

# De sociale constructie van netwerken en technische systemen

## Citation for published version (APA):

Bijker, W. E. (1987). De sociale constructie van netwerken en technische systemen: Nieuwe perspectieven voor de techniekgeschiedenis. *Jaarboek voor de geschiedenis van bedrijf en techniek*, 4, 7-24.

## Document status and date:

Published: 01/01/1987

## Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

## Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

## General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.umlib.nl/taverne-license](http://www.umlib.nl/taverne-license)

## Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[repository@maastrichtuniversity.nl](mailto:repository@maastrichtuniversity.nl)

providing details and we will investigate your claim.

# De sociale constructie van netwerken en technische systemen; nieuwe perspectieven voor de techniekgeschiedenis

W.E. BIJKER

## Inleiding<sup>1</sup>

De techniekgeschiedenis in Nederland verkeert in een spannende fase. Er is sinds enkele jaren een kleine maar redelijk stabiele institutionele basis aan de universiteiten. Bovendien blijkt uit de abonnementen op en de bijdragen aan het *Jaarboek voor de Geschiedenis van Bedrijf en Techniek (JbGBT)* dat ook buiten de universitaire centra actief historisch onderzoek wordt gelezen en gedaan. Nog belangrijker is dat er inhoudelijk een aantal vruchtbare perspectieven zijn ontwikkeld. Onderzoeksprogramma's maken voortgang en vinden, hoewel de 'oogst' nog grotendeels moet plaatsvinden, internationale erkenning.<sup>2</sup>

Een deel van het Nederlandse techniekhistorisch onderzoek zoals dat plaats vindt aan de universiteiten in Amsterdam, Eindhoven, Twente (en sinds kort Maastricht), Nijmegen en Rotterdam sluit nauw aan bij een aantal recente internationale ontwikkelingen in het techniekonderzoek.<sup>3</sup> Zij heeft daar bovendien mede richting aan gegeven door middel van de internationale workshop die in 1984 in Enschede is gehouden.<sup>4</sup> Over deze recente ontwikkelingen gaat dit artikel. Ik neem daarmee de

1. Het onderzoek waarop dit artikel mede is gebaseerd, wordt gefinancierd door Z.W.O.

2. Zie voor een kort overzicht van de Nederlandse situatie: W.E. Bijker, 'Techniekgeschiedenis in Nederland: Nieuwe Perspectieven', paper voor het congres 'Balans en Perspektief', Utrecht, mei 1986.

3. Zie noot 31.

4. Voor twee verslagen van de workshop, zie G.H. de Vries, 'International Workshop on New Developments in the Social Study of Technology (Twente University of Technology, Netherlands, 5-7 July 1984) - A Personal Report', *EASST Newsletter*, 3 (november 1984) 12-8 en J. Law, 'International Workshop on New Developments in the Social Studies of Technology', *4S Review*, 2 (winter 1984) 9-13. John Law concludeert: 'Perhaps, in retrospect, we may look back to it as the place where the social study of technology

draad op waar Van Houten deze in het vorige *JbGBT* los liet – rond 1980<sup>5</sup>.

De ontwikkeling die ik wil bespreken wordt gekenmerkt door heel gedetailleerd empirisch onderzoek naar techniekontwikkeling. Het is niet mogelijk de rijkdom aan details in dit ‘weefsel van techniek en samenleving’ in een overzichtsartikel recht te doen. De doelstelling van dit artikel is dan ook bescheiden: het bieden van een raamwerk om deze recente ontwikkeling in de techniekgeschiedenis te herkennen, en het geven van voldoende referenties zodat de lezer zelf verder erin kan doordringen.

Ook in een tweede opzicht is mijn doelstelling bescheiden. Dit artikel schetst met name drie benaderingen in het recente techniekhistorisch onderzoek. Ook al vormen deze drie in hun samenhang een belangrijke ontwikkeling die snel aan kracht wint, er gebeurt natuurlijk meer. De drie benaderingen die ik beschrijf hebben als centrale onderzoeksvraag, te begrijpen hoe het ontwikkelingsproces van technische artefacten<sup>6</sup> verloopt. Andere benaderingen, zoals bijvoorbeeld de neo-Schumpeteriaanse,<sup>7</sup> hebben mijns inziens een ander accent in hun vraagstelling. In dit artikel beperk ik mij tot drie benaderingen – de systeembenadering, de netwerkbenadering en de sociaal-constructivistische benadering.

### Drie benaderingen

Voor een moment wil ik het gezichtsveld verbreden van *techniekgeschiedenis* tot meer algemeen *techniekonderzoek*. Het is namelijk vooral in die context, denk ik, dat recente ontwikkelingen in de techniekgeschie-

first became a recognizable field rather than a set of individuals’. Dat deze workshop niet slechts een incident was, moge blijken uit een aantal vervolgbijeenkomsten. Zo is een speciaal symposium, ‘Contexts of Technological Change’, georganiseerd op het International Congress of the History of Science (Berkeley, Ca., aug 1985) en werd in 1986 een gecombineerde sessie van SHOT (techniekhistorici) en 4S (wetenschapssociologen) gehouden (Pittsburgh, Pa., oktober 1986). Naar aanleiding van de workshop werd uitgegeven: W.E. Bijker, T.P. Hughes and T.J. Pinch (eds.) *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology* (Cambridge, Ma. 1987).

5. B.C. van Houten, ‘Techniek-geschiedenis; een historiografische beschouwing’, *JbGBT* 3 (1986) 13-42.

6. De term ‘artefact’ gebruik ik om met één woord zowel concrete producten (bijvoorbeeld een telefoontoestel), als technische processen (bijvoorbeeld het Bakelite-proces) aan te duiden.

7. Zie voor heel verschillende voorbeelden: H.W. Lintsen, ‘Van windbemaling naar stoombemaling; innoveren in Nederland in de negentiende eeuw’, *JbGBT* 2 (1985) 48-63; N. Rosenberg, *Inside the Black Box: Technology and Economics* (Cambridge 1982); R.R.

denis hun betekenis krijgen. Tot voor kort kon de situatie in het techniekonderzoek als volgt worden gekarakteriseerd.<sup>8</sup> Economen en sociologen die zich met techniekontwikkeling bezig hielden, beschouwden de techniek veelal als een 'black box': randcondities, input- en output-functies, organisatievraagstukken en dergelijke vormden het object van onderzoek, maar de inhoud van de 'black box' bleef buiten beschouwing. Daartegenover werd bij historisch onderzoek naar de techniek natuurlijk wel de inhoud van die 'black box' bestudeerd. Maar over het algemeen vond hierbij zo weinig theoretische en methodische reflectie plaats, dat het moeilijk was om de verschillende afzonderlijke onderzoeken met elkaar in verband te brengen. De historici zaten in de 'black box' en keken niet naar buiten.

Deze situatie is sinds enkele jaren op verschillende fronten aan het veranderen. Binnen de afzonderlijke disciplines zijn ontwikkelingen gaande die de hiervoor beschreven beperkingen proberen op te heffen. Economisch onderzoek wordt in toenemende mate ook gericht op de 'inhoud' van de techniek – er wordt in de 'black box' gekeken.<sup>9</sup> Hetzelfde geldt voor sociologisch onderzoek naar techniekontwikkeling. Dit werk wordt vooral geïnspireerd door recente ontwikkelingen in de wetenschapssociologie.<sup>10</sup> Historisch onderzoek houdt zich steeds meer bezig met modelvorming en het zoeken naar theoretische verklaringen van techniekontwikkeling. Voor een belangrijk deel ligt de oorzaak hiervan in de interne ontwikkeling van de discipline techniekgeschiedenis zoals

Nelson and S.G. Winter, *An Evolutionary Theory of Economic Change* (Cambridge, Ma. 1982); G. Dosi, 'Technological Paradigms and Technological Trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change', *Research Policy* 11 (1982) 147-62. Voor een kritische bespreking van aspecten van deze benadering, zie H. van den Belt and A. Rip, 'The Nelson-Winter/Dosi Model and Synthetic Dye Chemistry', in: Bijker, Hughes and Pinch (eds.), *a.w.*, 135-58.

8. Zie voor een uitgebreider overzicht: W.E. Bijker, 'Techniekgeschiedenis: een mogelijke basis voor theorieën over technologische ontwikkeling?', *JbGBT* 1 (1984) 44-65.

9. Zie voorbeeld Rosenberg, *a.w.*; Nelson and Winter, *a.w.*; Dosi, *a.w.*

10. Zie bijvoorbeeld M. Callon, 'The State and Technical Innovation: A case Study of the Electric Vehicle in France', *Research Policy* 9 (1980) 358-76 en T.J. Pinch and W.E. Bijker, 'The Social Construction of Facts and Artefacts: Or how the Sociology of Science and the Sociology of Technology might Benefit Each Other', *Social Studies of Science* 14 (1984) 399-441. Verschillende hoofdstukken in Bijker, Pinch, Hughes (eds.), *a.w.*, zijn ook nadrukkelijk op een integratie van wetenschapssociologische en techniekhistorische perspectieven gebaseerd: D. MacKenzie, 'Missile Accuracy: A case Study in the Social Processes of Technological Change', 195-222; R. Schwartz Cowan, 'The Consumption Junction: A Proposal for Research Strategies in the Sociology of Technology', 261-80; E. Yoxen, 'Seeing with Sound: A Study of the Development of Medical Images', 281-304; S. Woolgar, 'Reconstructing Man and Machine: A Note on Sociological Critiques of Cognitivism', 311-28; H.M. Collins, 'Expert Systems and the Science of Knowledge', 329-48.

die met name in Amerika heeft plaats gevonden.<sup>11</sup>

Deze drie ontwikkelingen binnen de afzonderlijke disciplines versterken elkaar bovendien in een interdisciplinaire ontwikkeling. De laatste jaren vindt er een toenemende samenwerking plaats tussen techniekonderzoekers met een verschillende disciplinaire achtergrond. Een kristallisatiepunt voor deze samenwerking is de genoemde internationale workshop (Enschede, 1984) geweest. Tijdens deze workshop zijn vooral drie benaderingen op de voorgrond getreden waarin deze interdisciplinaire samenwerking vorm krijgt. In deze drie benaderingen versterken de recente ontwikkelingen binnen de afzonderlijke disciplines elkaar op verschillende manieren. Het zijn deze benaderingen die centraal staan in dit artikel. De sociaal-constructivistische beandering krijgt daarbij relatief veel aandacht omdat ik bij de bespreking ervan uit eigen onderzoek kan putten.

#### *De systeembenadering*

De systeembenadering, in dit verband vooral ontwikkeld door Thomas P. Hughes, richt zich op de analyse van 'technische systemen'.<sup>12</sup> Deze technische systemen bevatten een ondoorzichtige warwinkel van probleemoplossende elementen. Zij worden enerzijds sociaal geconstrueerd, anderzijds geven zij ook vorm aan de samenleving. (Deze nogal losse definitie van 'systeem' is minder elegant dan de definities die door veel technici en sociale wetenschappers worden gebruikt, maar hij is daardoor bruikbaar voor historici.) Voorbeelden van componenten in een technisch systeem zijn fysische artefacten zoals generatoren, transformatoren en elektriciteitskabels; organisaties zoals elektriciteitsbedrijven, producenten van elektrische apparatuur en banken; wetenschappelijke zaken als opleidingsprogramma's, publicaties en patenten; en zelfs wetgeving en kolenmijnen.

Een artefact of ander element dat als component van een technisch systeem functioneert verkeert in voortdurende wisselwerking met de andere componenten van dat systeem. Als een component uit het systeem wordt verwijderd of de technische karakteristiek van een component wordt gewijzigd, heeft dat gevolgen voor de andere componenten in het

11. Zie hiervoor: J.M. Staudenmaier, *Technology's Storytellers. Reweaving the Human Fabric* (Cambridge, Ma. 1985) en Van Houten, *a.w.*

12. Zie voor een uitgebreide uiteenzetting met concrete voorbeelden: Th.P. Hughes, 'The Evolution of Large Technological Systems', in: Bijker, Hughes, Pinch (eds.), *a.w.*, 51-82 en verder Th.P. Hughes, *Networks of Power. Electrification in Western Society, 1880-1930* (Baltimore 1983).

technisch systeem. Zo leidt in een elektriciteitsdistributiesysteem een verandering in het gemiddelde vermogen (het aantal Watt) van de aangesloten apparaten tot veranderingen in de transformatoren en dynamo's. Alle componenten in een technisch systeem hangen met elkaar samen en beïnvloeden elkaar. Op deze manier verdwijnt het onderscheid tussen techniek enerzijds en sociale omgeving anderzijds. In een stuk techniek als Edison's gloeilamp zit als het ware ingebakken het hele scala van technische, politieke en sociale omstandigheden waarin de 'systeembouwers' van die elektriciteitsnetwerken werkten.

Technische systemen evolueren volgens bepaalde patronen. Hughes karakteriseert een technisch systeem dat evolueert, uitbreidt en impuls opbouwt door verschillende typen systeem-bouwers te identificeren die bij elke ontwikkelingsfase van het technische systeem een hoofdrol spelen. Zo onderscheidt hij 'uitvinder-ondernemers' in de uitvinding- en innovatiefase, 'manager-ondernemers' in de competitie- en groei-fase en 'financier-ondernemers' in de consolidatie-fase. Succesvolle uitvinder-ondernemers zorgen ervoor dat zij ook de nodige niet-technische componenten in hun systeem opnemen om dat systeem te laten overleven. Financiering en management moeten voldoen aan de eisen die bijvoorbeeld zowel de techniek als de sociaal-culturele omgeving stellen. David Noble laat zo zien hoe in de digitale automatische metaalbewerkingsmachines die in de jaren vijftig worden ontwikkeld de waarden en normen van het bedrijfsmanagement en het Amerikaanse leger 'ingebakken' zitten.<sup>13</sup> Als een technisch systeem groot is en impuls heeft opgebouwd (waarover hieronder meer), zijn de problemen minder van technische aard en ziet Hughes de manager-ondernemer en de financier-ondernemer het roer overnemen.

Om de ontwikkelingspatronen van technische systemen te karakteriseren is een aantal concepten vruchtbaar gebleken. Een 'reverse salient' of achterblijvende ontwikkeling treedt op als sommige componenten van een evoluerend systeem achterblijven en de vooruitgang van het systeem gaan hinderen. (De term 'reverse salient' verwijst naar een zwak, naar achteren gebogen deel van een militair front.) Als in een elektrisch systeem de generator wordt verbeterd, kan dat tot gevolg hebben dat de elektromotoren aangepast moeten worden. Zolang dat niet is gebeurd, vormen die motoren een 'reverse salient'. Een belangrijke activiteit van succesvolle technici is het herkennen van 'reverse salients' en het vertalen van zo'n 'reverse salient' in een bijbehorend kritisch pro-

13. D.F. Noble, *Forces of Production: A Social History of Industrial Automation* (New York 1984).

bleem ('critical problem'). Door die vertaling in een kritisch probleem krijgt de 'reverse salient' een vorm die het mogelijk maakt technici en wetenschappers aan de oplossing ervan te laten werken. Thomas A. Edison kwam, in het najaar van 1878, tot de conclusie dat zijn plan voor een elektriciteitsdistributiesysteem niet haalbaar was. De 'reverse salient' werd gevormd door de maximale totale lengte van de koperen leidingen. De hoge prijs van het koper maakte het onmogelijk het netwerk zo uitgebreid te maken dat hij genoeg klanten kon aansluiten om zijn systeem economisch te laten renderen. In welk kritisch probleem kon deze 'reverse salient' nu worden vertaald, zodat technici (of economen of marketingmensen of...) er een oplossing voor konden proberen te vinden? Edison vond het antwoord en het was deze cruciale stap die hem, in strikte zin ten onrechte, de lauwerkrans van 'uitvinder van de gloeilamp' heeft opgeleverd. Edison onderkende, samen met zijn medewerker Francis Upton, dat zijn koperen leidingen goedkoper (en dus langer) konden worden door ze dunner te maken; maar dat impliceerde, gebruik makend van de Wet van Ohm uit de elementaire elektriciteitsleer, dat de stroomsterkte kleiner moest worden; en dat kon alleen als er gloeilampen gebruikt zouden worden met een veel grotere elektrische weerstand. Ziedaar het kritisch probleem: ontwikkel een gloeidraad met een hoge elektrische weerstand. Met dat kritisch probleem konden Edison's technici aan het werk en een jaar later was een gloeidraad met de vereiste hoge weerstand gevonden – het moment dat in de populaire geschiedschrijving is vervalst tot 'de uitvinding van de gloeilamp'. Zoals dit voorbeeld aangeeft, hoeft een 'reverse salient' niet technisch van aard te zijn; de oplossing ervoor evenmin. Het concept biedt de mogelijkheid heel verschillende deelontwikkelingen van een technisch systeem vanuit één perspectief te begrijpen.

Een tweede concept dat ik wil noemen is technische impuls ('technological momentum'). Technische systemen zijn niet autonoom, maar krijgen een schijn van autonomie door hun impuls: ze hebben een 'massa' van technische en andere componenten, ze hebben een 'richting' in de vorm van doelen, ze vertonen een 'snelheid' in de vorm van groei. De technische impuls van systemen is vooral een gevolg van de mensen en organisaties die belangen hebben bij het voortbestaan van het technische systeem. Zo wordt de technische impuls van moderne elektriciteitsdistributiesystemen in belangrijke mate veroorzaakt door de betrokkenheid van allerlei organisaties: firma's die elektrische apparatuur produceren, openbare en private nutsbedrijven, banken, afdelingen van technische en wetenschappelijke verenigingen, onderwijsinstituties en regelgevende en controlerende instanties. Daarnaast speelt natuurlijk ook de aanwezigheid een rol van duurzame (en vaak dure) artefacten zoals warmte-

reactoren, turbines, generatoren en transformatoren. Het concept technische impuls maakt het mogelijk het ontstaan maar ook het weer afnemen van die zogenaamde 'autonomie' der techniek te analyseren. Na de Tweede Wereldoorlog veronderstelden, met name in de Verenigde Staten van Amerika, de managers van de elektriciteitsbedrijven dat nucleaire warmtereactoren eenvoudig als component in het bestaande technische systeem konden worden opgenomen. Dat bleek echter belangrijke 'reverse salients' met zich mee te brengen die niet in goed oplosbare kritische problemen konden worden vertaald. Voeg daarbij de oliecrisis, de toegenomen aandacht voor milieuproblematiek en de tegenvallende verhoging van het technisch rendement van generatoren, en er tekent zich een afnemende technische impuls van het elektriciteitsdistributiesysteem af.

#### *De netwerkbenadering*

De netwerkbenadering vertegenwoordigt de 'Franse school' in het nieuwe techniekonderzoek.<sup>14</sup> Evenals bij de systeembenadering worden elementen van heel verschillende aard als gelijkwaardige componenten in een netwerk beschreven: accu's, ingenieurs, elektronen, ministeries, researchinstituten, lood, benzine... Deze benadering wordt gesteund door een kwantitatief instrument, de 'co-word analysis', voor het analyseren van de inhoud van teksten zoals artikelen en patenten.<sup>15</sup> Het is hiermee mogelijk kaarten te tekenen die de structuur van dergelijke netwerken laten zien.

Michel Callon heeft de netwerkbenadering in eerste instantie uitgewerkt aan de hand van zijn studie van de geschiedenis van de elektrische auto (VEL – véhicule électrique) in Frankrijk. In het begin van de jaren zeventig presenteerden de ingenieurs van Electricité de France (EDF) een plan voor het elektrificeren van het particuliere autovervoer. Evenals de systeembouwers van Hughes hanteerden zij technische, sociaal-wetenschappelijke, economische en politieke argumenten door elkaar. Zij schetsten een beeld van een andere samenleving waarin minder milieuvervuiling door verbrandingsmotoren zou zijn; waarin de auto als statussymbool en typisch product van de decadente westerse consumptiemaatschappij plaats zou maken voor een eenvoudig en efficiënt ver-

14. Zie bijvoorbeeld M. Callon, 'Society in the Making: The Study of Technology as a Tool for Sociological Analysis' en J. Law, 'Technology and Heterogeneous Engineering: The Case of the Portuguese Expansion', beide in Bijker, Hughes, Pinch (eds.), *a.w.*

15. Zie bijvoorbeeld M. Callon, J. Law, A. Rip (eds.), *Mapping the Dynamics of Science and Technology* (London 1986). Ik zal in dit artikel niet verder ingaan op deze kwantitatieve methode.



voermiddel voor algemeen gebruik; waarin wetenschap en techniek ten dienste zouden staan van de kwaliteit van de samenleving en niet langer gebruikt zouden worden ter bevrediging van de consumptiebehoeften van een elite. Aldus trachtte de EDF een netwerk op te bouwen. Elementen in dat netwerk waren onder meer de nieuw te ontwikkelen brandstofcellen (die de oude accu's moesten vervangen), de consumenten (die voor een VEL in plaats van een Renault met benzinemotor moesten kiezen), de ingenieurs van verschillende onderzoeksinstituten (die de verschillende onderdelen van de VEL moesten ontwikkelen) en de firma Renault (die zich moest schikken in de ondergeschikte rol van carrosseriebouwer van de VEL). Een dergelijk netwerk houdt stand als de verschillende elementen – 'actoren' zegt Callon – hun rol in het netwerk accepteren en daarmee het netwerk en elkaar in stand houden. Als Renault zijn door EDF opgelegde rol niet accepteert en een tegenoffensief begint, kan dat tot gevolg hebben dat het EDF-netwerk ook op andere punten gaat afbrokkelen. In dit geval had de actie van Renault, geconcentreerd op het ontwikkelen van een alternatief voor de VEL in de vorm van een kleine, milieuvriendelijke benzine-auto (de R5), uiteindelijk succes. Callon laat in detail zien door welke processen zulke netwerken worden opgebouwd, uitgebreid en eventueel weer afgebroken.

Een centraal concept in de netwerkbenadering is translatie ('translation') in de betekenis van zowel verplaatsing als vertaling. De elementen in een netwerk zijn niet vaste, onveranderlijke entiteiten. Zij veranderen voortdurend onder invloed van veranderingen in de andere elementen en in het netwerk zelf. Daardoor verandert het netwerk weer verder. Elementen moeten een translatie ondergaan om effectief in een netwerk opgenomen te kunnen worden. Renault kan niet zomaar in het EDF netwerk worden opgenomen maar moet, bijvoorbeeld, met strengere milieu-eisen voor benzinemotoren eerst gedwongen worden de rol van 'slechts carrosseriebouwer' te accepteren. De systeembouwer van Hughes is hier een 'heterogeneous engineer': om een technisch artefact succesvol te doen zijn, moet een netwerk van heterogene elementen in stand worden gehouden.<sup>16</sup> De 'heterogeneous engineer' moet steeds allerlei translaties uitvoeren om zijn netwerk in stand te houden.

Een ander voorbeeld van het concept translatie biedt de diesel motor.<sup>17</sup> Opdat een uitvinding succesvol kan zijn, is het nodig dat een translatie plaats vindt van het oorspronkelijke idee naar een nieuw, uitgebreider netwerk; tijdens zo'n translatie-proces verandert dat idee.

16. Zie Law, a.w.

17. Zie Bruno Latour, *Science in Action* (Milton Keynes 1986).

Hetzelfde geldt voor andere elementen in het netwerk: ook zij moeten een translatie ondergaan om onderdeel te kunnen worden van een nieuw stabiel netwerk. Rudolf Diesel geldt als de vader van de diesel motor. Maar betekent dat, dat hij op een regelrechte manier zo'n motor heeft bedacht, ontworpen, gebouwd en getest? Allerm minst: eerst waren er alleen een nogal theoretisch boek en een patent. Zelf was hij niet in staat daar een werkende machine van te bouwen. Met de hulp van technici van Krupp en MAN lukte dat na zo'n vier jaar wel. Er had een succesvolle translatie plaats gevonden van Diesel's theoretische ideeën naar een nieuw netwerk waarin die technici een belangrijke rol speelden. Evenzo had er een translatie plaats gevonden van werktuigbouwkundige ervaringen van Krupp en MAN naar ditzelfde nieuwe netwerk. In de loop van het bouwen van deze eerste motor – of: gedurende de beide translatieprocessen – vonden aanpassingen van de verschillende elementen plaats: Diesel's oorspronkelijke ideeën werden op allerlei punten bijgesteld en de standaardoplossingen van de technici voldeden vermoedelijk evenmin zonder meer. De volgende translatie, naar een groter netwerk met industriële producenten, verliep minder succesvol: alle prototypes werden in de loop van de tijd teruggestuurd en Diesel ging failliet en stortte in. Enkele jaren later, juist voordat Diesel zich, zoals het verhaal gaat, van het leven beroofde door van de boot naar Engeland te springen, had de dieselmotor wel een zekere verspreiding gekregen door de voortgaande activiteiten van verschillende machinefabrikanten. Maar kan hij, na alle translaties die hadden plaats gevonden, nog wel Diesel's motor genoemd worden? Met het concept translatie kan de dynamisch ontwikkeling van netwerken, en daarmee van techniek, worden beschreven en kan het handelen van technici, politici, consumenten en andere betrokkenen begrijpelijk worden gemaakt.

#### *De sociaal-constructivistische benadering*

De sociaal-constructivistische benadering, vaak aangeduid met SCOT (Social Construction of Technology), is de vrucht van Nederlands-Britse samenwerking.<sup>18</sup> Zoals de naam aangeeft, worden technische apparaten beschouwd als sociale constructies. Dit gebeurt door bij de beschrijving van een apparaat of proces uit te gaan van de betekenissen die relevante sociale groepen geven aan dat stuk techniek.

18. Zie Pinch and Bijker, a.w.; B. Elzen, 'De ultra-centrifuge: op zoek naar patronen in technologische ontwikkeling door een vergelijking van twee case-studies', *JbGBT* 2 (1985) 250-78; B. Elzen, 'Two Ultra-Centrifuges. A Comparative Study of the Social Construction of Artefacts', *Social Studies of Science* 16 (1986) 621-62; W.E. Bijker, 'The Social Construction of Bakelite. Towards a Theory of Invention' in: Bijker, Hughes, Pinch (eds.), a.w., 159-87.

Weke sociale groepen relevant zijn voor de beschrijving van een bepaalde techniekontwikkeling wordt bepaald door de actoren in die ontwikkeling zelf. Zij duiden bepaalde sociale groepen aan en zeggen er deel van uit te maken, of juist niet. Ik geef een voorbeeld uit de geschiedenis van de fluorescentie lamp (in het Nederlands vaak pleonastisch TL-buis, 'Tube Luminescente-buis', genoemd) in de Verenigde Staten van Amerika.<sup>19</sup> Na de commerciële introductie van de fluorescentie lamp ontstonden er grote problemen tussen de sociale groep van de lampfabrikanten (General Electric en Westinghouse) en de sociale groep van de elektriciteitsbedrijven. Andere sociale groepen in dat conflict waren de producenten van lampfittings en -armaturen, de zogenoemde 'onafhankelijke lampproducenten', de Amerikaanse centrale overheid en de gebruikers. Hoe stel je als onderzoeker nu vast dat juist die sociale groepen een centrale rol spelen in de geschiedenis van de fluorescentie lamp? Zoals gezegd, de actoren vertellen het zelf. Zo gebruikte Howard W. Sharp, een leidinggevende functionaris van een van de elektriciteitsbedrijven, de zinsnede 'the rest of the boys' om de sociale groep van elektriciteitsbedrijven aan te duiden, toen hij ervoor pleitte eerst onderling overleg te voeren alvorens met de lampfabrikanten te gaan onderhandelen. Diezelfde Sharp benoemde in een andere brief de sociale groep van fitting- en armatuur-fabrikanten: 'It is apparent that dealing with the fixture manufacturers, as a group, involves delicate negotiations.' Het lijkt zelfs of de actoren in het historisch proces rekening hielden met de zorgen van de sociaal-constructivistische techniekhistoricus, toen ze expliciet opriepen tot het bewaren van de eenheid in de sociale groep: '(...) it is quite desirable that we maintain the united front that has been established so far in connection with this light source [... and] concerted action on the part of responsible people in the lighting business is necessary in order to prevent "runaways".' In dit citaat bedoelt Sharp met 'responsible people in the lighting business' weer de sociale groep van elektriciteitsbedrijven.

Uit het vorige voorbeeld moet overigens niet worden afgeleid dat relevante sociale groepen vaste, onveranderlijke entiteiten zijn. Belangrijke technische ontwikkelingen zullen vrijwel altijd gepaard gaan met het ontstaan van nieuwe groepen en het opsplitsen of verdwijnen van bestaande sociale groepen. Maar ook dat zullen de actoren de onderzoeker wel 'vertellen.' Een voorbeeld hiervan is de Amerikaanse centrale overheid als relevante sociale groep in de geschiedenis van de fluorescen-

19. W.E. Bijker, 'Understanding the Social Construction of Fluorescent Lighting: No Role for Economic Power', paper voor de Four Society Meeting, Pittsburgh, oktober 1986.

tie lamp. In eerste instantie verschijnt die overheid op het toneel in de gedaante van de Anti-Trust Afdeling van het Ministerie van Justitie. Deze afdeling wil in 1940 een rechtzaak tegen General Electric en Westinghouse beginnen op grond van de verdenking dat zij bij het produceren en verkopen van de fluorescentie lamp de anti-trust bepalingen hebben overschreden. De advocaten van GE en Westinghouse slaagden er echter na een twee jaar durende lobby in, het Ministerie van Defensie ervan te overtuigen dat een dergelijke rechtzaak 'will seriously interfere with the war effort' van de betreffende bedrijven. Aldus bleek het voor de beschrijving van deze geschiedenis noodzakelijk de Amerikaanse centrale overheid met twee verschillende sociale groepen op te nemen in het verhaal en de analyse.

De betekenissen die relevante sociale groepen toekennen aan een technisch artefact constitueren dat artefact. Er is, in onze analyse, niets anders dan dat complex van betekenissen; het artefact bestaat niet buiten de interacties van relevante sociale groepen die er betekenissen aan toekennen. Daarmee valt al direct het onderscheid weg tussen bijvoorbeeld technische en sociale factoren. Het onderscheid tussen cognitieve en sociale factoren<sup>20</sup> verdwijnt eveneens. Factoren in de ontwikkeling van een artefact als wetenschappelijke feiten, technische kennis, sociale belangen of economische macht worden alle als sociaal geconstrueerd beschreven en genanalyseerd. Als slogan: 'alles is sociaal.' Dit betekent echter allerm minst dat in SCOT de techniekontwikkeling zou worden beschreven met een nadruk op 'sociale factoren' en een veronachtzaming van 'technische en cognitieve factoren.' Het betekent wel dat de technische inhoud wordt beschreven als gezien door de ogen van de actoren in plaats van door de ogen van een terugkijkende historicus. Dit is een punt dat aanleiding tot veel misverstand heeft gegeven<sup>21</sup>. Het achterliggende idee is dat een onderzoeker zo lang mogelijk moet proberen te vermijden een beroep te doen op 'de natuur' of 'het technisch werken van een apparaat' als verklaring van technische ontwikkeling. 'Werkend' is niet een objectief gegeven, onafhankelijk van sociale omstandigheden. Juist het feit dat een bepaalde sociale groep een artefact ziet als 'werkend', of niet, moet verklaard worden. Bodewitz, Buurma en De Vries geven een mooi voorbeeld uit de medische techniek: in de Spaanse *Pharmacopoeia*, een farmaceutisch compendium, wordt van

20. Vergelijk R. Janssen en H. Hutter, 'De eerste natriumverlichting van Philips in 1932; een reconstructie via beoordelingscriteria', *JbGBT* 4 (1987)

21. Zie bijvoorbeeld het karikatuur dat Alvin M. Weinberg schetst in 'Science and its Limits: The Regulator's Dilemma', in *Issues in Science and Technology* (najaar 1985) 59-72; zie ook Janssen en Hutter, a.w.

estrogeen-progesteron preparaten ('de pil') gezegd dat ze effectief ('werkend') zijn voor het reguleren van de menstruatiecyclus van de vrouw, maar dat ze de problematische bijwerking hebben zwangerschap te voorkomen.<sup>22</sup>

Een directe consequentie van het beschrijven middels sociale betekenistoekenningen is dat in een dergelijke beschrijving verschillende artefacten zullen optreden waar er eigenlijk maar één is. Er is de 'anti-conceptie pil' en er is de 'cyclus-regulatie pil', maar beide pillen zijn in principe chemisch identiek. Een ander voorbeeld levert de geschiedenis van de fiets. De naam 'Hoge Bi' (de fiets van rond 1875 met een groot wiel voor en een klein wiel achter) blijkt twee verschillende artefacten aan te duiden: de riskante 'macho machine' waarop atletische heren indruk konden maken bij de dames, en de 'onveilige machine' die oudere heren en dames bij het geringste obstakel met een boog voor de fiets op de grond deed belanden. Deze betekenis flexibiliteit ('interpretative flexibility') van het artefact 'Hoge Bi' is van cruciaal belang om de ontwikkeling van die fiets te begrijpen. Beide artefacten ontwikkelen zich namelijk in tegengestelde richting: de 'macho machine' kreeg een steeds hoger voorwiel (tot de beenlengte een verder vergroten onmogelijk maakte), terwijl de 'onveilige machine' juist lager werd en allerlei andere veranderingen onderging.

De betekenis flexibiliteit van een artefact is niet altijd zo duidelijk aan te tonen als in het geval van 'de pil'. Integendeel, een belangrijk gevolg van wetenschappelijke en technische ontwikkeling is juist dat deze betekenis flexibiliteit verdwijnt: na verloop van tijd is er maar één artefact denkbaar. Harry Collins heeft deze situatie vergeleken met die van een scheepje-in-een-fles.<sup>23</sup> De analogie is als volgt: het scheepje is het wetenschappelijke feit of het technische artefact; in de fles zijn betekent 'waar' of 'werkend' zijn. Onder normale omstandigheden bestaat onze wereld uit scheepjes-in-flessen waarvan de lijm is opgedroogd en alle draadjes zijn doorgeknipt: het is ondenkbaar dat zo'n scheepje ooit buiten die fles geweest is. Er zijn twee manieren om dat toch voorstelbaar te maken. De eerste manier is: aanwezig te zijn op het moment dat het scheepje de fles in gaat – je zou dan zien dat er een bundel stokjes en doekjes, met op bepaalde punten druppels nog natte lijm, door de flessehals wordt geschoven en daarna middels een ingenieus stelsel van draadjes tot ontvouwen wordt gebracht. De tweede manier is: zo zorg-

22. J.H.W. Bodewitz, H. Buurma, G.H. de Vries, 'Regulatory Science and the Social Management of Trust in Medicine' in: Bijker, Hughes, Pinch (eds.) *a.w.*, 243-60.

23. H.M. Collins, 'The Seven Sexes: A Study in the Sociology of a Phenomenon, or the Replication of Experiments in Physics', *Sociology* 9 (1975) 205-24.

vuldig het sloopje-in-de-fles te bestuderen, dat je de scharnierpunten, gedroogde lijmdruppels en afgeknipte draadeindjes ontdekt. Een voorbeeld van de eerste methode in het wetenschapsonderzoek vormen de 'laboratorium studies' waarbij het werk in een laboratorium en het schrijven van publicaties van dichtbij worden geobserveerd.<sup>24</sup> Een voorbeeld van de tweede methode is historisch onderzoek dat wordt gericht op het aantonen van de betekenis flexibiliteit van een artefact; zich dus richt op het ontdekken van de scharnertjes en touwtjes waardoor begrijpelijk wordt hoe de huidige betekenis van het artefact als enige van verschillende mogelijke betekenissen uiteindelijk gestabiliseerd is.

Betekenis flexibiliteit is ook daarom zo'n centraal concept in het sociaal-constructivisme, omdat het laat zien waarop de verklaring van de historicus zich dient te richten: waarom heeft een bepaalde betekenis van een apparaat op een gegeven moment de overhand gekregen en hebben andere artefacten zich niet doorgezet? Het beschrijvingsmodel dat in SCOT wordt gebruikt maakt het mogelijk succesvolle en falende artefacten op dezelfde manier te analyseren. Een dergelijke symmetrische benadering is nodig als we techniekontwikkeling willen begrijpen zonder een impliciet beroep te doen op de constatering 'dat het goed werkt' als enige verklaring voor de stand van zaken in de techniek.

Het SCOT model, zoals eerder beschreven<sup>25</sup> en hierboven aangevuld, is tot nu toe vooral een beschrijvingsmodel: een model dat bedoeld is om verschillende gevallen op een enigszins gelijkvormige manier te beschrijven zodat zij met elkaar vergeleken kunnen worden en tot generalisaties kunnen leiden. (Vergelijk de voorafgaande kritiek op de oude techniekgeschiedenis.) Het uiteindelijke doel is echter tot een theoretische verklaring te komen van de ontwikkeling van technische artefacten. Daartoe is het concept 'technisch raam' ('technological frame') ontwikkeld.<sup>26</sup> Het technisch raam (afgeleid van 'denkraam') van een bepaalde sociale groep wordt gevormd door de oplossingsstrategieën, theorieën, vaardigheden, gebruikspraktijken, doelen, waarden en normen met betrekking tot een bepaald stuk techniek en bepaalt het denken, handelen en de interactie binnen die sociale groep. Een technisch raam zal zich in een sociale groep ontwikkelen rondom een stabiliserend artefact.

Zo ontstond er een Celluloid raam bij de sociale groep van chemici die betrokken waren bij de productie van Celluloid en de verdere ontwikkeling ervan. In de ontwikkeling van het artefact Celluloid heeft het

24. Zie bijvoorbeeld B. Latour and S. Woolgar, *Laboratory Life. The Construction of a scientific fact* (Cambridge, Ma. 1986).

25. Bijker, 'Techniekgeschiedenis: een basis voor theorieën...'.<sup>2</sup>

26. Zie vooral Bijker, 'Bakelite...'.<sup>2</sup>

oplosmiddel kamfer een grote rol gespeeld. Dat geldt zowel in de beginfase, als John Wesley Hyatt de eerste versies van Celluloid (dat dan nog niet zo heet) maakt door kamfer aan nitrocellulose toe te voegen, als in latere fasen, wanneer veel onderzoek gericht wordt op het zoeken van een alternatief voor het dure oplosmiddel kamfer. Vandaar dat een belangrijk element in het Celluloid raam het manipuleren van oplosmiddelen als probleem-oplossingsstrategie is. Een tweede element in het Celluloid raam is dat de Celluloid productie op nauwelijks enige chemische theorievorming gebaseerd was. Je zou zelfs kunnen zeggen dat de productie alleen bij de gratie van een gebrek aan chemische kennis tot stand heeft kunnen komen. Zo verklaarden verschillende chemici dat Hyatt wel gek moest zijn om nitrocellulose (immers de grondstof van dynamiet) zo te verhitten als in de Celluloid persen gebeurde. Een derde element in het Celluloid raam is, dat als gebruikspraktijk vooral de vervanging van luxe plastische materialen als hoorn, ivoor en schellak werd gezien.

Aan de ene kant wordt een technisch raam dus mede gevormd door de techniek: de specifieke kenmerken van het artefact Celluloid zijn te herkennen in het technisch raam van de Celluloid-chemici. Aan de andere kant kan het bestaan van een bepaald technisch raam ook techniekontwikkeling helpen verklaren. Zo bleek een aantal onderzoekers niet een andere probleem-oplossingsstrategie dan het manipuleren van oplosmiddelen te kunnen gebruiken en slaagden zij niet waar Baekeland, komend vanuit een ander technisch raam, wel zou slagen. Maar toen Leo Hendrik Baekeland zijn patenten voor een fenol-formaldehyde plastic had verkregen en de productie van dit eerste synthetische materiaal 'Bakelite' wilde beginnen, stootte ook hij op grote problemen doordat de mensen waarmee hij dat in eerste instantie wilde doen (de Celluloid-chemici, want die kenden de techniek van het gieten en persen van plastische non-ferro materialen) er niet toe in staat bleken: 'I found to my astonishment, that people who were proficient in the manipulation of rubber, celluloid or other plastics were the least disposed to master the new method which I tried to teach them or to appreciate their advantages. This was principally due to the fact that these methods and the properties of the new material were so different in their very essence from any of the older processes in which these people had become skilled. This rather unsuspected drawback is so true that even today the most successful users of bakelite are just those who were not engaged in plastics before, this simply for the reason that they did not have to divorce themselves from the routines of older methods...'<sup>27</sup> Het is moge-

27. L.H. Baekeland, 'Practical Life as a Complement to University Education. Address

lijk, denk ik, met dit concept 'technisch raam' een theorie over de ontwikkeling van technische artefacten te maken.<sup>28</sup>

### **Naar een integratie in het moderne techniekonderzoek**

De drie besproken benaderingen hebben meer overeenkomsten dan verschillen. Zo streven ze alle naar een integratie van technische, sociale, politieke, economische en culturele aspecten: het weefsel van techniek en samenleving moet zo naadloos mogelijk beschreven worden. In het nieuwe techniekonderzoek wordt nadrukkelijk het 'technisch determinisme'<sup>29</sup> afgewezen: techniek ontwikkelt zich niet onafhankelijk van sociale en andere factoren; hoewel de techniek de samenleving beïnvloedt, wordt ze er zeker ook zelf door gevormd. Een ander gemeenschappelijk aspect is de combinatie van 'thick description' (een gedetailleerde beschrijving van ook de inhoud van technische ontwikkelingen) en theorievorming. Een belangrijk uitgangspunt bij die theorievorming is dat juist het 'werken' van een apparaat verklaard moet worden en niet als gegeven wordt geaccepteerd. Of iets als 'werkend' wordt beschouwd, is evenzeer afhankelijk van sociale processen als van eigenschappen van de techniek zelf.

Misschien nog belangrijker dan de rechtstreekse overeenkomsten, zijn de punten waarop de drie benaderingen elkaar aanvullen en versterken. Een voorbeeld daarvan is de manier waarop Donald Mackenzie heeft laten zien hoe je een 'reserve salient' uit de systeembenadering als sociaal geconstrueerd kunt beschouwen.<sup>30</sup> Daarmee heeft hij een oplossing gegeven voor wat velen als een probleem van de systeembenadering zagen: het herkennen van een 'reserve salient' leek alleen mogelijk als je de richting van de technische ontwikkeling kent – anders weet je immers niet of de ontwikkeling achter blijft of juist voorloopt. Maar daarmee introduceerde Hughes een teleologisch en naar technisch determinisme riekend element in de systeembenadering. Volgens MacKenzie kun je een 'reverse salient' analyseren als zijnde sociaal geconstrueerd door de actoren zelf (en dus niet als een door de historicus retrospectief geïdentificeerd probleem). Op dezelfde manier waarop de onderzoeker in de

of Acceptance of the Perkin Medal', *Journal of Metallurgical and Chemical Engineering* 14 (1916) 151-58: 155.

28. Zie voor een uitgewerkte suggestie hiervoor: Bijker, 'Bakelite...'.  
29. Zie voor een korte, heldere uiteenzetting hierover de inleiding in D. MacKenzie and J. Wajcman (eds.), *The Social Shaping of Technology* (Milton Keynes 1985).

30. D. MacKenzie, 'Missile Accuracy...'.  
31. D. MacKenzie, 'The Social Shaping of Technology'.



sociaal-constructivistische benadering ervoor waakt niet zelf criteria van 'werkend' of 'waar' aan te leggen maar alleen te registreren welke betekenissen de actoren zelf geven aan artefacten of wetenschappelijke kennis, zo kan ook het ontstaan van 'reverse salients' (en de impliciete waardering van de richting van de technische ontwikkeling) via betekenis-toekenningen van de actoren worden beschreven. Dat betekent dat het niet 'objectief' vast staat wat een 'reverse salient' is. Zinsneden als 'Edison herkende de reverse salient' kunnen dan ook beter vervangen worden door 'Edison maakte dat tot een reverse salient.'

Een voorbeeld van hoe de drie benaderingen vanuit hun verschillende invalshoeken elkaars analyse versterken biedt het micro/macro probleem. Daarmee bedoel ik de vraag, hoe ontwikkelingen op het vlak van concrete artefacten en individuele technici en consumenten zich verhouden tot ontwikkelingen op het niveau van technische disciplines, ingenieursgemeenschappen, industriële organisaties, maatschappelijke processen. Dat beide soorten ontwikkeling iets met elkaar te maken hebben is wel duidelijk, maar hoe je aan die intuïtie handen en voeten kunt geven is voor veel historische en sociologische benaderingen een onopgelost probleem – meestal richt men zich vooral op een van beide niveaus. De drie hier besproken benaderingen proberen, elk op hun eigen manier, dit onderscheid tussen micro- en macro-niveau onderuit te halen. In de systeembenadering gebeurt dat door te laten zien hoe de keuzes van de systeembouwer op het niveau van systeemcomponenten doorwerken tot op het niveau van het systeem als geheel. In de netwerkbenadering wordt het begrip 'actor' zo ruim opgevat dat het zowel een individuele ingenieur of accu kan aanduiden, als een industriële organisatie of netwerk van onderzoekers. Daarmee wordt geprobeerd de verklarende theorie, die nog grotendeels ontwikkeld moet worden, over zowel dat micro- als dat macro-niveau te laten gaan. In de sociaal-constructivistische benadering vormt het technisch raam het scharnierpunt tussen micro- en macro-analyses. Ontwikkelingen op micro-niveau (het werk in een laboratorium aan een concreet prototype bijvoorbeeld) leiden tot het ontstaan van een technisch raam dat op zijn beurt ontwikkelingen op macro-niveau mede bepaalt. Omgekeerd zitten ook elementen als normen en waarden van een bepaalde samenleving ingebakken in een technisch raam en beïnvloeden op die manier het denken en handelen van actoren op micro-niveau. Bij dit micro/macro probleem is het duidelijk dat de drie benaderingen geenszins met elkaar in strijd zijn en dat een nadere gezamenlijke uitwerking veel op kan leveren.

## Conclusie

Laten we weer terug keren tot het smallere gezichtsveld van de techniekgeschiedenis. Het naïeve advies 'de techniekhistoricus zoekt uit wat de feitelijke ontwikkeling van een apparaat is' voldoet niet meer. De nieuwe techniekgeschiedenis stelt zich ten doel, een reconstructie te geven van het complex van sociale, culturele, technische en natuurlijke omstandigheden om daarmee de ontwikkeling van een technisch apparaat kunnen verklaren.

De drie benaderingen die ik in dit artikel heb besproken spelen in dit streven een belangrijke rol. De systeembenadering, de netwerkbenadering en de sociaal-constructivistische benadering stemmen met elkaar overeen in het 'opblazen' van het onderscheid tussen technische en culturele, tussen wetenschappelijke en economische, tussen cognitieve en sociale factoren: het weefsel van techniek en samenleving is naadloos. Verder hebben ze alledrie in verschillende mate constructivistische elementen: sociale interacties vormen de primaire ingang voor onderzoek en er wordt voor gewaakt, de natuur of het technisch werkend zijn als 'machina ex deo' een ontwikkeling te laten verklaren. Daarnaast zijn er natuurlijk verschillen, maar die bieden meer aanknopingspunten voor onderlinge verheldering dan dat ze dwingen tot een soort scholen-strijd.

Het werk van de Nederlandse onderzoeksgroepen die ik in mijn inleiding kort heb genoemd kan bekeken worden in het licht van de hier beschreven drie benaderingen.<sup>31</sup> Mijn indruk is dat ze daarbij, in verschillende mate, goed aansluiten en aldus een belangrijke internationale rol zouden kunnen spelen in de nabije toekomst. Impliciet geef ik daarmee aan, de overeenkomsten tussen de verschillende groepen zwaarder te wegen dan de verschillen. De homogeniteit van de Nederlandse techniekgeschiedenis is voldoende om een vruchtbare onderlinge samenwerking mogelijk te maken, terwijl de heterogeniteit borg staat voor een rijk geschakeerde ontwikkeling over een breed front.

31. Ik geef, in de vorm van referenties, een kort overzicht van dit werk. Het historisch onderzoek van de Vakgroep Wetenschapsdynamica van de Universiteit van Amsterdam betreft met name medische techniek. Zie bijvoorbeeld S.S. Blume and A. Hiddinga, 'Social Contexts of Cognitive Change in Medicine: the Orgins and Transformation of Obstetric Pelvimetry', paper voor de 'Varna Conference of the ISA Sociology of Science Research Committee', Varna (Bulgarije), 1984; A. Hiddinga, 'Obstetrical Research in Nineteenth Century Netherlands', *Medical History* 31 (1987), in druk; A. Hiddinga, 'The Context of Cognitive Change in Obstetrics', paper voor de Four Society Meeting, Pittsburgh, oktober 1986. Daarnaast is sinds kort Eda Kranakis (zie elders in dit *JbGBT*) bij de Vakgroep Wetenschapsdynamica begonnen met een historisch onderzoek naar de Nederlandse ontwikkelingen op het gebied van automatisering en informatica.

Het onderzoek aan de Technische Universiteit Eindhoven richt zich vooral op verschillende aspecten van de industrialisatie van Nederland in de 19e en 20e eeuw. Zie bijvoorbeeld: X.H.E.S. de Baar 'het looien van leer in Nederland in de negentiende eeuw', *JbGBT 2* (1985) 87-103; M.S.C. Bakker, 'Industrieel onderwijs en de Nederlandse suikerrandindustrie', *JbGBT 2* (1985) 151-172; G. van Hooff, 'Van kalandermolenaars tot modern apprèteebedrijf', *Textielhistorische Bijdragen* (1985) 30-44; Janssen en Hutter, a.w.; A.M.C. Lemmens en G.P.J. Verbong, 'Natuurlijke en synthetische kleurstoffenproductie in Nederland in de negentiende eeuw', *JbGBT 1* (1984) 256-275; Lintsen, a.w.; H.W. Lintsen, *Ingenieur van beroep. Historie, praktijk, macht en opvattingen van ingenieurs in Nederland* (Den Haag 1985); G.P.J. Verbong, 'De ontwikkeling van het turksrood verven in Nederland', *JbGBT 3* (1986) 183-204.

De Universiteiten van Delft en Leiden hebben een gezamenlijk onderzoeksprogramma. Publicaties uit de programma's die aan de wieg hiervan stonden zijn bijvoorbeeld: C. Disco, 'Class Collision or Class Collusion: Dutch Engineers, Capitalist Enterprise, and the State 1885-1920', *Amsterdams Sociologisch Tijdschrift* 8 (1982) 714-55; C. Disco, 'Capital Closure and the New Class Thesis' in: Eyerma et al. (eds.), *Intellectuals, Universities and the State* (Dordrecht 1985); F. de Jong, 'De moeizame introductie van wetenschap en technologie in de scheepsbouw tot ongeveer 1940', *JbGBT 1* (1984) 311-27; F. de Jong, 'Electrotechniek aan de Technische Hogeschool Delft (1875-1940)', *JbGBT 2* (1985) 173-87; M. Pieterse (red.), *Het technisch labyrint* (Meppel en Amsterdam 1981).

Uit het techniekgeschiedenisprogramma van de K.U. Nijmegen, dat inmiddels onder de bezuinigingen is gesneuveld, zijn onder meer afkomstig: H. van den Belt, 'A.W. Hofmann en de Franse octrooiprocessen rond anilinerood: demarcatie als sociale constructie', *JbGBT 2* (1985) 64-86; Van den Belt en Rip, a.w.

Aan de Erasmusuniversiteit is een kleine groep bezig met maatschappijgeschiedenis van de techniek. Zie bijvoorbeeld: D. van Lente, 'Katholicisme en techniek; katholieke denkbeelden over technische modernisering in Nederland (1850-1920)', *JbGBT 2* (1985) 127-50; J. Schot, 'De Meekrapnijverheid: de ontwikkeling van de techniek als een proces van variatie en selectie', *JbGBT 3* (1986) 43-62.

Voor publicaties afkomstig uit het onderzoeksprogramma van de Universiteit Twente, zie noten 17 en 18.