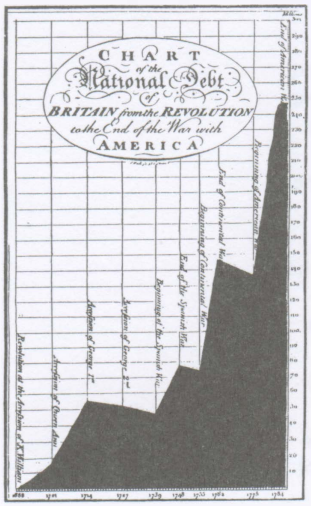
tussengelegen punten op de curve onderdeel van het schema; het diagram is zuiver digitaal.'[14]

Hetzelfde geldt voor de 'broken line graphs', die Playfair gebruikt bij de diagrammen voor staatsschulden. Maar wat zijn dan de vloeiende curven die hij bij de handelsbalansen toepast? Ik wil voorstellen om dit bij Playfair meest voorkomende type pseudo-analoog te noemen. De curven suggereren namelijk dat elk punt op de curve een meetpunt is met bepaalde eigenschappen, hoewel dit natuurlijk niet het geval kan zijn. Wat rechtvaardigt een dergelijke manipulatie?

Playfair realiseerde zich dat de vertaling van gegevens naar lijnen of vlakken met proportionele hoogte en achter elkaar geplaatst langs een tijdas, een pregnante figuur oplevert op een neutrale basis. Deze karakteristieke figuur ziet eruit als een geheel ondanks het feit dat ze niet additief is opgevat. Zoals een melodie samengesteld is uit afzonderlijke tonen, zo is de figuur samengesteld uit afzonderlijke waarden. De kwaliteit van een vorm ontstaat uit een bepaalde combinatie van elementen. Honderd jaar na Playfair gebruikte Christian von Ehrenfels dit klassieke voorbeeld als paradigma voor zijn 'Gestalt'-theorie. Zoals de afzonderlijke tonen van een melodie in het niet-aansluitende en discontinue symboolsysteem van de muzieknotatie bij elkaar worden gebracht, zo hebben ook de export-import-indices in de tabellen van de handelsbalans de neiging een figuur te vormen. Deze tendens kan grafisch versterkt worden, net zoals men bij het portrettekenen de contour extra aanzet.

Hoe virtuoos Playfair met het figuur-achtergrondprobleem weet om te gaan, wordt duidelijk als we kijken naar een gemengde staaf-curve-diagram, waarin de tarweprijzen over een periode van driehon-

14
Goodman 1976, 1997, p. 163.



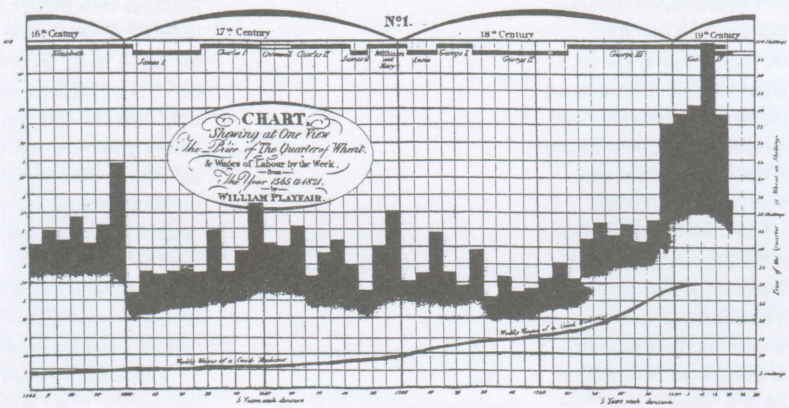
Niet-vloeiende curvendiagram: de ontwikkeling van de staatsschulden van Engeland / Non-smoothened curve diagram: the development of the national debt of England
(William Playfair 1786)

Het staaf-curve-diagram als silhouet: de ontwikkeling van de tarweprijzen en de lonen / The bar-curve diagram as silhouette: the development of prices of wheat and wages
(William Playfair 1821)

charts for the national debt. But what about the smooth curves that he used for commercial balance sheets? I would propose designating this type, that Playfair uses most often, as 'pseudo-analog', for the curves suggest that each point on the curve is a character with its own denotation, although this is not the case. What justification can there be for such a manipulation?

Playfair is mindful that the transcription of data in line or planar elements proportionally extended and arranged serially along a temporal axis creates an impressive figure against a neutral background. The non-additive comprehension of this characteristic figure is due to a whole, a *Gestalt*. Just as a melody is composed of its individual notes, the figure of the curve is composed of its individual values. To bring in here the classic example for qualities of form that Christian von Ehrenfels introduced as the paradigm of *Gestalt* theory a century after Playfair, the quality of form arises out of the combination of the elements. Just as the individual notes of the melody that are fixed in the discrete and discontinuous symbol systems of notation, like the export-import indices in the tables of the commercial balance sheet, the individual characters of the values plotted in have the *tendency* to unite in a figure. This tendency can be encouraged graphically, just as the contours are emphasized in sketching a portrait.

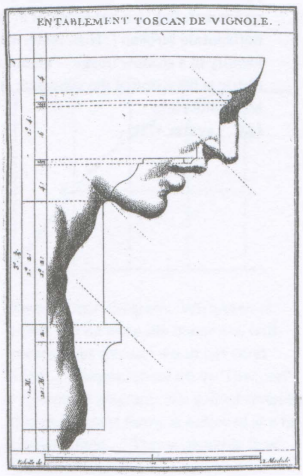
A combined bar graph and curve chart that synchronises the price of wheat and wages over the space of about three hundred years shows how well Playfair understood how to deal with the figure/background problem *avant la lettre*. A line in the form of a smooth curve close to the basis represents developments in wages,



derd jaar tegen de lonen zijn uitgezet. De ontwikkeling van de tarweprijs wordt weergegeven door tegen elkaar geplaatste staven waarbij het onderste deel open is gelaten voor de loonontwikkeling, die hieronder is ingetekend in een vloeiende curve. Alleen het bovenste deel is zwart ingekleurd als een profiel, dat gaat werken als een soort *skyline*.

Het is Playfairs verdienste geweest dat hij de grafische contour en het profiel heeft geïntroduceerd voor het visualiseren van abstracte gegevens. Hiermee doet hij wat zijn tijdgenoot Johann Caspar Lavater (1741-1801) ook probeerde – maar dan omgekeerd – met zijn fysiognomie, die hij baseert op de silhouetmode uit die tijd. Bij een optomechanisch portret wordt het gezicht gereduceerd tot een silhouet op een projectievlak, om hieruit een beperkt aantal gedifferentieerde en beter waarneembare kenmerken van de fysiognomie van het hoofd te kunnen onderscheiden. We vinden deze fysiognomische profielafbeelding ook terug in de architectuurleer uit dezelfde tijd, zoals bijvoorbeeld in Blondels *Cours d'architecture* uit 1771. Zowel hierin als bij Lavater wordt voortgeborduurd op de antropometrische diagrammen uit de renaissance.

Maar terwijl bijvoorbeeld Dürer zich beroept op Vitruvius en de ideale canon van proporties zoekt in de menselijke ledematen, is het silhouet het medium dat populair wordt vanwege de interesse in verschillen. Een silhouet is een diagram van een portret. Een bepaalde hoeveelheid informatie van een uniek object wordt gereduceerd tot een karakteristiek profiel op een plat vlak, dat – en dat is nieuw – visueel vergeleken kan worden met andere profielen. Het individu wordt pas een karakter met het invoeren van een standaard. Slechts wanneer een heel spectrum van individuen als silhouet op tafel ligt, begint de strijd om



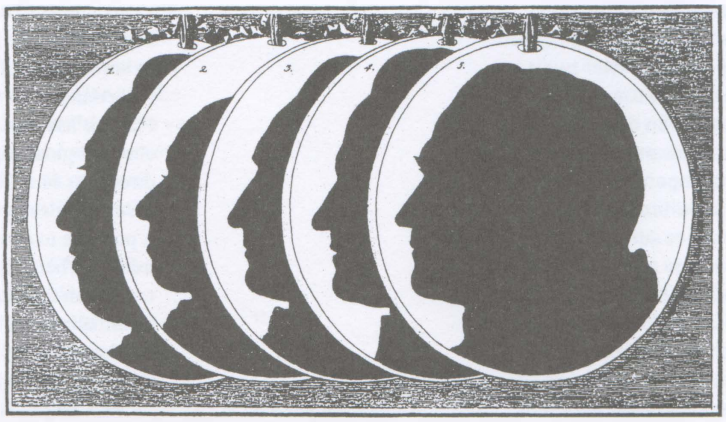
Profielafbeelding: maatbalken op antropometrische grondslag / Profile image: cornice based on anthropometrics (P. Blondel naar Vignola, 1771)

Vijf silhouetten: fysiognomische profielvergelijking / Five silhouettes: fysiognomic comparison of profiles (J.C. Lavater 1777)

and developments in the price of wheat are expressed by flat, compressed columns, the basis being left free in order to allow for plotting in the wage curve. Only the upper part is shaded in, the edge or the *profile*, that looks like a skyline, that is to say, a silhouette.

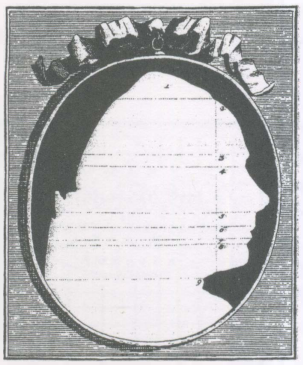
We have Playfair to thank for the tools of graphic contouring and the profiling of abstract data in visualisation. He did the same thing for statistical data as his contemporary, Johann Caspar Lavater (1741-1801) tried to do – the other way round – with his physiognomy developed out of the silhouette fashion of the time. The silhouette as optical-mechanical portrait needs the profile as projection standard in order to cull from it a limited set of discrete and differentiated characteristics of the physiognomy of the head. We also find physiognomic profiles in the teaching of architecture in Lavatory's time, for instance in Blondel's *Cours d'architecture* of 1771. He had recourse, as Lavater did, to the anthropometric diagrams of the Renaissance.

But while Dürer, for example – on the authority of Vitruvius – sought an ideal canon of proportions in human limbs, the silhouette was the medium that was popularized by the interest in the difference. The silhouette is the diagram of a portrait. It reduces the quantity of information of the singular phenomenon to the characteristic profile of a planar figure which – and this is what is new – can be visually compared with other figures. The individual only becomes 'character' with the introduction of standards. And it is only when there is a spectrum of individuation that the struggle focusing on standards begins. It is just a small step from distinction to discrimination. Lavater's work shows



de standaard. Wat de geschriften van Lavater tevens duidelijk maken is dat het slechts een kleine stap is van onderscheid naar discriminatie.

De profielafbeelding was aanvankelijk een gezelschapsspel voor de aristocraten en intellectuelen met een groeiende belangstelling voor individualiteit, vervolgens vormde ze een wezenlijk bestanddeel van het panoptisme, dat in de tweede helft van de achttiende eeuw een attractie en tijdverdrijf werd. Hierna volgt een fase van verwetenschappelijking en wordt het profiel ingezet voor administratieve en politieke doeleinden, welke elkaar uiteindelijk vinden in de Foucaulteaanse machtsdispositieven. Weer honderd jaar later wordt het gebruikt als systeem bij de opsporingsdienst, waarvan de werkzame kant culmineert in een opsporingstechniek met behulp van de computer.



'Hoeveel men uit slechts een schaduwbeeld kan aflezen' – antropometrische onderverdeling van het silhouet in negen horizontale stroken / 'How much one can identify in a shadow image' – anthropometric subdivision of the silhouette in nine horizontal parts
(J.C. Lavater 1776)

IV

Er ontbreekt echter iets in de silhouetten, wat in Playfairs diagrammen op een paradigmatische wijze is ontwikkeld; dit is het gebruik van netwerken, rasters en coördinaten: de elementen, die een homogeen visueel veld structureren als grafisch vlak. In de meeste van Playfairs diagrammen wordt, zoals nu gebruikelijk is, op de x-as een tijdscoördinaat uitgezet met aan de boven- of onderzijde een schaalindeling; deze functioneert als chronologische maatstaf. Bepaalde tijdsspannes worden hierop benadrukt: elk vijfde decennium-streepje wordt extra aangezet. Op de bovenste schaalindeling worden de honderd-jaar-intervallen door bogen verbonden; deze verjongen in hun aanhechtingspunten en ze geven de tekening een ritme, zoals we die kennen bij muzieknotatie. Dit is nog niet alles: om politieke figuren als maatstaf voor een politiek-economische leeswijze van zijn data mogelijk te maken, voegt hij de tijdsspannes van politieke perioden als ijkpunten toe. Hiertoe tekent hij onder de titel zwarte balken, waarvan de lengte de toenmalige duur van regentschappen van de zestiende tot begin negentiende eeuw aangeeft. Uit dit soort details in de tekeningen blijkt, dat Playfair niet alleen een buitengewone belangstelling had voor het samenstellen van tijdsseries, maar vooral ook geïnteresseerd was in ontwikkelingstendensen, waarvan de grafische omzetting het mogelijk maakt datgene zichtbaar te maken, wat wij thans 'trends' noemen. Voor hem is een diagram meer dan een grafische represen-

this in a very marked fashion.

That which began as a parlour game for aristocrats and scholars with their awakening interest in individuation, representing a significant component of the panoptism that first appears in the second half of the eighteenth century as attraction and entertainment in order to come subsequently into political and administrative use at a time when increasing recourse was had to science, finding itself in Foucaultian dispositives of power, a century later turns into that system of police records department whose operative side reaches its apogee in the manhunt conducted using computerized data banks for the identification of suspects.

IV

Something is missing from the silhouette, though, something that was developed in Playfair's diagram or chart in a paradigmatic fashion: the elements that structure the homogeneous visual field as graphic surface, the networks, grids or coordinates. The majority of the Playfair diagrams use a time coordinate as axis with a numerical entry at the basis or top. It serves as a chronological yardstick. The temporal intervals are emphasized in addition: in the grid he marked every five decades by bold vertical lines. At the headpieces he emphasized the century intervals by strong arcs thickened at the apex, lending the whole field a rhythmetisation as we know it from music notation. And that was not enough: in order to accent his information, the intervals of political life as the measure of a form of reading typical of specific political economies, just below this, Playfair plotted in black bars the lengths of which corresponded to the durations of the various reigns from the sixteenth to the beginning of the nineteenth century. In such details of his sketches/projects it becomes clear what a strong interest Playfair had, not only in determining chronological sequences but also in directions in developments which, when given profiles by means of graphics, made it possible to determine that which we call trends. What is at issue for Playfair is more than the graphic representation of information; for him it is important to let the data draw a picture of developments that can be interpreted.

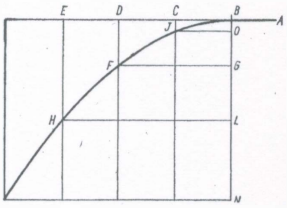
The diagram thus becomes an

tatie van gegevens, het gaat hem erom, de gegevens een beeld te laten tekenen van bepaalde ontwikkelingen, waardoor interpretatie mogelijk wordt.

Het diagram wordt hiermee enerzijds een instrument voor data-analyse, anderzijds maakt het prognoses mogelijk. Playfair heeft dergelijke hypothetische prognoses ook in diagramvorm gegoten.

Natuuronderzoekers introduceerden al lang voor Playfair bij hun bewegingsstudies tijdscoördinaten als structurerend element van het diagram. Beweging zou het belangrijkste thema worden van de in de periode beginnend met Copernicus en eindigend met Newton ontstane moderne natuurwetenschappen; kinematische diagrammen, waarin de afgelegde weg en de snelheid in de tijd tegen elkaar werden uitgezet, begeleidden de ontdekkingen van Keppler, Galilei, Huygens en Newton. De vraag ontstaat dan waarom het zolang heeft geduurd voordat een dergelijke opzet voor het ordenen van gegevens gebruikt ging worden. Albert Biderman verdedigt de stelling, dat de traditie om diagrammen als geometrisch op te vatten, waarbij ruimtelijke verbanden ruimtelijk – dat wil zeggen op een vlak – worden uitgedrukt, voor de ontwikkeling van statistische diagrammen een handicap is geweest. Tegenover diagrammen die dit nomothetisch principe volgden, staan diagrammen zoals die van Playfair, die alleen ideografisch en daarom fundamenteel anders zijn.[15] Inderdaad dienen de kinematische diagrammen voor het ontdekken en het formuleren van wetten: de wetten van Keppler over de planetenbanen, Galilei's valwet en Newtons gravitatiewet. Bij de analytische geometrie van Descartes blijft het nomothetische begrip, dat aan de diagrammen ten grondslag ligt, onverminderd voortbestaan. Het voornaamste probleem dat de analytische geometrie oplost, is het vinden van een algebraïsche uitdrukking, een formule, voor elke mogelijke geometrische curve. Op indrukwekkende wijze wordt dit gedocumenteerd in Kepplers berekening voor de planetenbeweging;[16] hierbij speelt de transformatie van een geometrisch diagram naar een curvediagram een sleutelrol. Met dit moment begint de opkomst van het kinematische curve-diagram.

De statistische grafiek van Playfair en zijn navolgers profiteert hier slechts in zoverre van, dat het coördinatenprincipe en het idee van functionaliteit overgenomen worden. Het feit dat elke curve door een vergelijking kan worden voorgesteld,



Kinematisch diagram: 'Wij weten nu zeker, dat de worp die onder een halfrechte hoek gedaan wordt het verst komt ...' Werpparabool uit de 'Discorsi' / Kinematic diagram: 'we gained certainty, that the furthest throw is achieved at a half straight angle...' Throw-parabole from 'Discorsi'
(Galilei 1638)

15
Biderman 1990, p. 10 f.

16
Astronomia Nova 1609, Kap. 40; cf. Becker 1975, p. 136 ff.

instrument for data analyis on one hand and on the other, an instrument for prognosis. Playfair put hypothetic prognoses too into the form of diagrams.

Scholars introduced time coordinates as a structural component of diagrams and charts in connection with motion studies long before Playfair. As motion would become the prevailing theme in the modern sciences coming into being in the period beginning with Copernicus and ending with Newton, kinematic diagrams in which path and velocity are represented as functions of time accompany the discoveries of Keppler, Galileo, Huygens and Newton. However, this raises the question as to why it took such a long time before this form of graphic representation came into widespread use for the arrangement of data. Albert Biderman advances the thesis that the tradition of conceiving of diagrams and charts geometrically, according to which spatial relations are spatially expressed (on the plane), was actually a hindrance to the development of statistical graphs and charts. If they obeyed a nomothetic principle, then graphs and charts of the Playfair type are purely ideographic and are therefore of a fundamentally different order.[15] In fact, kinematic diagrams serve for the discovery and formulation of laws: Keppler's laws on the orbit of planets, Galileo's law of falling bodies, Newton's law of gravitation. Because of Descartes' analytical geometry, the nomothetical principle to which the diagrams are subject remains in full view. The main difficulty that analytical geometry resolves is the finding of the algebraic expression, the formula, for any geometrical curve. This difficulty is impressively documented in Keppler's calculation of the movements of the planets;[16] whereby the transformation of a geometrical constellation diagram into a curve chart plays a key role. Thus began the rise of kinematic curve charts.

The static diagrammatic representation practised by Playfair and his successors profited from analytical geometry by adopting the coordinate principle and the idea of functionality. The notion that a curve can be represented by an equation, that is by the relation between the coordinates of one of each of its points was of course reversible: every equation can be represented by a curve. But from here it was obviously still a long way to the realization that numerical data

vanwege de relatie tussen de coördinaten en de punten van de grafiek, is natuurlijk omkeerbaar: elke vergelijking kan worden vertaald in een curve. Maar men was duidelijk nog ver verwijderd van het inzicht, dat numerieke gegevens die op empirische wijze zijn verkregen, op dezelfde wijze in curven konden worden vertaald, zonder dat daar een formule voor opgesteld diende te worden. Playfair zelf voert zijn vernieuwing terug op de invloed van zijn oudere broer John Playfair, een bekend wiskundige en geoloog. Deze heeft hem er in zijn jeugd toe gezet om elke dag de thermometer af te lezen en de veranderingen in een lijn uit te zetten op een raster. Ook heeft hij van hem geleerd dat alles wat in getallen kan worden uitgedrukt, ook in een lijn uitgedrukt kan worden.[17]

V

Bij de toepassing van het chronologische principe kon Playfair zich baseren op de historisch-biografische diagrammen van Joseph Priestley (1733-1804) die twintig jaar voor zijn *Atlas* waren uitgegeven. Priestley's *Chart of Biography* werd tussen 1765 en 1820 regelmatig herdrukt, zijn *A new Chart of History* kende maar liefst vijftien edities. De 'charts' die Priestley had ontwikkeld, stellen het prototype voor van een type diagram, dat we thans synchronopse noemen. Hierbij gaat het om het in samenhang zien van gebeurtenissen van een bepaalde datum met bepaalde duur in een chronologisch gestructureerd veld. Priestley tekent een diagram waarin de levensduur van historische figuren chronologisch staan aangegeven als balken met proportionele lengte. Playfair neemt deze balkencode over en gebruikt ze onder andere voor het aangeven van de regentschapperioden, maar meer algemeen om een bepaalde kwantiteit een grafische uitdrukking te geven.

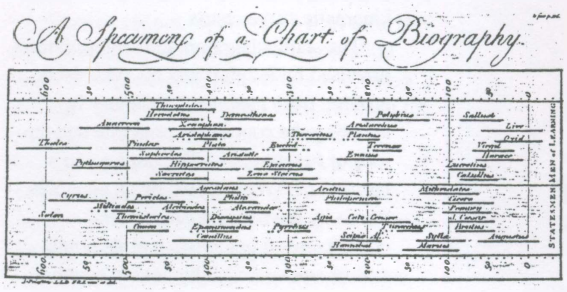
17
Funkhouser 1937, p. 289.

obtained empirically could be translated in the same way into curves without establishing a formula for this expression. Playfair himself attributed his innovation to the influence of his older brother, John Playfair, a well-known mathematician and geologist. In his youth, he encouraged his younger brother to read off the temperature on a thermometer from day to day and to plot in the changes as lines on a scale with divisions on it. He also taught his brother that everything that can be expressed in figures can also be represented by lines.[17]

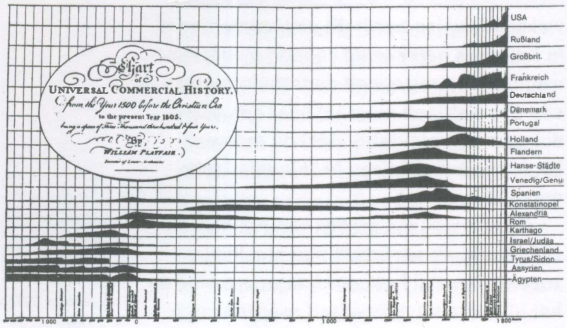
V

In using the chronological principle, William Playfair could also base himself directly on the historical-biographical diagrams of Joseph Priestley (1733-1804) published two decades before his *Atlas*. New editions of Priestley's *Chart of Biography* were published at regular intervals between 1765 and 1820, and his *A New Chart of History* went through fifteen editions. The 'charts' that Priestley had developed represented the prototype of a diagram or chart that we call a 'synchronopse' nowadays. It is the overview of dated events of some duration in a chronologically structured field. Priestley recorded the lifespan of historical personalities and plotted them into the chronology as bars of proportionate length. Playfair directly adopted the 'bar' code for his regency periods, and also generalized a quantity as graphic expression.

Priestley's synchronopses provide an enlightened counterweight to the family trees of genealogy. They supply an answer to the question about the contemporaries, as opposed to the descent. Lifetime and historical time are brought into relation



Synchronopse met de levensduur van bekende historische personen / Synchronopse of the lifespan of historical personalities
(J. Priestley 1769)



Economische wereldgeschiedenis als synchronoptisch diagram; de opkomst en neergang van economische grootmachten / Economic worldhistory as synchronoptic diagram; the rise and fall of economic superpowers
(William Playfair 1805)

Priestley's synchronopsen vormen een inzichtelijke tegenhanger voor de stambomen uit de genealogie. Zij gaan namelijk in op de vraag naar tijdgenoten in plaats van naar voorouders. Levenstijd en historische tijd worden met elkaar in verband gebracht en 'ruimtelijk' gemaakt, dat wil zeggen in een diagram vertaald naar een code met een lineaire uitzetting. Het voordeel hiervan is dat gebeurtenissen, processen en ontwikkelingen in een 'tijdsruimte' zijn te begrijpen, om ze daarmee te kunnen aflezen als op een kaart. Hierbij moet in gedachte worden gehouden dat het Engelse woord 'chart', dat door Priestley en Playfair werd gebruikt, dezelfde herkomst heeft als het Nederlandse woord 'kaart', terwijl 'map' de betekenis van 'kaart' heeft overgenomen van het middeleeuwse 'mappa mundi'. 'Chart' kon voor al het andere worden gebruikt, wat op een papyrus of 'stijf papier' werd opgetekend.

De geschiedenis van diagrammen is niet volledig te begrijpen als de verwantschap tussen kaarten en diagrammen niet wordt verklaard. Diagrammen met tijdscoördinaten of -componenten brengen gebeurtenissen in kaart. Met andere woorden, het belangrijkste type diagram levert een synthetische topografie van gebeurtenissen, die is gebaseerd op de metafoor van de 'extentio', de uitbreiding. De filosofische ondergrond voor deze metafoor van ruimtelijke uitbreiding is afkomstig van de antieken, waar gelijktijdigheid als een eigenschap van plaats wordt opgevat. 'Gelijktijdigheid', zegt Aristotoles, 'is plaatselijk datgene, wat op één plaats is, in de engste zin van het woord "plaats".'[18] Het separate, en daarmee ook ongelijktijdige, is 'op een andere plaats'.

Theoretisch is hierdoor een verandering in de tijd mogelijk door plaatsverandering: in elk geval zorgde deze ruimte-tijdmetafoor niet voor onoverkomelijke moeilijkheden. Het vertalen van de ruimtelijke uitbreiding van een territorium in een gelijkmatig verdeeld veld was afkomstig van de antieken. Zij hadden dit op dezelfde wijze reeds gedaan in de beroemde wereldkaart, die Claudius Ptolemeus (90-168 n. Chr.) in zijn *Geographia* heeft beschreven. Deze beschrijving – de kaart zelf is niet bewaard gebleven – kwam in het middeleeuwse Europa terecht door Arabische transcripten van een Syrische vertaling; pas de Latijnse vertaling en het drukken in de vijftiende en zestiende eeuw garandeerden een algemene verspreiding. Deze kaart vormde de grondlegger voor de moderne cartografie. Ptolemeus erkende het probleem van de

18
Aristotoles, Physica, v, 3

to each other and rendered 'spatial', i.e. represented in a diagram or chart by a code of linear extension. The advantage of the synchronopses consists in conceiving of events, processes and developments in temporal spaces in order to read them as if on a map. It is not to be left out of account that the English word 'chart' that Priestley and Playfair used has the same origin as the German word *Karte*, but 'map' took on the meaning of 'Karta' from the mediaeval 'mappa mundi'; 'chart' was available for everything else that one entered or drew in on a papyrus or stiff paper.

One can understand the history of the chart or diagram only inadequately if one does not clarify the relationship between maps and diagrams. Diagrams or charts with time coordinates or components are forms of cartographing events. In other words, the main type of diagram or chart supplies a synthetic topography of events and one based on a metaphoric of the *extensio*, extension. We find the philosophical fundament of such a metaphoric of spatial extension already in ancient times, when simultaneity was understood as identity of place. 'At the same time,' said Aristotle, 'the local is that which is in one place in the narrowest sense of the word "place".'[18] The 'separate', thus also the non-simultaneous, is 'in a different place'.

Theoretically, change in time through change in place was representable on this basis; in any case, no major hindrances stood in the way of such a space-time-metaphorics. Similarly, the graphic translation of the spatial extension of territory into an evenly structured field was also something the ancients had already achieved, and it formed the basis for the famous map of the world that Claudius Ptolemy (90-168 AD) described in his *Geographia*. This description – the map itself has not come down to us – reached mediaeval Europe via Arab transcriptions of a Syrian translation; it was not until its translation into Latin and printing in the fifteenth and sixteenth centuries that its spread was assured. Modern cartography originates from its reception. Through Ptolemy, the problem of the projection of the globe's surface onto the planar surface of the map and its subdivision through a network of latitudes and longitudes was recognized. The solution is the work of the mathematicians and cartographers of modern times.[19]

projectie van het oppervlak van de aarde op het platte vlak van een kaart en vervolgens haar verdeling in een raster bestaande uit breedte- en lengtegraden. De oplossing hiervoor werd pas geleverd door wiskundigen en cartografen van de moderne tijd.[19]

De cartografische standaard, waarbij de bovenkant van de kaart naar het noorden en de rechterkant naar het oosten wijst, komt van Ptolemeus. De moderne cartografie sluit hierbij aan op de antieke kaarten in plaats van op de middeleeuwse kaarten. Verder stamt het onderverdelen van telkens 180 graden, beginnende bij een nulmeridiaan, uit de Ptolemeïsche traditie. Maar het duurde meer dan vijftien eeuwen voordat uit het netwerk van Ptolemeus' kaarten een betrouwbaar coördinatensysteem werd ontwikkeld. Descartes werkte weliswaar in zijn *Géométrie* uit 1637 impliciet met wiskundige coördinaten, maar Leibnitz was de eerste die het concept introduceerde.

Dat netwerken grafische vertalingen zijn van ruimte-tijd-coördinaten wordt duidelijk, zodra de geografische lengtegraden niet alleen worden gelezen als territoriale afstanden tussen plaatsen op dezelfde geografische breedte, maar tevens als afstanden van tijd. Als de beweging van de aarde om haar as wordt meegerekend, dan zijn de meridianen tegelijk tijdsindelingen. De kaart is tegelijkertijd een diagram met op de y-as alleen de spatiële afstanden van de geografische breedtegraden en op de x-as de grafische tijdsruimte met als eenheid de lengtegraden. De precieze bepaling van deze lengtegraden bleek in de geschiedenis afhankelijk te zijn van de precisie van de tijdmeting, dus van een horloge dat exact op tijd loopt. In 1530 doet de cartograaf Gemma Frisius voor de geschoolde bovenlaag het eerste theoretische voorstel voor de indeling van de 360 lengtegraden in 24 tijdszones van elk 15 graden. Maar het duurde meer dan tweehonderd jaar voordat men een betrouwbare chronometer voor de zeereizen had ontwikkeld die een vergelijking tussen de plaatselijke tijd en de nulmeridiaan-tijd mogelijk maakte. In 1735 ontwikkelde John Harrison (1693-1776) de beroemde zeechronometer, waarmee de tijdsaanduiding noch door het zwenken van het schip noch door de temperatuur werd beïnvloed. Pas in 1884 op de internationale Meridian-Conferentie in Washington bereikten gedelegeerden uit 25 landen overeenstemming over een gemeenschappelijke nulmeridiaan en daarmee over een mondiale tijdmeting.[20]

Het bepalen van lengtegraden op basis van tijdmeting is het resultaat van relatief

The cartographic standard, in which north is at the top and east on the right, goes back to Ptolemy. Modern cartography follows antiquity here, not the Christian Middle Ages. We also took the plotting of 180 degrees from a prime meridian from the Ptolemaic tradition. But more than one and a half thousand years were needed to make the Ptolemaic network into a reliable system of co ordinates. Although Descartes' *Géométrie* of 1637 implied the mathematical coordinates, it was Leibnitz who first introduced the concept.

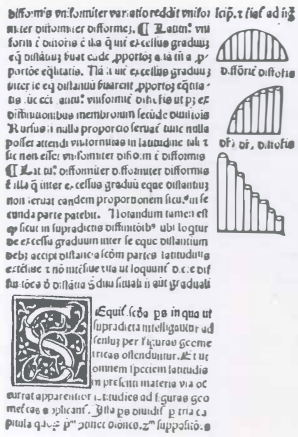
It becomes clear that networks are the graphic media of a space-time coordination as soon as the geographical longitudes are read not only as territorial distances between places on the same geographical latitude, but also as distances in time, thus when the rotation of the earth around its axis is taken into account and its meridians are divisions of time. Then the map becomes simultaneously a diagram whose ordinates – the geographic latitudes – denote only spatial distance, but whose abscissa – the geographic longitudes – identify both them and spatial distances as temporal. The exact determination of the degree of longitude proved historically to be dependent on the degree of accuracy of the measurement of time, i.e. on a clock that is accurate. The first theoretical proposal for the arrangement of 360 degrees of longitude into 24 time zones of 15 degrees each was made to the scholarly world by the cartographer Gemma Frisius in the year 1530. More than two hundred years were to go by, however, until a reliable chronometer permitting the comparison between local time and the time at the prime meridian had been developed for sea journeys. In 1735 John Harrison (1693-1776), invented the celebrated marine chronometer, whose time display was influenced neither by the movement of the ship nor the temperature. It was not until 1884 that delegates from twenty-five countries at the International Meridian Conference in Washington agreed on a common prime meridian and thus on the global measurement of time.[20]

The basing of longitudes on the measurement of time is a result of relatively recent development in navigation, instrument-making and cartography. In this case, one no longer needs to have recourse to a metaphorics of space and time. However, this was not known in

19
Snyder 1993.
20
Whitrow 1988, 1991, p. 251 f.

recente ontwikkelingen in de navigatie, instrumentenbouw en cartografie. Vanaf dat moment hoeft er niet meer gerefereerd te worden aan de ruimte-tijdmetafoor. In de periode daarvoor was dit nog niet het geval, omdat toen ruimte als ervaring of als categorie (bijvoorbeeld bij Kant) los werd gezien van tijd. We zagen dat op de middeleeuwse itineraire kaart de juistheid van schaal noch de interpretatie van de route een functie van de tijd was. In de late middeleeuwen echter, nog binnen de scholastische filosofie, ontstaan beschouwingen die wel van een dergelijk concept uitgaan. In de veertiende eeuw wordt in kloosters en steden overal in Europa de nieuwe tandradklok ingevoerd.[21] De klok uit die tijd werd aangedreven door een gewicht, dat bevestigd was aan een koord die om een spindel zat gewikkeld en zo de spindel liet draaien. Het afrollen van het verzwaarde koord werd tegengehouden door de ingenieuze 'spindelrem', de cruciale vernieuwing van de tandradklok. De lengte van het zich afwikkelende koord is rechtevenredig met de verstreken tijd. De lineair toenemende afstand tussen spindel en gewicht kan daarmee ook als tijdsmaat worden beschouwd, aangezien de klok weer opgewonden moet worden over deze afstand en het 'opwinden' van de klok niets anders is dan het omhoogtrekken van het gewicht aan het koord.

Er is tot op heden geen verklaring gevonden voor het feit dat in de tweede helft van de veertiende eeuw een analogie ontstaat tussen niet-ruimtelijke veranderingen en de variabele afstand tussen twee punten op een lijn. In ieder geval is bij de gewicht-aangedreven klok uit die tijd de afstand de mechanische uitdrukking van de tijd. De lengte van een grafische lijn zal pas door Nicole Oresme, bisschop van Lisieux in Normandië, op dezelfde wijze worden behandeld. Zijn *De latitudinibus formarum* uit ca. 1380 bevat de aanzet tot een functietheorie; dit levert hem een vaste plaats op in de geschiedenis van de wiskunde. Tegelijkertijd moeten we hem beschouwen als de eerste diagrammaticus, aangezien hij de regels heeft opgesteld voor het gebruik van grafische symbolen in functiediagrammen. Oresme noemt veranderlijke fenomenen in de natuur, zoals beweging, warmte enzovoort, *formae*. Het veranderlijke karakter van een *forma* komt tot uitdrukking in de *latitudo* ervan, een verticale lijn van wisselende hoogte. De variabele die de *forma* bepaalt is de *longitudo*, die als basis of als x-as functioneert. Deze moet echter, in tegenstelling tot de *latitudo*, als onafhanke-



Begin van het curvendiagram en de functietheorie / Beginning of the curve-diagram and the function-theory (*Tractatus de latitudinibus formarum* van Nicole Oresme, ca. 1380, gedrukt in 1482)

21 Cipolla 1981, 1997, p. 36 ff.; Mayr 1986, 1987, p. 23.

earlier times because space was separate from time in experience or category, for example in Kant. We have seen that the mediaeval itineraries knew neither trueness to scale nor the conception of the route as function of time. But in the late Middle Ages, speculation implying such a concept arises, still within the context of scholastic philosophy. It is the fourteenth century, when everywhere in Europe, in monasteries and convents and cities, the new clockwork timepiece was being introduced.[21] The clocks of that time were powered by a weight that turned a verge by means of a cord wound around the latter. The unrolling of the weighted cord was restrained by the ingenious verge stop, the decisive invention of the clockwork timepiece. The length of the cord rolling up is proportionate to the length of the time elapsed; the linear extension between verge and weight could also be taken as measure of time, for at intervals, the clock had to be wound again, and this 'wind' means nothing other than pulling up the weight on the cord.

There has been no explanation until now for the fact that in the second half of the fourteenth century, analogies between non-spatial changes and the variable distance between two points on the line emerge. In any case, in the weight-driven clockwork timepiece of that age, distance is a mechanical expression of time. The segment of the graphic line, however, would first be treated as such by Nicole Oresme, bishop of Lisieux in Normandy, whose treatise, *De latitudinibus formarum*, written about 1380, contains the beginnings of a theory of functions, which won for him a place in the history of mathematics. At the same time we must see him as the first diagrammatician who established the rules of technical drawing for function schemata. Oresme treated changeable phenomena in nature like movement, heat etc., as '*formae*'. The changeable intensity of a *forma* is marked by the *longitudo*, a vertical line of varying length. The variable on which the *forma* is dependent is the *longitudo*, which is taken as basis or abscissa. It is understood as independent variable, while the latitude is understood as dependent variable. Together they form the right-angled coordinates of the *forma*, whose changing can be expressed in multiform curves. Oresme thus supplied – purely theoretically and speculatively – the framework that is used in modern dia-

lijke variabele worden beschouwd. Samen vormen ze de loodrecht op elkaar staande coördinaten van de *forma*, wier (constante) verandering tot uitdrukking komt in curven met elke denkbare vorm. Oresme levert daarmee – nog zuiver theoretisch en speculatief – het schema dat gebruikt wordt bij de moderne functiediagrammen, waarbij de onafhankelijke variabele, de *longitudo*, bijna altijd de tijd is. Aan de begrippen die Oresme voor de x- en y-as kiest, namelijk *latitudo* en *longitudo*, zien we dat zeer waarschijnlijk de ptolemeïsche cartografie model heeft gestaan voor Oresme's diagrammen. De wiskunde-historicus D.J. Struik schrijft: 'Hierin ziet men een bepaalde, nog vage overgang van coördinaten op een aardbol of hemelkoepel (...) naar de moderne coördinatengeometrie.'[22] Deze vage overgang is echter niets anders dan een verandering van metafoor.

De ruimte-tijdmetafoor is dus volledig in overeenstemming met de antieke en middeleeuwse filosofische traditie. Het is verbazingwekkend dat het op tijdscoördinaten gebaseerde diagram pas ingeburgerd raakt met de kinematiek, en meer in het algemeen pas met de Verlichting. Het uitbeelden van de tijd door middel van een lijn of balk leek Priestley een 'natuurlijke en vernuftige methode', waarvan hij echter de invoering in een niet-wetenschappelijk, populair gebruik toch dacht te moeten rechtvaardigen. Als wetenschapper, beroemd als chemicus en als de ontdekker van zuurstof, was Priestley uiteraard vertrouwd met moderne meetmethoden. De 'charts' ontstonden op het moment dat Priestley begin dertig was en van geschoold theoloog en spraakleraar – hij beheerste negen vreemde talen – wetenschapper was geworden. De thermometer of thermoscoop was weliswaar al in het begin van de zeventiende eeuw bekend, maar de experimenten van de zeventiende en het begin van de achttiende eeuw onderzochten meer het instrument zelf dan dat het voor experimenten werd gebruikt. Na Fahrenheit (1720) en Réaumur (1730) ontwikkelde Celcius (1740) zijn 'Zweedse thermometer' en in het midden van de achttiende eeuw konden met behulp van een schaalindeling op de thermometer vergelijkende metingen, onafhankelijk van persoon, plaats en tijd uitgevoerd worden. In ieder geval was zowel voor Priestley als voor Playfair het aflezen van de variabele hoogte van de kwikzilverspiegel of zuil op een regelmatig onderverdeelde schaal een normale praktijk, en het noteren van zuiver empirische gegevens in diagrammen had een exacte overeenkomst

22
Struik 1948, 1972, p. 97.

framework that is used in modern diagrams of functions, in which the independent variable, the *longitudo*, is almost always time. We recognize from the designations that Oresme chose for ordinate and abscissa, *latitudo* and *longitudo*, that very likely Ptolemaic cartography was the model for Oresme's diagrams. Thus the historian of mathematics D.J. Struik can write: 'Herein can be seen a certain, even more blurred transition from coordinates on the earth's globe or on the arc of the heavens to modern coordinate geometry.'[22] This 'blurred transition' is, however, nothing else but the passage of metaphorics.

The metaphorics of space and time is thus entirely in accord with the ancient and mediaeval philosophical tradition. It is all the more surprising that the chart based on time coordinates was not established before kinematics, and only became widespread with the Enlightenment. The representation of time by a line or by a bar appeared to Priestley to be 'a natural and reasonable method,' whose introduction into non-scientific popular use he considered himself obliged to justify. As a scientist, known as a chemist and as the discoverer of oxygen, Priestley was of course familiar with modern methods of measurement. The charts came into being when Priestley was in his early thirties, which is to say at the time when he became a scientist, having been educated to be a theologian and language teacher (he had a knowledge of nine languages). Although the thermometer or thermoscope had been known since the beginning of the seventeenth century, the experiments in the seventeenth and early eighteenth centuries were experiments on the new instrument rather than with it. Following Fahrenheit (1720) and Réaumur (1730), Celsius developed his 'Swedish thermometer' (1740), and by the middle of the eighteenth century, comparative measurements independent of person, place and time could be undertaken with the graduations on the thermometer scale. In any event, it was normal practice for Priestley, as it was for Playfair, to read from a variably extended line or column of quicksilver on an evenly graduated scale, and the recording of purely empirical data in charts and graphs had an exact corrrespondance to this meteorological instrument use in strictly periodic time series. Nonetheless, the recording of meteorological measurements in graphic

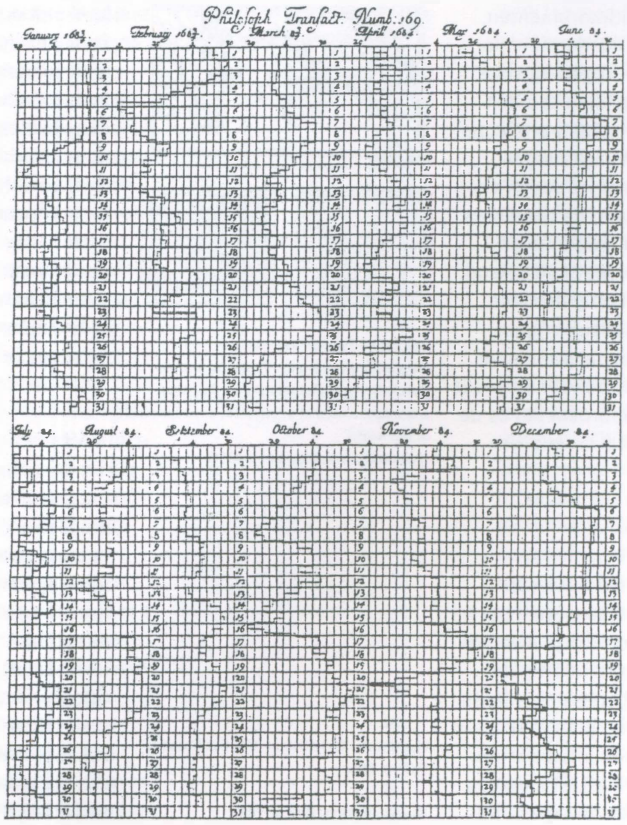
met dit meteorologisch instrumentgebruik in nauwgezette periodieke tijdseries. Toch was het noteren van meteorologische metingen in een grafische vorm zeldzaam voor 1800. De diagrammen van barometerstanden, die dagelijks werden afgelezen en verzameld in maandcurven voor het jaar 1684, werden een jaar later door Robert Plot (wat een programmatische naam!) gepubliceerd, en zijn bewaard gebleven.[23]

De veelzijdige astronoom Edmund Halley (1656-1742) blijkt de eerste te zijn geweest, die meetgegevens gebruikte voor het opzetten van een formule voor de barome trische hoogtemeting. Hij was ook de eerste die een kompasnaald als lijn op een kaart tekende, en hij gaf daarmee een vroeg voorbeeld van een cartogram, waarvan verschillende varianten ook pas in de negentiende eeuw ontwikkeld werden. Een onderzoeker die als een van de eersten Playfairs prestaties erkende en zijn grafische methode gebruikte voor zijn 'Physikalische Erdbeschreibung', was Alexander von Humboldt (1769-1859). In de atlas bij zijn boek over Nieuw-Spanje (Amerika) staan verschillende gegevens in de vorm van diagrammen, waarbij hij Playfairs voorbeeld volgt, geplaatst in combinatie met kaarten. Hij schrijft over Playfair: 'This graphical

23
Biderman 1990, p. 8.

form was rare before 1800. The diagrams of barometer positions that were read off daily and assembled into monthly curves for the year 1684, and which were published a year later by Robert Plot (what a programmatic name!) have come down to us.[23]

The versatile astronomer Edmund Halley (1656-1742) appears to be the rst to use such recordings for determining a formula of barometric height measurement. It was also he who plotted in the deviation of the compass needle as a line on a map of the earth, and thus supplied an early example for cartograms, the different types of which did not develop, however, until the nineteenth century. One of the first of the natural scientists to acknowledge Playfair's achievements and who adopted his graphic method in the 'physical description of the earth' was Alexander von Humboldt (1769-1859). In the atlas to his book on New Spain (America), he gives various data in the form of diagrams or charts following Playfair's example, and combined them with maps.On Playfair he writes: 'This graphical method is analogous to what Mr. Playfair first employed, in a very ingenious manner, in his commercial and



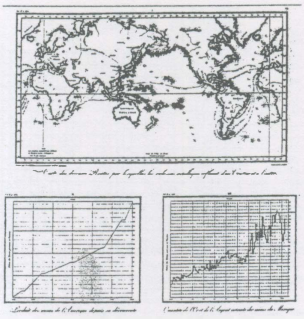
Weerchronografie: barometrische diagrammen voor het jaar 1684
/ Weather chronography: barometer-charts of the year 1684
(Robert Plot 1684)

method is analogous to what Mr. Playfair first employed, in a very ingenious manner, in his commercial and political atlas and in his statistical charts of Europe. Whithout attaching much importance to these sketches, I cannot regard them as mere trifles foreign to science. It is true that the chart which Mr. Playfair gives of the national debt of England brings to mind the profile of the peak of Teneriffe; but natural philosophers have long indicated by similar figures the state of the barometer and the mean temperature of the months.'[24]

Humboldt was een van degenen die de weg vrijmaakten voor een algemeen gebruik van diagrammen in de wetenschap bij de presentatie van empirische en statistische gegevens. Met het intekenen van isothermen als lijnen op zijn kaarten uit 1817 behoren deze kaarten tot het belangrijke type cartogrammen waarin isolijnen worden gebruikt, lijnen die gelijke waarden met elkaar verbinden, zoals bijvoorbeeld hoogtelijnen, temperatuur-, aardmagnetische en luchtdruklijnen enzovoort. Ook onze normale weerkaart kan tot deze groep worden gerekend. Deze en andere diagrammatische uitbreidingen van de cartografie hebben een 'fysische beschrijving van de wereld' mogelijk gemaakt, waarvan de eerste aanzetten plaatsvinden in de tijd van Playfair. Zijn veelvuldig gebruik van meetinstrumenten, de omgang met schaal en coördinaten niet alleen in kaarten, maar ook in geologische doorsnedes, hebben Humboldt misschien gevoeliger gemaakt voor Playfairs grafische methode dan de meeste van zijn tijdgenoten, die grafische methoden afdeden als aardigheidjes. Humboldt heeft de betekenis van empirisch-statistische diagrammen voor alle wetenschappen vroegtijdig erkend: 'Alles wat betrekking heeft op grootte en kwantiteit, kan door een grafische figuur worden afgebeeld. Statistische projecties, die de zintuigen aanspreken zonder de geest te vermoeien, hebben het voordeel dat ze de aandacht op een groot aantal belangrijke feiten richten.'[25]

VI

Voor een beter begrip van het werk van Playfair is het belangrijk om te weten, dat hij zelf de diagrammen heeft ontworpen en het origineel van de kopergravure heeft getekend. Dit ambacht had hij geleerd. In plaats van een uitgebreide scholing ging Playfair in de leer bij Andrew Meikle, de uitvinder van de dorsmachine. Later werkte hij bij James Watt als technisch tekenaar, en hij schijnt



Het verbinden van kaarten en diagrammen voor een 'fysische wereldbeschrijving' / The relating of diagrams and maps, aimed at a 'physical description of the world'
(Alexander von Humboldt 1811)

24
Humboldt, 1811-1812, p. 186; Funkhouser 1937, p. 295.

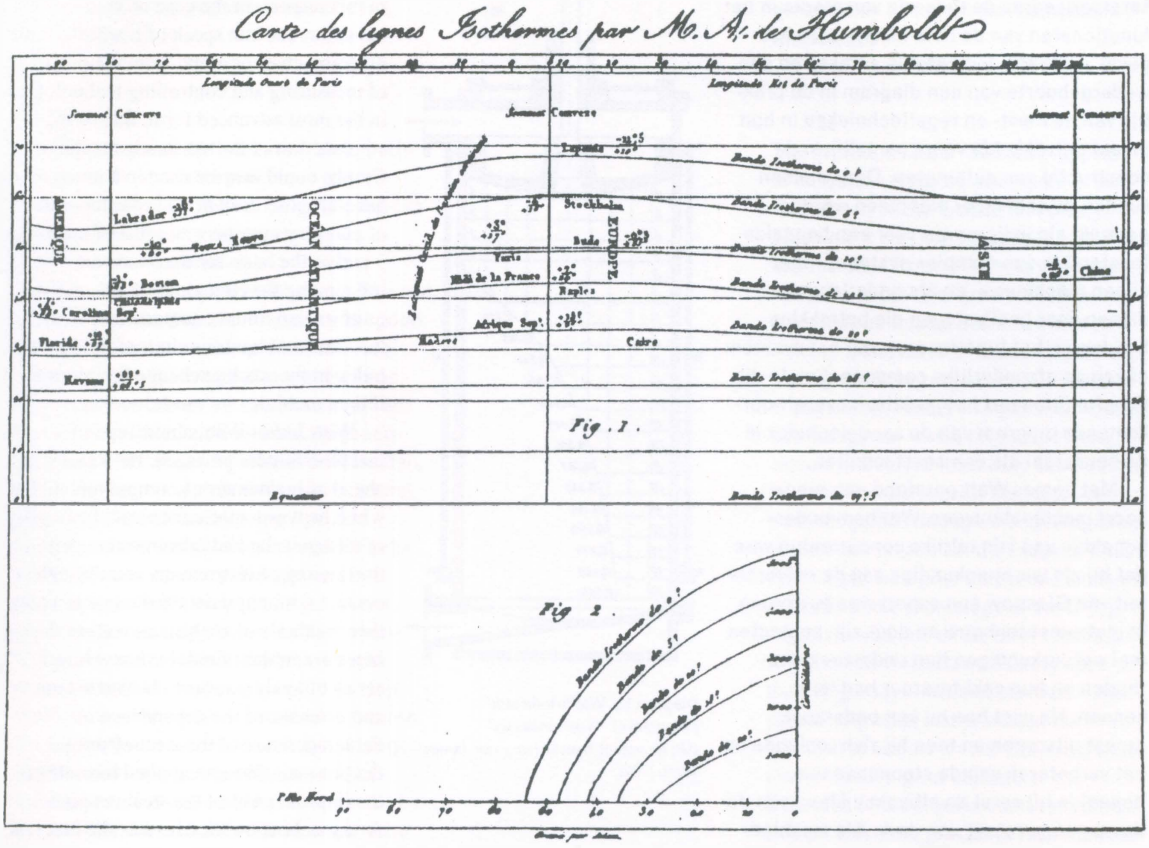
25
Humboldt 1811-1812, p. 186.

political atlas and in his statistical charts of Europe. Without attaching much importance to these sketches, I cannot regard them as mere trifles foreign to science. It is true that the chart which Mr. Playfair gives of the national debt of England brings to mind the profile of the peak of Teneriffe; but natural philosophers have long indicated by similar figures the state of the barometer and the mean temperature of the months.'[24]

Humboldt was one of those who paved the way for the accepted use of diagrams, charts and graphs for the presentation of empirical and statistical data in the sciences. His recording of isotherms as lines on maps in 1817 belongs to the important group of cartograms that implement iso-lines, i.e. lines of the same numerical value, such as contour lines, temperature lines, geomagnetism lines and barometric pressure lines etc., to which our weather maps belong. These and other diagrammatic extensions of cartography are what made a 'physical description of the world' possible, the beginnings of which were being made in Playfair's time. The extensive use of measuring instruments, dealing with measures and coordinates not only in maps but also in geological sections may have made Humboldt more receptive for Playfair's graphic method than the majority of his contemporaries, who dismissed the graphic method as gimcrackery. Humboldt recognized the importance of empirical and statistical charts and graphs for all the sciences early on: 'Whatever is based on size and quantity can be represented by graphic figures. Statistic projections that appeal to the senses without fatiguing the mind have the advantage of directing the attention to a large number of important facts.'[25]

VI

In order to understand Playfair's work, it is not without importance to know that he designed and drew the diagrams himself for the copperplate engravings. He had been apprenticed to this trade: instead of continuing at school, Playfair apprenticed himself to Andrew Meikle, the inventor of the threshing machine. Later he worked as technical draftsman for James Watt, and he seems to have been gifted for work on technical inventions. At that time Watt, after patenting his first steam engine model in 1769, had gone into partnership



Isothermen-kaart / Isotherms-maps (Alexander von Humboldt 1817)

talent te hebben gehad voor het werken aan uitvindingen. Op dat moment was Watt, na het patent op zijn eerste stoommachine-model in 1769, in een partnerschap met M. Boulton bezig aan de vervolmaking van zijn stoommachine. Hij onderzocht het expansie-proces in de cilinder, waar niet ingekeken kon worden, op een voor James Watt karakteristieke wijze: hij bouwde een meet- en registratieapparaat dat de dampdruk tijdens het gehele proces registreerde. Daardoor kon hij van de stoom de meest gunstige expansietemperatuur bepalen voor de omzetting van warmte in mechanische arbeid, en de werking van de machine optimaliseren. Samen met de beroemde centrifugaalregelaar, waarmee de draaisnelheid van de machine automatisch constant kon worden gehouden, was 'Watt's indicator' het prototype van een met een machine verbonden, automatische meet- en regeltechniek. De indicator tekende automatisch diagrammen, die de verhouding zichtbaar maakten tussen de dampdruk in de cilinder en de snelheid van de zuiger. Belangrijk hieraan is dat dit geen nomothetisch-geometrische diagrammen waren die dienden voor het opstellen van een formule of die deze illustreerden, maar het diagram

with the manufacturer M. Boulton for the purpose of perfecting the steam engine. He examined the expansion process in the cylinder – which cannot be observed – in a way typical for James Watt: he constructed a measuring and recording device that showed the steam pressure throughout the entire process. He could thus determine the most advantageous degree of expansion of the steam for the conversion of heat into mechanical work and vastly improve its efficacity. Together with the celebrated centrifugal governor with which the machine's speed of revolution could be kept constant automatically, 'Watt's indicator' was the prototype of an automatic measurement technique and controlling or regulating technology. The *indicator* recorded automatic graphs that showed the relation between the steam pressure in the cylinder and the speed of the piston. It is to be emphasized that these were not nomothetical-geometrical charts or graphs that lead to the setting up of a law or formula, nor do they illustrate the latter, rather, they characterised diagrammatically the temporal series of states of the machine's behaviour as a whole.

karakteriseerde de tijdserie van stadia in het functioneren van de hele machine. In het geval van Watts indicator is sprake van een wedergeboorte van een diagram in de praktijk van de meet- en regeltechnieken in hun meest ontwikkelde vorm, namelijk in de constructie van automaten. Diagrammen konden nu veel meer algemeen worden gebruikt als indicatoren voor een bepaalde toestand in een complex systeem – niet alleen machines –, en als onderlegger dienen voor beslissingen die betrekking hadden op het functioneren van het systeem of van de afzonderlijke componenten. In dit licht functioneert het praktisch overal voorkomende diagram van de aandelenindex in de beurszaal als een soort monitor.

Met James Watt ontstond een nieuw soort machinebouwers. Wat hem onderscheidde van zijn talrijke concurrenten was dat hij als werktuigkundige aan de universiteit van Glasgow een expert was geworden in instrumentenbouw en door zijn contacten met natuurkundigen hun onderzoeksmethoden en hun vakliteratuur had leren kennen. Hij wist hoe hij een onderzoek moest uitvoeren en toen hij zich toelegde op het verbeteren van de stoommachine bepaalde hij eerst de afhankelijkheid van de damp-temperatuur van druk. Als machinebouwer was hij de eerste echte ingenieur. Zijn 'indicator' is inbegrepen in de patenten van 1782 en 1784. Twee jaar later publiceert zijn voormalige werknemer William Playfair, net 27 jaar oud, zijn *Commercial and Political Atlas*. Je zou kunnen zeggen dat de vormen van deze diagrammen het resultaat zijn van een soort 'visual engineering'.

Maar waar kwam de inhoud vandaan? Hoe kwam Playfair tot politieke economie? Het antwoord moet worden gezocht in de familie en de sociale achtergrond van de jongeling. Tot de begunstigers en vrienden van James Watt behoorde ook Adam Smith (1723-1790). Playfairs oudere broer John was als wiskunde-professor in Edinburgh een directe collega van Adam Ferguson, die samen met Hume, Kame en Adam Smith behoorde tot de kring van 'Schotse moralisten'. Ferguson wordt beschouwd als een van de eerste sociologen, die braken met de nationale vooroordelen. David Hume's filosofische interesse beperkte zich niet tot het menselijke verstand, hij schreef ook over het belang van de handelsbalans voor de economische politiek. Wat al deze mensen verbond waren de ideeën van het liberalisme en het concept van de inductieve methode. De diagrammen van Playfair zijn meer schatplichtig aan deze achtergronden dan

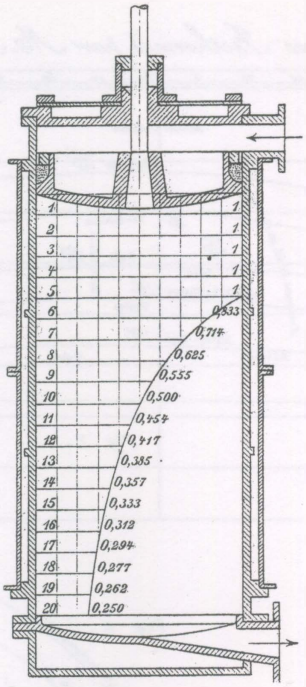


Diagram bij 'Watt's indicator' / Diagram of 'Watt's indicator' (Uit de patent-beschrijving van James Watt, 1782)

In this respect, in the case of Watt's indicator, one can speak of a rebirth of the diagram, chart or graph from the practices of measuring and controlling technologies in the most advanced form, that of the construction of the automatic machine. Graphs could now be used in a much more general sense as *indicators* for the states of complex systems – not just of machines – and as the basis for decisions on influencing the behaviour of the system or of its individual components. As such, the almost ubiquitous chart of the share index in the stock exchange functions as if on a monitor.

With James Watt, a new type of machine-builder emerged. He was a step ahead of his numerous competitors in that while he was a mechanic at the University of Glasgow, he had become an expert in the making of instruments and through contact with physicists had come to know their methods of analysis as well as the literature in their field. He knew how a series of analyses was to be carried out and determined the dependence of the temperature of the steam from the pressure when he applied himself to the improvement of the steam engine. As a machine builder, he was the first real engineer. His 'indicator' is contained in the patents of 1782 and 1784. Two years later his former employee William Playfair, just 27 years old, published his *Commercial and Political Atlas*. One could say that the forms of these 'diagrams' were the result of visual engineering.

But where did the contents come from? How did Playfair come to political economy? One would have to look for the answer in the youth's family and social background. Among the patrons and friends of James Watts was also Adam Smith (1723-1790). As a mathematics professor in Edinburgh, Playfair's older brother John was a close colleague of Adam Ferguson, who belonged to the circle of 'Scottish moralists' with Hume, Kame and Adam Smith. Ferguson was considered to be one of the first sociologists who broke with the national prejudice. David Hume's philosophical concerns were not only human understanding; he also wrote about the significance of the commercial balance sheet for political economy. The ideas of liberalism and the concept of inductive method united them all. And Playfair's diagrams owed more to this back-

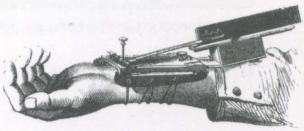
aan het continentale Europese rationalisme.[26]

26
Biderman 1990, p.16.

VII

De uitvinding van de 'indicator' blijkt in de tweede helft van de negentiende eeuw herhaald te zijn. Deze keer ging het niet om een machine die de variërende stadia in diagramvorm noteerde, maar om een systeem dat beschouwd en onderzocht werd als een machine, om zijn functioneren goed te kunnen begrijpen; dit was het levende organisme. De fysiologische wetenschap, die net was ontstaan en voortkwam uit de anatomie, ontdeed zich slechts langzaam van experimentele en operatieve methoden, die voortkwamen uit het onderzoek van het statische object, namelijk het lijk. Zo droegen de eerste fysiologen anatomische methoden over op de fysiologie van het levende organisme, en een van de meest gebruikelijke was de vivisectie. Het opensnijden van een levend lichaam – zonder narcose – was bijzonder gruwelijk en riep kritiek op bij dierenvrienden. Maar er waren ook methodische bezwaren: de beperkingen van de experimentele condities van het onderzoek zelf beïnvloedden de onderzoeksvoorwaarden. Verstoorden deze drastische ingrepen niet de fysiologische processen die onderzocht werden, en leverde dit geen vertekende of zelfs foute resultaten op? Was dit niet een juist zeer ongeschikte methode aangezien het ging om onderzoek naar een van de karakteristieke eigenschappen van een levend wezen, namelijk beweging? Moet de verscheidenheid van organische bewegingen zoals hartslag, spiercontracties, ademhaling, zenuwactiviteit en ontelbare manieren van voortbeweging niet worden onderzocht met de daarvoor geschikte instrumenten en methoden, die het organisme grotendeels onaangetast laten?

Het werk van de Franse arts en fysioloog Etienne-Jules Marey (1830-1904) gaat uit van dit inzicht. Hij heeft een essentiële bijdrage geleverd aan de ontwikkeling en doorbraak van grafische methoden in de gehele medische diagnostiek. Diagrammen zoals het ECG en het EEG, die thans een onmisbaar onderdeel vormen van de medische diagnostiek, zijn afkomstig van Marey. Alleen door de opkomst van de elektronica zijn vanaf de jaren dertig en veertig van deze eeuw mechanische, pneumatische of elektromagnetische delen van zijn machines vervangen. Marey bedacht en ontwikkelde grafische meetapparatuur: cardiografen, encefalografen, oscilloscopen enzovoort. Hij was



Polsmeter (spygmograaf) / Spygmograph (Etienne-Jules Marey 1860)

ground than to continental European rationalism.[26]

VII

The invention of the 'indicator' appears to have been repeated once more in the second half of the nineteenth century. This time it was not a matter of a machine that recorded its varying states in diagrammatic form, but of a system that was analysed and treated *like* a machine in order to understand its functions properly, namely the living organism. The science of physiology which was just then coming into being, and which originated from anatomy, divorced itself only slowly from the latter's experimental and operative methods gained through the investigation of the static object, i.e. the cadaver. Thus the first physiologists transposed anatomic methods to the physiology of the living organism, and one of the most common of these was vivisection. Cutting open the living body – without narcosis – was particularly cruel and provoked the criticism of animal lovers. But there were also methodological objections: the limitation of the experimental conditions. Did not this – the gravest of interventions – deliver distorted or even false data about the physiological functions that were to be examined? Was it not unsuitable above all for the examination of one of the characteristics of the living organism, which is to say motion? The variety of organic motion, heart beat, muscle contraction, respiration, nervous activity and a myriad of types of locomotion – did they not have to be investigated with appropriate instruments and methods that left the organism largely intact?

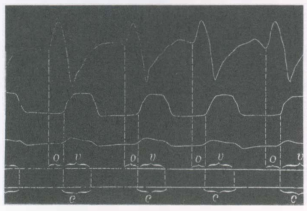
At this point the work of the French doctor and physiologist Etienne-Jules Marey (1830-1904) comes in; he made an essential contribution to the development and establishment of graphic methods throughout medical diagnostics. The charts that are indispensable to routine examinations today as EEG and ECG originated with Marey. Only electronics has replaced some of the mechanical, pneumatic or electromechanical parts of his constructions since the thirties and forties of this century. Marey invented and developed graphic recording instruments: the cardiograph, the encephalograph, the oscilloscope, etc. He had already begun this as a student and in 1859, he developed a spygmograph that was

grafen, oscilloscopen enzovoort. Hij was al als student daarmee begonnen en hij ontwikkelde in 1859 een polsschrijver ('spygmograaf'), die meteen werd overgenomen in de medische praktijk. Uit de opbrengsten van deze licentie kon Marey zijn eigen laboratorium financieren. In dit privé-laboratorium ontstonden de eerste cardiogrammen, lijndiagrammen die de drukverandering in de hartkamers meten door een synoptische weergave van de precieze intervallen en die een einde maakten aan de controverse van de top van een hartslag ('apex beat controversy').

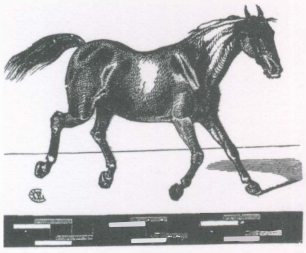
Er volgden meer apparaten die bewegingen in het lichaam registreerden, zoals de myograaf, die spiercontracties mat die werden opgewekt door een herhaalde elektrische impuls en daarmee de grondslag leverde voor de studie naar vermoeidheid. Al deze apparaten waren uitgerust met een door Marey ontwikkelde lichte stift, die zijdelingse uitzwenkingen op een loodrecht daarop bewegende, op een plaat of wals aangebrachte strook papier overdroeg, waarbij het van essentieel belang was dat de snelheid van deze strook absoluut constant bleef. Marey verzekerde zich hiervan door het toepassen van klokken van de beste Parijse klokkenmakers en met een apparaat, dat gebruik maakte van de gelijkmatige trilling van een stemvork. Marey's diagrammen zijn 'real-time'-notaties, en hij noemde dit 'chronografie'.

In 1867 ging Marey zich bezighouden met de manieren van voortbeweging van mensen en dieren. Hieruit ontstonden meetapparaten, die de stapsequentie van voeten of hoeven in diagrammen omzetten, waaruit vervolgens de duur, de snelheid en de druk van de stap was af te lezen. De omstreden vraag, of de hoeven van een paard bij het draven of bij galop op een bepaald moment de grond niet raakten, kon met het blote oog niet worden waargenomen. Maar Marey loste dit op met een tekening van zijn apparaat en het vertalen hiervan in een balkendiagram dat aangaf wanneer en hoelang elke hoef van het paard de grond raakte. Marey noemde deze balkendiagrammen 'synoptische notaties', de notatie van een soort muziek waarvan de noten 'door het paard zelf waren geschreven'.[27]

Het idee dat het leven zichzelf schrijft, gaat verder dan James Watts indicatorconcept van een machinale tekenautomaat, en gaat terug op het begin van de moderne natuurwetenschap, waar het heilige boek en Kepplers opengeslagen boek over de natuur naast elkaar liggen en waarin de openbaring



Het cardiogram van een paard / The cardiogram of a horse (Chaveau en Marey 1863)



Synchronoptisch balkendiagram van het bodemcontact van een dravend paard / Synchronoptic bar-chart of a galloping horse (E. Duhousset naar Marey 1972)

27
Marey citaat naar / quoted in: Marta Braun 1992, p. 28

immediately adopted in medical practice. Marey was able to finance his own laboratory from the licencing fees. It was in this private laboratory that the first cardiograms were developed, curve charts that recorded the changes in pressure in the ventricles of the heart in synoptic reproduction of the precise intervals and thus ended the apex beat controversy.

Other instruments for recording internal motion followed, like the myograph that recorded the muscle contraction set off by a repeated electrical impulse and thus provided the basis for fatigue studies. All these instruments had a light recording stylus developed by Marey, the lateral deflection of which was transmitted to a vertically moving strip of paper on a plate or a roll, whereby uniformity was all-important. Marey ensured this by using the clockwork of the best Paris clockmaker and a device based on the regular vibration of the tines of a tuning fork. Marey's diagrams are real-time recordings, and he gave this field the name 'chronography'.

In 1867, Marey turned to the types of locomotion in man and animals. Recording instruments were developed that captured the step sequence of feet or hooves in diagrams, from which could be read off the length, speed and tread pressure. The controversy over whether there was any one moment at a trop or a gallop when none of a horse's feet were on the ground could not be resolved simply by observation with the naked eye, but Marey was able to resolve it with the inscriptions of his instrument and their transcription into bar charts that indicated when and how long each hoof touched the ground. Marey called these bar charts 'synoptic notations,' notations of a 'sort of music,' whose notes were 'written by the horse itself'.[27]

The idea that life writes itself goes beyond James Watt's indicator concept of a mechanical recording automat; it goes back to the beginnings of modern science, when Keppler's open book of nature was accorded equal status with the Holy Scripture, in the sense that revelation could be read. At the same time, it points to the future in which the genetic code can be read through transcriptions of the double helix structure (Watson and Crick 1953) of DNA – first built as models – in combinatory diagrams of RNA molecules (Nirenberg and Matthaei 1961), in order to be able to write DNA sequences as

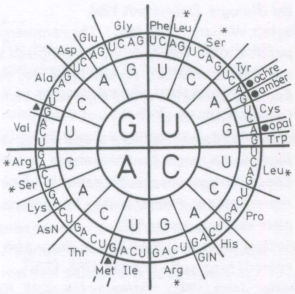
kan worden gelezen. Tegelijkertijd verwijst dit idee naar de toekomst waarin de genetische code door vertaling van de – eerst in model gebouwde – dubbele helixstructuur (Watson en Crick 1953) van DNA in een combinatie-diagram van RNA-moleculen (Nirenberg en Matthaei 1961) kon worden ontcijferd, om de DNA-volgorde als een ketting van symbolen te kunnen beschrijven en te kunnen hercombineren.

Hier zien we, net als in Marey's transformatie van de hoefbewegingen van een paard in een balkendiagram, een specifieke kwaliteit van het diagram als vertaling of symboolomzetting met een expliciete denotatie. Nelson Goodman gaat zo ver dat hij modellen zoals die in de architectuur, het ontwerpen en het ingenieursvak gebruikelijk zijn, terugvoert op diagrammen. Het begrip 'model' zou men dan 'voor die gevallen reserveren, waarin het symbool geen eenmalig incident noch een mathematische of verhalende beschrijving is: het scheepsmodel, de miniatuurbulldozer, het architectuurmodel van een campus, het houten of keramisch showmodel van een auto. Geen van deze zijn voorbeelden... en geen van deze is een beschrijving in de normale of mathematische taal. In tegenstelling tot voorbeelden zijn modellen denotatief en in tegenstelling tot beschrijvingen zijn ze nonverbaal. Dit soort modellen zijn in feite diagrammen, dikwijls in meer dan twee dimensies en met beweegbare onderdelen, ofwel, diagrammen zijn vlakke en statische modellen. (...) Om een groot gedeelte van de verwarde verzinsels over modellen te kunnen ontkrachten bestaat wellicht de eerste stap uit het inzicht, dat ze als diagrammen kunnen worden behandeld.'[28]

Goodmans vaststelling geldt echter alleen als de taal van het modelmaken zich als een grafische methode ontwikkelt, de codes ervan uitwerkt, en als er interpretatieregels worden opgesteld, die een universele vertaalbaarheid garanderen. Het is precies om die reden dat de vele stappen in diagrammatische experimenten en de noodzaak tot een reductie naar de praktijk waar de wetenschap en technologie zelf onderwerp waren, nodig waren. Diagrammatische vernieuwingen ontstonden in de geschiedenis dikwijls door de problemen waarvoor wetenschappers, ontdekkers en uitvinders zichzelf gesteld zagen, en diagrammen vormen vaak een cruciaal deel van de oplossing.

Vertaling uit het Duits: Eireen Schreurs

28
Goodman 1997, p. 165.



De genetische code in een gecombineerd diagram: genetische 'RNA-zon' / The genetic code in a combinatory diagram: genetic 'RNA-sun' (Naar Bresch en Hausmann, 1972)

chains of symbols and then recombine them. Here, as in Marey's transformation of the hoof motion of the horses into bar charts, we see the specific achievement of the diagram, chart or graph as translator or symbol transformer with explicit denotation. Nelson Goodman goes as far as to derive models – as they are used in architecture, design and engineering – from diagrams. One could reserve the concept 'model' 'for the case when the symbol is neither an isolated case nor a linguistic or mathematical description: the model of a ship, the miniature bulldozer, the architectural model of a campus, the wooden or ceramic model of a car. None of these is a specimen … and none is a description in normal or mathematical language. In contrast to specimens, these models are denotative; in contrast to descriptions, they are nonverbal. Models of this type are in actuality diagrams, often in more than two dimensions and with movable parts – or in other words, diagrams are flat, static models. (…) Perhaps the first step consists in ripping off the tissue of words in which models are couched, in the recognition that they can be treated as diagrams.'[28]

Goodman's statement only holds good if the languages of modelling are developed like graphic methods, their codes elaborated and rules of transformation that guarantee universal translatability established. The many steps in diagrammatic experiments and the necessity of a reduction to practice to which science and technology themselves are subject were needed precisely for this reason. Diagrammatic innovations in history were often brought into being by problems faced by researchers, discoverers and inventors, and diagrams, charts and graphs are often a crucial part of their solution.

Translation from German: Fiona Greenwood

Literatuur / Literature

Aristoteles (1995), Physik. In: Philosophische Schriften. Bd. 6, Hamburg 1995

Ashby, W. Ross (1960), *Design for a brain. The origin of adaptive behavior*. London 1960[2]

Barthes, Roland (1970, 1981), *L'empire des signes*. Genève 1970; Duitse vertaling / German tanslation: *Das Reich der Zeichen*. Frankfurt/M 1981

Becker, Oskar (1975), *Grundlagen der Mathematik in geschichtlicher Entwicklung*. Frankfurt/M 1975

Bertin, Jaques (1973, 1974), *Sémiologie graphique*. Paris 1973; Duitse vertaling / German translation: *Graphische Semiologie. Diagramme, Netze, Karten*. Berlin / New York 1974

Biderman, Albert D. (1990), The Playfair Enigma: the development of the schematic representation of statistics. In: *Information Design Journal* 6, 1990, 1

Braun, Marta (1994), *Picturing time. The work of Etienne-Jules Marey (1830-1904)*. Chicago 1994

Calvin, William H. (1989, 1993), *The cerebral symphony. Seashore reflections on the structure of consciousness*. 1989; Duitse vertaling / German translation: *Die Symphonie des Denkens*. München / Wien 1993

Cipolla, Carlo M. (1981, 1997), *Le machine del tempo*. Bologna 1981; Duitse vertaling / German translation: *Die gezählte Zeit*. Berlin 1997

Deleuze, Gilles (1975, 1977), Ecrivain non: un nouveau cartographe. In: *Critique* 343, 1975; Duitse vertaling / German translation in: Gilles Deleuze / Michel Foucault, *Der Faden ist gerissen*. Berlin 1977

Descartes, René (1637), *La géometrie*. Appendix bij / of: *Discours de la méthode*. Leyden 1637

Downs, Roger M. / David Stea (eds.) (1982), *Maps in minds*. New York 1982; Duitse vertaling / German translation: *Kognitive Karten. Die Welt in unseren Köpfen*. New York 1982

Ehrenfells, Christian von (1890), Über 'Gestaltqualitäten'. In: *Vierteljahresschrift für wissenschaftliche Philosophie* 14, 1890, 3

Foucault, Michel (1975, 1977), *Surveiller et punir. La nassance de la prison*. Paris 1975; Duitse vertaling / German translation: *Überwachen und Strafen. Die Geburt des Gefängnisses*. Frankfurt/M 1977; Dutch citations: *Discipline, toezicht en straf. De geboorte van de gevangenis*. Groningen 1989

Funkhouser, H. Gray (1937), Historical development of the graphic representation of statistical data. In: *Osiris* 3, 1937, part 1

Goodman, Nelson (1976, 1997), *Languages of art. An approach to the theory of symbols*. Indianapolis 1976; Duitse vertaling / German translation: *Sprachen der Kunst. Entwurf einer Symboltheorie*. Frankfurt/M 1997

Humboldt, Alexander von (1811-1812), *Essai politique sur le royaume des la Nouvelle Espagne, avec un atlas physique et géographique, fondé sur des observations astronomique, des mésure trigonométrique et des nivellements barométrique*. Paris 1811-1812

Humboldt, Alexander von (1820), On isothermal lines and the distribution of heat over the globe. In: *Edinburgh Philosophical Journal* 3, 1820

Innis, Harold A. (1950), *Empire and communications*. Oxford 1950

Innis, Harold A. (1951), *The bias of communication*. Toronto 1951

Latour, Bruno (1990), Drawing things together. In: Michael Lynch / Steve Woolgar (eds.), *Representations in scientific practice*. Cambridge, Mass. / London 1990

Lavater, Johann Caspar (1775-1778), *Physiognomische Fragmente, zur Beförderung der Menschenkenntniß und Menschenliebe*. Leipzig / Winterthur 1775-1778

MacKinder, Halford J. (1919, 1962), *Democratic ideals and reality*. (1919) With additional Papers. Ed. by Anthony J. Pearce. New York 1962

Marey, Etienne-Jules (1878), *La méthode graphique dans les sciences expérimentales et principalement en physiologie et en medicine*. Paris 1878

Marey, Etienne-Jules (1873, 1884), *La machine animale. Locomotion terreste et aérienne*. Paris 1873; Engelse vertaling / English translation: *Animal mechanism. A treatise on terrestial and aerial locomotion*. New York 1884[3]

Matschoß, Conrad (1908), *Die Entwicklung der Dampfmaschine*. 2 Vol., Berlin 1908

Mayr, Otto (1986, 1987), *Authority, liberty and automatic machinery in early modern Europe*. Baltimore / London 1986; Duitse vertaling / German translation: *Uhrwerk und Waage. Autorität, Freiheit und technische Systeme in der frühen Neuzeit*. München 1987

Nagl, Walter (1995), *Gentechnologie und Grenzen der Biologie*. Darmstadt 1995

Playfair, William (1786, 1801), *The commercial and political atlas; representing the progress of the commerce, revenues, expenditures, and debts of England, during the whole eighteenth century*. London 1786, 1801[3]

Playfair, William (1796), *Lineal arithmetic; applied to show the progress of commerce and revenu of England during the present century, which is represented and illustrated by thirty three copperplate charts*. London 1775

Priestley, Joseph (1769, 1775), *A description of a chart of biography*. London 1765, 1775[5]

Snyder, John (1993), *Flattening the earth. 2000 Years of map projections*. Chicago 1993

Struik, Dirk J. (1948, 1980), *A concise history of mathematics*. New York 1948; Duitse vertaling / German translation: *Abriss der Gechichte der Mathematik*. Berlin 1980

Tilling, Laura (1975), Early experimental graphics. In: *British Journal of the history of science* 8, 1975

Whitrow, Gerald J. (1988, 1991), *Time in history*. Oxford 1988; Duitse vertaling / German translation: *Die Erfindung der Zeit*. Hamburg 1991

Wieleleitner, H. (1912-1913), Der 'Tractatus de latitudinibus formarum' des Oresme. In: *Bibliotheca Mathematica*, 3. Folge, 13, 1912-1913