

# Techniekgeschiedenis

## Citation for published version (APA):

Bijker, W. E. (1984). Techniekgeschiedenis: een mogelijke basis voor theorieën over techniekontwikkeling? *Jaarboek voor de geschiedenis van bedrijf en techniek*, 1, 44-65.

## Document status and date:

Published: 01/01/1984

## 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.

# Techniekgeschiedenis: een mogelijke basis voor theorieën over techniekontwikkeling?\*

W.E. BIJKER

## Inleiding

Een belangrijke beweegreden voor het doen van techniekonderzoek is, vooral de laatste tijd, het verlangen greep te krijgen op de ontwikkeling van die techniek. Zijn het vooral kleine bedrijven die innovatief zijn? Leidt fundamenteel wetenschappelijk onderzoek min of meer regelrecht tot technische vernieuwingen? Worden innovaties eerder tot stand gebracht door onderzoekers die uit een andere discipline komen dan door de onderzoekers die lange tijd in een bepaalde traditie gewerkt hebben? Dergelijke vragen, waarvan de beantwoording directe implicaties kan hebben voor 'het beleid', zijn aanleiding tot verschillende vormen van techniekonderzoek.

Techniekhistorisch onderzoek speelt hierbij een bijzondere rol. Aan de ene kant is het een van de rijkste bronnen van empirische kennis over concrete technische ontwikkelingen. Aan de andere kant is er binnen de techniekgeschiedenis zelf heel weinig aandacht voor meer theoretisch gericht onderzoek, dat als basis voor het beantwoorden van bovengenoemde beleidsvragen zou kunnen dienen. Historisch onderzoek wordt weliswaar gebruikt voor het doen van meer generaliserende uitspraken, maar over de manier waarop dat gebeurt zullen niet alle historici enthousiast zijn.

Dit artikel is een impliciet pleidooi voor de legitimiteit van theoretische vraagstellingen binnen de techniekgeschiedenis. Een voorbeeld van een dergelijke theoretische vraagstelling is: welke gemeenschappelijke patronen kunnen we onderkennen in de ontwikkelingsprocessen van verschillende innovaties en kunnen we een theoretische verklaring geven van het wel of niet optreden van die patronen?

Een antwoord op zo'n theoretische vraag zou – enigszins slordig ge-

\* Het onderzoek waarop dit artikel is gebaseerd is gefinancierd door de Stiftung Volkswagenwerk (Bonds Republiek Duitsland) en de TH-Twente.

formuleerd – bijvoorbeeld kunnen zijn: ‘een individuele onderzoeker (‘uitvinder’) zal met een grotere waarschijnlijkheid een succesvolle innovatie bedenken dan iemand die in het centrum van een technische gemeenschap zit’. Daarmee zou bijvoorbeeld verklaard kunnen worden dat L.H. Baekeland slaagde waar een groot aantal andere chemici, voor hem, faalden. In 1907 wist Baekeland de eerste ‘echte’ kunststof Bakelite te ontwikkelen op basis van de condensatiereactie van fenol met formaldehyde. Het onderzoek aan deze condensatiereactie had sinds 1870 vooral plaats gevonden binnen de tradities van de synthetische kleurstof chemie en de celluloid industrie. Het resultaat van de nogal heftig verlopende condensatiereactie was echter steeds een onbewerkbare massa geweest die met reactiekolf en al moest worden weggegooid. Baekeland stond buiten deze beide tradities van chemisch onderzoek: hij had naam – en geld – gemaakt als uitvinder van voor kunstlicht gevoelig fotopapier (waarvan hij de patenten en productiefaciliteiten in 1899 voor ongeveer \$1.000.000 verkocht aan de Eastman Kodak Company) en als mede-ontwikkelaar van de electro-chemische Hooker-cell. Een theorie die zegt dat onderzoekers in de marge van een technische gemeenschap eerder tot innovaties komen dan onderzoekers in het centrum van zo’n gemeenschap zou daarom een bijdrage kunnen leveren aan het verklaren van zowel het succes van Baekeland als het falen van de anderen.

Dit voorbeeld van een mogelijk antwoord maakt duidelijk dat aan een theoretische vraagstelling eigenlijk een methodische vraag vooraf dient te gaan. Het is vooral deze methodische vraagstelling die in dit artikel centraal zal staan: welke manier van beschrijven van het ontwikkelingsproces van technische vernieuwingen is historisch adequaat en daarnaast bruikbaar als basis voor theoretische analyse? Of, om het voorgaande voorbeeld weer te nemen, hoe beschrijf je verschillende innovatieprocessen op zo’n manier, dat je op basis van primaire bronnen de verschillende technische gemeenschappen kunt identificeren en bovendien de positie van relevante onderzoekers (marginaal of centraal in zo’n gemeenschap) kunt vaststellen? Het gaat er bij deze methodische vraagstelling vooral om, een beschrijvingsmodel te vinden dat bij *verschillende* cases adequaat is; alleen op die manier kunnen deze historische beschrijvingen plausibel tot theoretische generalisaties leiden.

Ik zal eerst aangeven aan welke karakteristieken een dergelijke beschrijvingsmethode volgens mij moet voldoen. Vervolgens zal ik schetsen hoe deze benadering zich verhoudt tot bestaande tradities van techniekonderzoek. In de vierde paragraaf komt een concreet beschrijvingsmodel aan de orde, dat aan de aangegeven karakteristieken voldoet. Dit beschrijvingsmodel is ontwikkeld tijdens historisch onderzoek naar het

ontwikkelingsproces van een zestal innovaties.<sup>1</sup> Uit één van deze case-studies, de veiligheidsfiets, zal ik voorbeelden gebruiken om verschillende aspecten van dit beschrijvingsmodel te illustreren. Tenslotte zal ik trachten aan te geven hoe het geschetste beschrijvingsmodel inderdaad een methodisch adequaat uitgangspunt kan bieden voor theoretische vraagstellingen. Een vrij groot aantal literatuurverwijzingen moet daarnaast een beeld geven van de stand van zaken op dit onderzoeksterrein met name in de Duitse en Engelse taalgebieden. Ik heb hierin overigens niet de volledigheid van een review-artikel nagestreefd.

### **Karakteristieken van een nieuwe benadering**

Ten eerste wil ik pleiten voor het zoeken naar een *symmetrische verklaring* voor de ontwikkelingsprocessen van succesvolle en falende technische vernieuwingen. In andere woorden: voor het verklaren van de verschillende ontwikkelingen van een succesvolle en een mislukkende technische vernieuwing moet gebruik gemaakt worden van dezelfde verzameling verklarende variabelen. Dit betekent met name dat ik geen beroep wil doen op 'de Natuur', 'de Werkelijkheid' of de constatering 'dat het werkt' om te verklaren dat de ontwikkeling van een bepaalde vernieuwing zich heeft doorgezet. Een dergelijke verklaringswijze kan nogal snel tot tautologische uitspraken leiden.

Neem bijvoorbeeld het geval van de veiligheidsfiets (een fiets met twee even grote wielen met luchtbanden en met kettingaandrijving op het achterwiel – onze huidige fiets dus) en de Hoge Bi (een tweewieler met een bijna mens-hoog voorwiel, directe aandrijving op de vooras en meestal met massief rubberen banden). Waarom is rond 1898 de Hoge Bi door de veiligheidsfiets verdrongen? De verklaring 'dat de veiligheidsfiets beter werkte' is tautologisch: de omstandigheid dat relevante groepen toen kennelijk van oordeel waren dat deze laagwieler beter werkte dan de Hoge Bi is nu juist wat we moeten verklaren. Dat dit niet zo vanzelfsprekend is, blijkt daaruit, dat enkele jaren eerder de vergelijking tussen Hoge Bi en laagwieler nog in het voordeel van de eerste uitviel.

Een voorwaarde voor het vinden van symmetrische verklaringen is het gebruik van een methode die 'onpartijdig' is ten opzichte van het

1. Aluminium, Bakelite, de fluorescentielamp, de Sulzer weefmachine, de transistor en de veiligheidsfiets.

succes of falen van een technisch product of proces.<sup>2</sup> Een van de elementen van een dergelijke onpartijdige beschrijvingsmethode – en de tweede methodische karakteristiek – is het bewust *vermijden van een impliciet aangebrachte lineaire structuur* van het historische ontwikkelingsproces. Door met een bepaald technisch product als uitgangspunt een reeks van voorgangers te construeren ontstaat een quasi-logisch en quasi-lineair ontwikkelingsproces waarbij allerlei falende varianten vermoedelijk buiten beschouwing blijven. Voor het verklaren van een bepaalde stap in het ontwikkelingsproces van een technisch product lijkt het daarentegen noodzakelijk de verschillende varianten voor een mogelijke verdere ontwikkeling te beschrijven, en wel op een onpartijdige manier. Alleen een dergelijke beschrijving levert de ingrediënten op van het complexe keuzeprocess waarin sociale groepen, betrokken bij die bepaalde stap in de ontwikkeling, verwickeld zijn.

Men denke aan de huidige situatie op de markt van 'personal computers'. Veel potentiële kopers voelen het als een probleem niet te kunnen beoordelen welke computer technisch optimaal is. Een groeiend aantal van hen lijkt dat probleem op te lossen door een IBM te kopen, omdat ze verwachten dat de economische macht van IBM zal voorkomen dat ze met een verouderd apparaat zonder uitbreidingsmogelijkheden, randapparatuur en soft-ware komen te zitten. Dit stukje ontwikkeling kan aldus niet verklaard worden door te verwijzen naar een 'beter werken' van de IBM machine.<sup>3</sup>

Ook voor op theorievorming gericht techniekonderzoek is een *empirische basis* noodzakelijk. Deze derde methodische eis mag tamelijk triviaal lijken – dat het niet overbodig is hem expliciet te stellen zal in de volgende paragraaf blijken bij de bespreking van het techniekfilosofisch onderzoek. En gezien het complexe karakter van het ontwikkelingsproces van technische vernieuwingen is het aannemelijk dat deze empirische basis gevonden moet worden in betrekkelijk gedetailleerd onderzoek van de technische en wetenschappelijke inhoud van innovaties, van de relevante culturele en maatschappelijke omstandigheden en van de percepties van de erbij betrokken groepen.

Ten vierde kan iets gezegd worden over de aard van de theoretische verklaringen waarnaar gezocht dient te worden. Theoretische modellen

2. Dit principe van symmetrie en onpartijdigheid is oorspronkelijk geformuleerd voor het verklaren van de ontwikkeling van wetenschappelijke kennis: D. Bloor, *Knowledge and Social Imagery* (London 1976). Voor een eerste verwoording van dit principe voor het techniekonderzoek, zie W.E. Bijker en T.J. Pinch, 'La construction sociale de faits et d'artefacts: Impératifs stratégiques et méthodologiques pour une approche unifiée de l'étude des sciences et de la technique', Cahier S.T.S., Vol. 1, 3 (Paris 1984) ter perse.

3. Ik dank dit voorbeeld aan een suggestie van H.M. Collins.

die bedoeld zijn om het gehele ontwikkelingsproces te verklaren zullen mijns inziens nimmer voldoen, doordat zij te weinig recht doen aan de complexiteit van dit soort processen en aan de eigen-aardigheid van verschillende tijden en omstandigheden. Als er een theorie over het ontwikkelingsproces van technische vernieuwingen mogelijk is, dan zal deze theorie zich moeten richten op het verklaren van *regelmaticheden 'op korte afstand'*: regelmatigheden over een korte spanne tijds. Meer precies gezegd: een theorie als hier bedoeld zal regelmatigheden in veranderingen, in keuzemomenten moeten verklaren.

### Tradities van techniekonderzoek

Om een indruk te geven van hoe de in de vorige subparagraaf aangegeven benadering zich verhoudt tot bestaande tradities in het techniekonderzoek komen achtereenvolgens het innovatieonderzoek, de techniekgeschiedenis, de techniekfilosofie en de technieksociologie aan de orde.

#### *innovatieonderzoek*

De traditie die ik innovatieonderzoek heb genoemd is van oorsprong vooral economisch georiënteerd.<sup>4</sup> Een belangrijk deel van deze studies baseert zich op een statistische verwerking van hooggeaggregeerde data: gegevens van een groot aantal cases die verder worden behandeld als 'black boxes' waarbinnen de techniekontwikkeling plaats vindt.<sup>5</sup> Dit soort onderzoek heeft, evenals de recentere variant van het onderzoek naar technologie-indicatoren,<sup>6</sup> zijn nut bewezen voor het in kaart brengen van complexe velden van technisch onderzoek. Voor het zoeken naar een theoretische verklaring van het ontwikkelingsproces van technische vernieuwingen is het echter weinig geschikt. Zo is men bijvoorbeeld tot de conclusie gekomen, dat 'de ondernemingsstructuur in het algemeen slechts een geringe invloed heeft op de afloop van een innovatieproces' en dat 'commerciële verwachtingen doorslaggevend zijn voor innovatieprocessen'.<sup>7</sup> Zonder een theoretisch kader is het onduidelijk

4. Ik denk hierbij aan het werk van onderzoekers als J.A. Schumpeter, N. Rosenberg en C. Freeman.

5. Bijvoorbeeld het onderzoek naar aantallen patenten; de bekendste naam in dit verband is die van J. Schmookler.

6. L. Scholz, unter Mitarbeit von L. Uhlmann, *Technik-Indikatoren, Ansätze zur Messung des Standes der Technik in der industriellen Produktion* (Berlin-München 1976).

7. L. Uhlmann, *Der Innovationsprozess in westeuropäischen Industrieländern. Band 2: Der Ablauf industriellen Innovationsprozesse* (Berlin-München 1978). Uhlmann heeft 218 innovaties in 126 bedrijven onderzocht. Deze innovaties werden op 274 variabelen 'gescoord'. Op de 74 variabelen die hiervan het belangrijkste leken is een multivariante cluster-analyse toegepast.

wat de betekenis is van uitkomsten van statistische bewerkingen en blijken hypothesen vaak het karakter te hebben van niet samenhangende generalisaties op basis van gezondverstand noties.<sup>8</sup> Recente publicaties vormen echter een aanwijzing dat, ook binnen het techniekonderzoek vanuit een primair economisch perspectief, de belangstelling toeneemt voor het openen van de 'black box' en dat men minder wil abstraheren van de technische inhoud van ontwikkelingen.<sup>9</sup>

Een tweede groep studies in de traditie van het innovatieonderzoek baseert zich op case-studies.<sup>10</sup> Ook voor deze onderzoeken geldt dat zij zeker hebben geleid tot een aantal nieuwe inzichten, maar dat zij geen basis hebben kunnen leggen voor theorievorming. In dit geval is dat niet zozeer een gevolg van het aggregatie-niveau van de gegevens, maar van de manier waarop de cases geselecteerd zijn. Deze zijn niet gekozen met een theoretisch kader als richtsnoer of met tenminste een strategie om tot een dergelijk kader te komen in het achterhoofd. Selectiecriteria als 'de grote betekenis' of 'het economisch belang' van een innovatie hebben geleid tot case-verzamelingen met een ongecontroleerde heterogeniteit. Innovaties als de anticonceptiepil en de videorecorder worden bijvoorbeeld over één kam geschoren zonder dat iets wordt gezegd over de betekenis van de onderlinge verschillen. Op deze manier kan voor vrijwel elke hypothese wel een bevestiging worden gevonden.

De projecten HINDSIGHT and TRACES vormen samen een bekend voorbeeld van waartoe de methodische zwakte van dit soort projecten kan leiden.<sup>11</sup> HINDSIGHT<sup>12</sup> werd gefinancierd door het Amerikaanse Ministerie van Defensie en had tot doel de resultaten te evalueren

8. Zie E.M. Rogers and F.F. Shoemaker, *Communications of Innovations, A Cross-Cultural Approach* (New York-London 1971) voor een analyse van 1200 innovatieonderzoeken en de daarin geformuleerde hypothesen.

9. Bijvoorbeeld N. Rosenberg, *Inside the Black Box: Technology and Economics* (Cambridge, 1982).

10. Bijvoorbeeld: J. Jewkes, D. Sawers, R. Stillerman, *The Sources of Invention* (London 1958); Frank Lynn, 'An Investigation of the Rate of Development and Diffusion of Technology in our Modern Industrial Society', in: *The Report of the Commission on Technology, Automation, and Economic Progress: Technology and the American Economy* (Washington D.C. 1966), Appendix Vol. 2.; John L. Enos, 'Invention and Innovation in the Petroleum Refining Industry', in: National Bureau of Economic Research (ed.), *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors* (Princeton 1962) 229-322.

11. Zie voor een kritische bespreking van een negental van dit soort projecten, waaronder HINDSIGHT en TRACES: D.C. Mowery and N. Rosenberg, 'The Influence of Market Demand upon Innovation: A Critical Review of some Recent Empirical Studies', *Research Policy*, Vol. 8 (1979) 103-53; ook gepubliceerd in Rosenberg, a.w.

12. *Project HINDSIGHT: Final Report* (Washington, D.C.: Office of the Director of Defense Research and Engineering, 1969); zie ook S.W. Sherwin and R.S. Isenson, 'Project Hindsight', *Science*, Vol. 156 (23 June 1967) 1571-7.

van de onderzoeksfinanciering (1967: ongeveer \$ 100 miljoen naar 'ongericht', fundamenteel onderzoek en \$ 300 miljoen naar 'gericht' onderzoek) van dat ministerie. De conclusie was dat in slechts 0,3% van de onderzochte cases de innovatie voortkwam uit ongericht, fundamenteel onderzoek. Het is niet onaannemelijk dat de National Science Foundation, een ander onderzoek-financierend instituut, met deze uitkomst tamelijk ongelukkig was. In elk geval gaf dat instituut opdracht tot het project TRACES (Technology in Retrospect and Critical Events in Science)<sup>13</sup> dat tot de conclusie leidde dat in ongeveer 70% van de onderzochte cases de innovatie juist voortkwam uit ongericht onderzoek.

Tenslotte blijkt bij beide groepen innovatiestudies hoe een impliciet uitgaan van een lineair beeld van de ontwikkeling van technologie leidt tot een beperking van de mogelijke vraagstellingen. Bij een dergelijke opvatting van technologieontwikkeling als een opeenvolging van verschillende fasen zijn eigenlijk nog slechts drie vragen mogelijk: (a) hoe is de ontwikkeling gestart<sup>14</sup> (b) hoe snel verloopt zij<sup>15</sup> en (c) waarheen leidt ze?<sup>16</sup> Staat de trein van de innovatie eenmaal op de rails, dan kan verder niet meer van dat spoor worden afgeweken; vragen naar alternatieve ontwikkelingsrichtingen van een artefact vanaf een bepaald punt van zijn ontwikkelingsgang zijn buiten de orde. Begrippen als 'market pull' en 'technology push'<sup>17</sup> suggereren een analoog beeld en gaan in hun ruwste vorm slechts over de plaats van de locomotief: aan de kop of aan de staart van de trein?

#### *techniekgeschiedenis*

De oorspronkelijke techniekgeschiedschrijving zoals deze – met name in Nederland en Duitsland – vooral werd beoefend door ingenieurs concentreerde zich op het in detail beschrijven van de technische ontwikkeling van een machine. Maatschappelijke, economische en culturele omstandigheden spelen hierbij een ondergeschikte rol. Een meer externalistische of contextuele geschiedschrijving van de techniek was daarentegen waarschijnlijk wel het doel van de in 1958 opgerichte Amerikaanse

13. I.I.T. Research Institute, *T.R.A.C.E.S.* (Chicago 1968).

14. Bijvoorbeeld J. Jewkes et al, a.w., waarin de vraag centraal staat naar het relatieve belang van de individuele uitvinders.

15. Bijvoorbeeld F. Lynn, a.w.

16. Technology Assessment kan beschouwd worden als de operationalisatie van de vraag naar het eindstation.

17. 'Market pull' (of algemener: 'demand pull') modellen gaan ervan uit dat techniekontwikkelingen vooral worden veroorzaakt en gestuurd door maatschappelijke behoeften: de marktvrage 'trekt' de techniekontwikkeling in een bepaalde richting.

'Technology push' (of algemener: 'supply-push') modellen gaan ervan uit dat techniekontwikkeling vooral wordt bepaald door kennisontwikkeling binnen de wetenschap en techniek zelf en dat maatschappelijke behoeften hierbij een ondergeschikte rol spelen.



Society for the History of Technology en haar tijdschrift *Technology and Culture*. Inderdaad laat zo'n 83% van de artikelen in dit tijdschrift tussen 1958 en 1981 een 'integration of design and context' zien.<sup>18</sup> Zowel deze Amerikaanse geschiedschrijving als het daarvoor genoemde 'antiquariaat der techniek'<sup>19</sup> leveren een schat aan gegevens maar de resultaten kunnen door een tekort aan methodische reflectie nauwelijks met elkaar in verband gebracht worden: bijeengebracht met behulp van niet op elkaar betrokken interpretatiekaders is het onduidelijk hoe de gegevens van verschillende cases zich tot elkaar verhouden.<sup>20</sup>

Beide genoemde tradities in de techniekgeschiedenis hebben bijna uitsluitend aandacht voor geslaagde uitvindingen.<sup>21</sup> Zoals wij hierboven al hebben uiteengezet, leidt dit tot een lineair beeld van technische ontwikkeling dat suggereert dat '... the whole history of technological development had followed an orderly or rational path, as though today's world was the precise goal toward which all decisions, made since the beginning of history, were consciously directed'.<sup>22</sup> Daarmee worden een aantal interessante vragen over het ontwikkelingsproces van technische vernieuwingen versluierd. De asymmetrische voorkeur voor geslaagde innovaties heeft tot gevolg dat vaak juist het succes van een innovatie de belangrijkste verklaringsgraad voor zijn ontwikkeling wordt. In veel gevallen is het manifeste succes van een innovatie voldoende aanleiding voor techniekhistorici om van het verder zoeken naar andere verklaringen af te zien.

Een voorbeeld moge deze kritiek, die ook de aanleiding vormde tot de eerste methodische eis in de vorige paragraaf, verduidelijken. Veel geschiedenissen van de kunststoftechniek beginnen met een beschrijving van Bakelite. De technisch heel aantrekkelijke eigenschappen van Bakelite zijn meestal aanleiding de uitvinding van Bakelite te beschouwen als het begin van het plastic tijdperk: 'God said 'let Baekeland be' and all

18. John M. Staudenmaier, S.J., *What SHOT Hath Wrought and what SHOT Hath Not: Reflections on 25 Years of the History of Technology*, paper presented to the 25th annual meeting of SHOT, 1983.

Zie voor een uitgebreide analyse: J.M. Staudenmaier, S.J., *Technology's Storytellers: Recovering the Human Fabric* (Cambridge Ma. MIT Press 1985) in press dat gebaseerd is op de dissertatie *Design and Ambience: Historians and Technology, 1958-1977* (Philadelphia Pa. 1980).

19. Deze term is van George Daniels, 'The Big Questions in the History of American Technology', *Technology and Culture*, 11 (1970) 1-21:2.

20. Werner Rammert, *Technik, Technologie und technische Intelligenz in Geschichte und Gesellschaft* (Bielefeld 1975).

21. In 25 jaargangen *Technology and Culture* houden slechts 9 artikelen zich meer uitgebreid met een falende technische ontwikkeling bezig (Staudenmaier, a.w.).

22. Eugene Ferguson, 'Toward a Discipline of the History of Technology', *Technology and Culture*, 15 (1974) 13-30: 19.

was plastic'.<sup>23</sup> Kort na de bekendmaking van het Bakelite-proces (1909) werd dit echter heel anders gezien. In chemische handboeken over plastische materialen en verfgroondstoffen wordt weliswaar melding gemaakt van Bakelite, waar op een veel minder prominente plaats dan wij nu gerechtvaardigd zouden vinden gezien de belangrijke rol die Bakelite inmiddels heeft gespeeld. Gedurende de Eerste Wereldoorlog werd de situatie er voor Bakelite niet beter op. Als gevolg van de schaarste aan grondstoffen werden, vooral in Europa, talrijke 'Ersatz' materialen op de markt gebracht. Deze waren meestal van slechte kwaliteit en voldeden in elk geval zelden aan de opgegeven specificaties. Het beeld van alle niet-natuurlijke materialen werd hierdoor in negatieve zin beïnvloed, en ook voor Bakelite betekende dit een extra drempel. Waardoor veranderde de situatie? Een belangrijke rol speelde het overschot aan de grondstof fenol doordat na 1918 de oorlogsvoorraden van deze stof op de markt kwamen. Hierdoor kon de prijs van Bakelite zo laag worden gehouden dat bijvoorbeeld met het half-synthetische Celluloid werd geconcurrereerd. Het is uiteraard speculatief, te vragen welke kunststof de prominentste plaats in de vroege plastic-geschiedenis zou hebben ingenomen als deze oorlogsvoorraden van fenol er niet waren geweest – maar het zal ook duidelijk zijn dat alleen te wijzen op het latere succes van Bakelite een wel erg magere verklaring is voor het ontwikkelingsproces van dit materiaal. Het succes van een innovatie dient juist explanandum te zijn en niet als explanans gehanteerd te worden.

Recente ontwikkelingen in vooral het Amerikaanse techniekhistorische onderzoek laten een toenemende gevoeligheid zien voor meer theoretische en sociologische vraagstellingen. Hoewel een expliciet theoretische vraagstelling niet gemakkelijk gevonden zal worden, is het wel mogelijk een aantal theoretische thema's te identificeren waarop steeds meer onderzoek zich richt.<sup>24</sup> Enkele van die thema's zijn de systeembenadering,<sup>25</sup> technologische verandering<sup>26</sup> en arbeidsrelaties.<sup>27</sup>

23. M. Kaufman, *The First Century of Plastics; Celluloid and its Sequel* (London 1963) 61.

24. Zie naast Staudenmaier (noot 18) ook Thomas P. Hughes, 'Emerging Themes in the History of Technology', *Technology and Culture*, 20 (1979) 697-711.

25. Bijvoorbeeld Edward W. Constant II, *The Origins of the Turboprop Revolution* (Baltimore 1980), Thomas P. Hughes, *Networks of Power; Electrification in Western Society: 1880-1930* (Baltimore 1983) en John F. Haneski, 'The Airplane as an Economic Variable: Aspects of Technological Change in Aeronautics, 1903-1955', *Technology and Culture*, 14 (1973) 535-52.

26. Zie het themanummer van *Technology and Culture*, 17 (1976); Reese Jenkins, 'Images and Enterprise: Technology and the American Photographic Industry, 1839-1925', *Studies in the History of Technology* (Baltimore 1976); Merriit Roe Smith, *Harpers Ferry Armory and the New Technology: The Challenge of Change* (Ithaca, N.Y. 1977).

27. David F. Noble, 'Social Choice in Machine Design: The Case of Automatically Con-

Tenslotte zijn er dan nog die techniekhistorische studies die weliswaar een theoretische vraagstelling hebben, maar zich richten op een algemener niveau van techniekontwikkeling dan dat waarop wij ons concentreren. Dit is zowel vanuit een systeembenadering<sup>28</sup> als met een economisch-historisch perspectief<sup>29</sup> gebeurd. In beide gevallen worden verklaringstermen gebruikt die, hoewel vruchtbaar op het algemene niveau van deze studies, mijns inziens te weinig specifiek zijn om als uitgangspunt te kunnen dienen voor theoretische vragen over het ontwikkelingsproces van een technische innovatie.

#### *techniekfilosofie*

De heterogene verzameling studies die ik met het etiket 'techniekfilosofie' wil aanduiden worden vooral gekenmerkt door het ontbreken van enige empirische basis.<sup>30</sup> Ten dele bestaan deze studies uit excursies die wetenschapsfilosofen maken naar het grensgebied van wetenschap en techniek.<sup>31</sup> Ten dele zijn het, vooral in de Duitse en Franse taalgebieden, analyses die het wezen van de techniek-op-zich trachten te karakteriseren.<sup>32</sup>

#### *technieksociologie*

De Amerikaanse technieksociologie<sup>33</sup> van de jaren veertig en vijftig kan hetzelfde worden verweten als het economisch georiënteerde techniekonderzoek: de black box van de technische innovatie bleef meestal

trolled Machine Tools', in: A. Zimbalist (ed.), *Case Studies on the Labor Process* (New York 1979) 18-50.

28. B. Gille, *Histoire des Techniques: Techniques et civilisations, techniques et sciences* (Encyclopédie de la Pléiade Gallimard 1978).

29. D.S. Landes, *The Unbound Prometheus: Technological Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the Present* (Cambridge 1969).

30. Een kritisch overzicht biedt R. Johnston, 'Controlling Technology: An Issue for the Social Studies of Science', *Social Studies of Science*, 14 (1984) 97-112.

31. Bijvoorbeeld Karl R. Popper, *The Logic of Scientific Discovery* (London, 1968); Joseph Agassi, 'The Confusion between Science and Technology in the Standard Philosophy of Science', *Technology and Culture*, 7 (1966) 348-66.

32. Bijvoorbeeld: H. Skolimowski, 'The Structure of Thinking in Technology', *Technology and Culture*, 7 (1966), 371-83.; M. Bunge, 'Technology as Applied Science', *Technology and Culture*, 7 (1966), 329-47; Lothar Scholz, *Technologie und Innovation in der industriellen Produktion*, (Göttingen 1974).

33. Bijvoorbeeld S.G. Gilfillan, *The Sociology of Invention* (Cambridge, Ma. MIT Press 1935) en W.F. Ogburn, *The Social Effects of Aviation* (Boston: Houghton Mifflin 1945), W.F. Ogburn and F. Meyers Nimkoff, *Technology and the Changing Family* (Boston 1955).

gesloten. Dit geldt in nog sterkere mate voor de Duitse techniek sociologie.<sup>34</sup>

In enkele recente studies is getracht ideeën binnen de techniek sociologie toe te passen die oorspronkelijk ontwikkeld zijn binnen de wetenschapsgeschiedenis en -sociologie.<sup>35</sup> Behalve de studie van Edward Constant wordt in geen van deze analyses duidelijk hoe techniekontwikkeling op het niveau van de innovaties zelf moet worden beschreven. Door zich te concentreren op het niveau van paradigma's blijven de black boxes nog steeds gesloten. Bovendien heeft men ook hier vooral aandacht voor geslaagde innovaties.

Er zijn echter een klein maar groeiend aantal studies die vorm hebben gegeven aan de in de vorige paragraaf geschetste nieuwe benadering van techniekonderzoek. Zo heeft Michel Callon bijvoorbeeld de geschiedenis van de Franse elektrische auto uitvoerig bestudeerd.<sup>36</sup> Hij laat onder meer zien hoe vrijwel alles 'onderhandelbaar' is: wat zekere kennis is en wat niet, wie wetenschapper genoemd wordt en wie ingenieur, wat technische argumenten zijn en wat sociale, of een apparaat of proces als geslaagd geldt of mislukt. David Noble maakt een symmetrische analyse van twee ontwikkelingen in de automatisering van metaalbewerkingsmachines.<sup>37</sup>

34. Zie voor een overzicht van de huidige stand van zaken in de Duitse techniek sociologie: R. Jokisch (ed.), *Techniksoziologie* (Frankfurt am Main 1982).

35. R. Johnston, 'The Internal Structure of Technology', in: P. Halmos (ed.), *The Sociology of Science. Sociological Review Monograph*, No. 18 (Keele 1972), 117-30; G. Dosi, 'Technological Paradigms and Technological Trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change', *Research Policy*, 11 (1982) 147-62. Dosi bouwt, behalve op Kuhn, ook voort op het werk van de ekonomen R.R. Nelson and S.G. Winter, 'In Search of a Useful Theory of Innovation', *Research Policy*, 6 (1977) 36-76.

Andere technologie-studies die zich baseren op Kuhn's notie van de gemeenschapsstructuur van wetenschap zijn: E.W. Constant, *The Origins of the Turbjet Revolution* (Baltimore 1980); P. Weingart, 'Structuren technologischen Wandels. Zu einer soziologischen Analyse der Technik', in: R. Jokisch (ed.), a.w. 112-41.

36. M. Callon, 'The State and Technical Innovation: A Case Study of the Electrical Vehicle in France', *Research Policy*, 9 (1980) 358-76; 'Struggles and Negotiations to Define what is Problematic and what is Not - The Socio-Logic of Translation', in: K.D. Knorr, R. Krohn, and R. Whitley (eds.), *The Social Process of Scientific Investigation, Sociology of the Sciences Yearbook*, 4 (Dordrecht-Boston 1980) 197-219 en M. Callon 'Pour une Sociologie des Controverses Technologiques', *Fundamenta Scientiae*, 2 (1981) 381-99.

37. David F. Noble, a.w.

### Een model voor de beschrijving van het ontwikkelingsproces van technische artefacten<sup>38</sup>

Ik wil het ontwikkelingsproces van een technisch artefact<sup>39</sup> beschrijven als een opeenvolging van variatie- en selectieprocessen.<sup>40</sup> Door op deze manier verschillende varianten voor een mogelijke verdere ontwikkeling in de beschrijving te betrekken, hoop ik te vermijden dat er impliciet een lineaire structuur aan het ontwikkelingsproces wordt gegeven, die niet uit het bronnenmateriaal volgt maar voortkomt uit retrospectieve vertekening.

In het geval van de ontwikkeling van de fiets bijvoorbeeld, heeft deze retrospectieve vertekening geleid tot een beeld van de fietsontwikkeling als geschetst in figuur 1. Met onze kennis van hoe de ontwikkeling na de Hoge Bi verder is verlopen worden artefacten als de Geared Facile of de Kangeroo gemakkelijk gezien als leuke aberraties die niet echt van belang zijn voor de fietsontwikkeling. Voor mensen uit die tijd zag het er echter heel anders uit: de laatstgenoemde fietsen werden op grote schaal gebruikt, terwijl Lawson's Bicyclette een commerciële misluk-

38. De inhoud van de volgende twee paragrafen is een bewerking van een deel van 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', verschijnt in *Social Studies of Science*, 14 (1984).

39. Er zijn een groot aantal studies – met name binnen wat ik heb genoemd de techniekfilosofie – waarin fijn-mazige taxonomieën worden ontwikkeld om innovaties te classificeren. Zo wil Machlup innovaties karakteriseren op dimensies als 'inhoud', 'betekenis', 'economisch effect', 'oorzaak' en 'de methode van de uitvinder'. Op de dimensie 'inhoud' onderscheidt hij dan bijvoorbeeld 'proces', 'halffabrikaat', 'apparaat', 'eindprodukt'. F. Machlup, 'Erfindung und technische Forschung', in: *Handwörterbuch der Sozialwissenschaften*, Band 3 (Tübingen 1961) 280-91.

Dergelijke taxonomieën hebben vaak geen andere basis dan het 'gezonde verstand' en leiden voornamelijk tot woordenstrijd en begripsverwarring. Zolang er geen theoretische basis voor dergelijke innovatie-typeringen bestaat, lijkt het mij verstandiger ze te vermijden. Daarom heb ik de nogal abstracte term 'artefact' gekozen om alle denkbare technische uitvindingen te omvatten. De term 'artefact' wordt met name gebruikt om zowel innovaties met een productkarakter (bijvoorbeeld de veiligheidsfiets) als met een proceskarakter (bijvoorbeeld het Bakelite fabricageproces) aan te duiden.

40. Voor vergelijkbare toepassingen van een evolutionair model op de ontwikkeling van een technisch artefact, zie Ed. Constant, a.w. en P. Weeder en D. Kester, 'Variatie en selectie: De constructie van een industrieel produkt. Het geval Tenax', *Kennis en Methode*, 6 (1982) 221-51.

De verschillende evolutionaire benaderingen lijken voort te komen uit werk in de evolutionaire epistemologie. Bijvoorbeeld: D.T. Campbell, 'Evolutionary Epistemology', in: P.A. Schlipp (ed.), *The Philosophy of Karl Popper. The Library of Living Philosophers*, 14-1 (La Sall, 1974) 413-63 en S. Toulmin, *Human Understanding*, Vol. 1 (Oxford 1972). Zie ook: L. Boon, *De List der wetenschap. Variatie en selectie: vooruitgang zonder rationaliteit* (Baarn 1983).

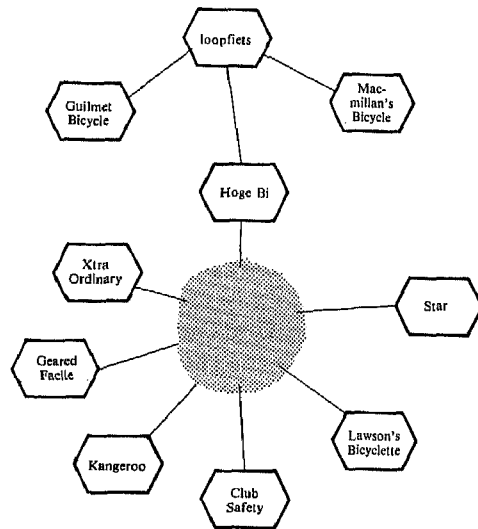
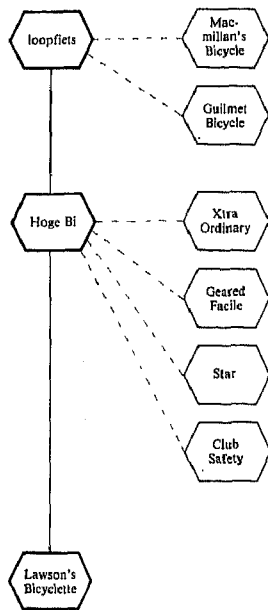


Fig. 2. Een symetrische beschrijving van de mogelijke opvolgers van de Hoge Bi door een lineaire structuur van de fietsontwikkeling te vermijden.

Fig. 1. De fietsontwikkeling als een lineair-proces: van loopfiets tot Lawson's Bicyclette via de Hoge Bi. De andere vermelde fietsen staan in de marge en hebben slechts anekdotische betekenis.

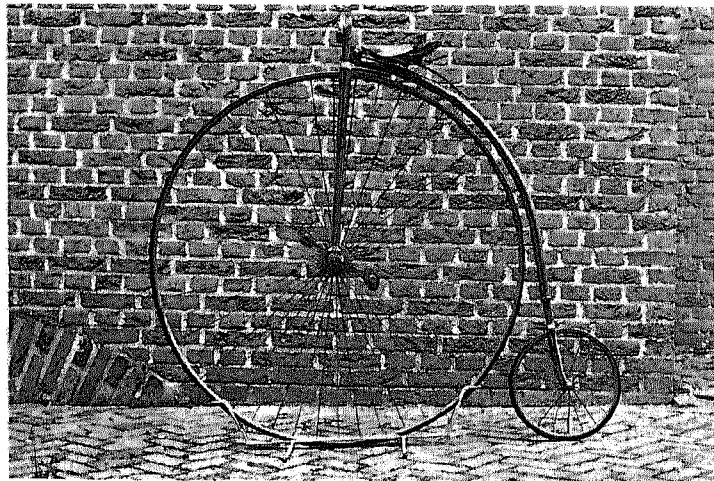


Foto 1. Hoge Bi (B.S.A., Engeland 1885). Foto's in dit artikel: W. Bijker; met dank aan het fietsmuseum 'Velorama' te Nijmegen.

king was. In fig. 2 is geschetst hoe wij in onze beschrijving proberen symmetrisch te zijn ten aanzien van succesvolle en falende artefacten door alle ons bekende varianten in eerste instantie als evenwaardige opvolgers van de Hoge Bi te beschouwen.

Om te beschrijven hoe in een selectieproces sommige varianten vervolgens doorzetten en andere falen, richten we ons op de problemen en oplossingen die met een artefact verbonden zijn. Om deze problemen en oplossingen te identificeren en hun belang te bepalen zijn de percepties van erbij betrokken sociale groepen van doorslaggevend belang. De betekenissen die door een sociale groep worden toegekend aan een technisch artefact constitueren dat artefact: zij bepalen wat problematisch is en wat niet, en of een artefact een oplossing voor een bepaald probleem inhoudt en in welke mate.

De operationalisering van het centrale begrip 'relevante sociale groep' is betrekkelijk eenvoudig.<sup>41</sup> Het belangrijkste kenmerk is dat de leden van een bepaalde sociale groep ongeveer dezelfde betekenissen toekennen aan het betreffende artefact. De eerste stap bestaat uit het opsporen van alle groepen waarvoor het artefact een bepaalde betekenis heeft. Vanzelfsprekend voldoen groepen als 'gebruikers' en 'producenten' aan dat criterium. Maar ook minder voor de hand liggende groepen kunnen relevant zijn. Zo is het zinvol in de beschrijving van de ontwikkeling van de veiligheidsfiets de zogenaamde 'anti-fietsers' op te nemen. Ds. L. Meadows White schrijft in zijn *A Photographic Tour on Wheels*: '... but when to words are added deeds, and stones are thrown, sticks thrust into the wheels, or caps hurled into the machinery, the picture has a different aspect. All the above in certain districts are of common occurrence, and have all happened to me, especially when passing through a village just after school is closed.' Het moge duidelijk zijn dat het artefact fiets (in dit geval de Hoge Bi) betekenis had voor de 'anti-fietsers'.

De tweede stap in het afbakenen van relevante sociale groepen is na te gaan of de provisorisch gedefinieerde groep wel homogeen genoeg is wat betreft haar betekenis-toekenningen. Zo bleek het in het geval van de veiligheidsfiets effectiever, binnen de groep van fietsgebruikers een aparte sociale groep van vrouwelijke fietsgebruikers te onderscheiden. 'Effectiever' omdat op die manier een deel van het ontwikkelingsproces beter beschreven kon worden.

41. De term 'sociale groep' kan verschillende sociale entiteiten aanduiden zoals bijvoorbeeld een maatschappelijke institutie, een organisatie, een bedrijf, een wetenschappelijke of technische gemeenschap, een groep individuen. In Pinch en Bijker a.w. wordt een eerste schets gegeven van hoe het concept 'relevante sociale groep' geoperationaliseerd wordt voor empirisch onderzoek.

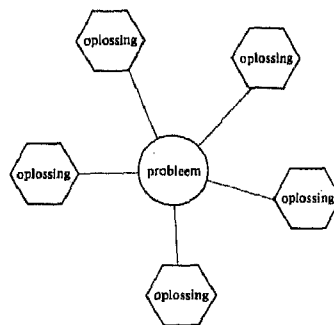
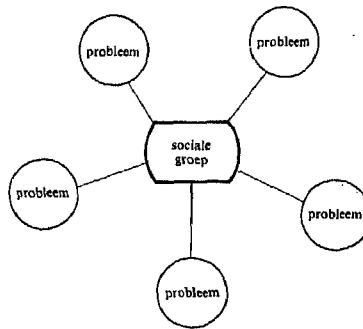
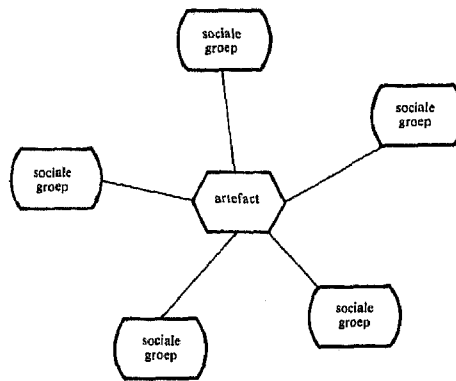


Fig. 3. Representatie van de relatie tussen een artefact en relevante sociale groepen.

Fig. 4. Representatie van de relatie tussen een sociale groep en de problemen die worden gezien m.b.t. het artefact.

Fig. 5. Representatie van de relatie tussen een gepercipieerd probleem en oplossingsvarianten.



Als derde en laatste stap is het zinvol de geïdentificeerde sociale groepen in meer detail te beschrijven. Dit maakt bijvoorbeeld in het geval van de Hoge Bi in Engeland duidelijk dat de sociale groep der fietsgebruikers bestond uit 'young men of means and nerves; they might be professional men, clerks, schoolmasters or dons', maar vrouwen, oudere mannen of ambtenaren maakten er zeker geen deel van uit.

Keren we na deze korte excursie over het gebruik van het begrip 'sociale groep' terug tot het beschrijvingsmodel, dan kan de procedure als volgt worden geschematiseerd. Bij elk technisch artefact worden de relevante sociale groepen geïdentificeerd (fig. 3). Vervolgens wordt beschreven welke problemen een sociale groep ziet aan dat artefact (fig. 4). En tenslotte worden dan de verschillende oplossingsvarianten bij een probleem opgespoord (fig. 5). Op deze manier kunnen we het 'grijze' selectieproces voldoende inkleuren en structuur geven, om dan op basis van een dergelijke beschrijving het in de vraagstelling omschreven theoretisch onderzoek te beginnen. Figuur 6 schetst een deel van de invulling van de fietsgeschiedenis volgens deze methode.

Wanneer we het ontwikkelingsproces van technische artefacten op deze manier volgen, zien we een toe- of afnemende mate van stabilisatie van dat artefact binnen de verschillende relevante sociale groepen. Door het concept van stabilisatie te gebruiken, wordt bijvoorbeeld de 'uitvinding van de veiligheidsfiets' niet als een nauw begrensde, duidelijk gedateerde gebeurtenis (1884) gezien, maar dijt zij uit tot een 19 jaar durend proces (1879-1998).

In het begin van deze periode bijvoorbeeld, zien de relevante sociale groepen niet *de* veiligheidsfiets, maar een breed scala aan twee- en driewielers. Een van de tweewielers was de lelijke 'krokodilachtige' Lawson's Bicyclette. Aan het eind van de bovengenoemde periode betekent het woord 'veiligheidsfiets' vrijwel ondubbelzinnig een tweewieler met even hoge, middelgrote wielen, een ruitframe, luchtbanden en kettingaandrijving op het achterwiel. Door de hoge mate van stabilisatie van de veiligheidsfiets in 1898, was het niet meer nodig deze details te specificeren: zij golden stilzwijgend als vaste elementen van de veiligheidsfiets.

Het beschrijvingsmodel zoals dat hiervoor is uiteengezet fungeert niet als strak keurslijf waar *côte que côte* de historische gegevens in geperst dienen te worden. Het model is juist ontstaan tijdens het empirische onderzoek en blijkt verhelderend te werken door zijn combinatie van structurelementen (sociale groepen, problemen, oplossingen) en proceselementen (variatie, selectie, stabilisatie). Daarmee vormt het beschrijvingsmodel een stap in de richting van het beantwoorden van de methodische vraag die in dit artikel centraal staat.

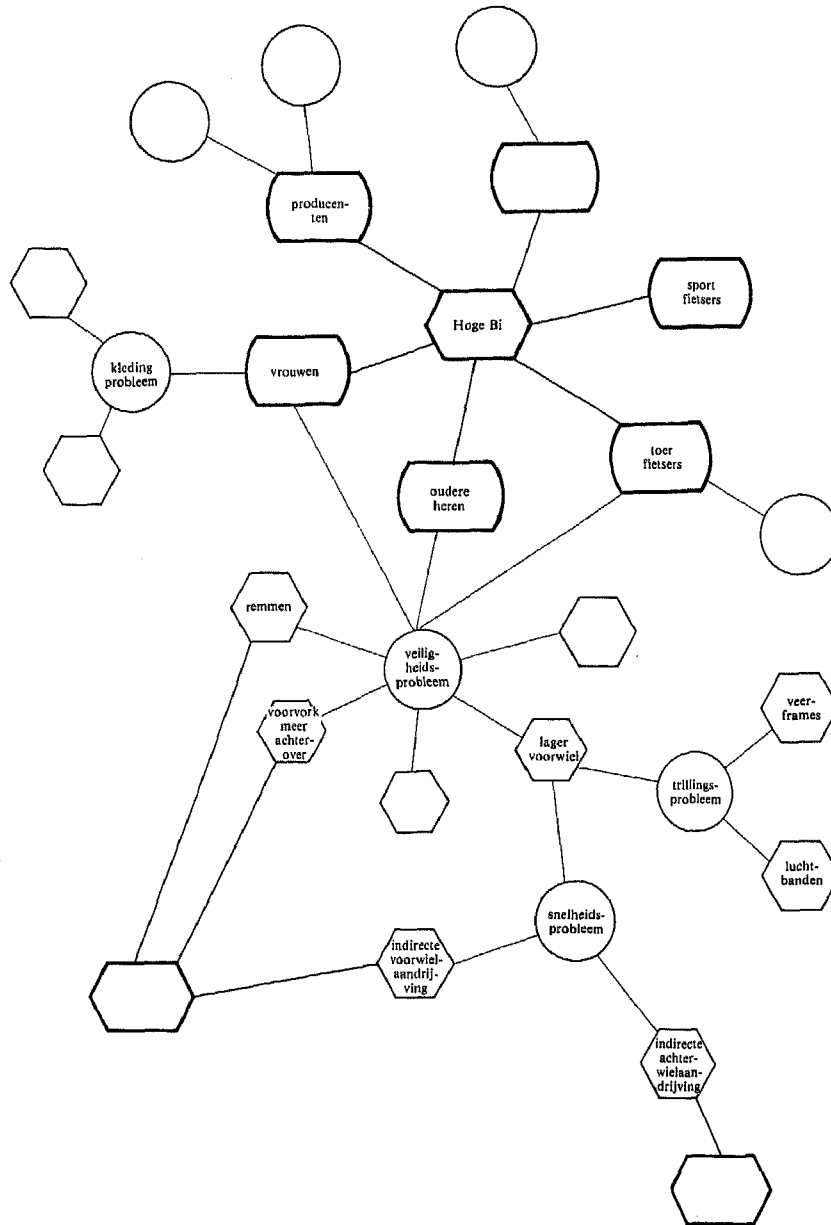


Fig. 6. Het grijze gebied van fig. 2 is ten dele ingevuld: enkele relevante sociale groepen, problemen en oplossingen in het ontwikkelingsproces van de Hoge Bi.

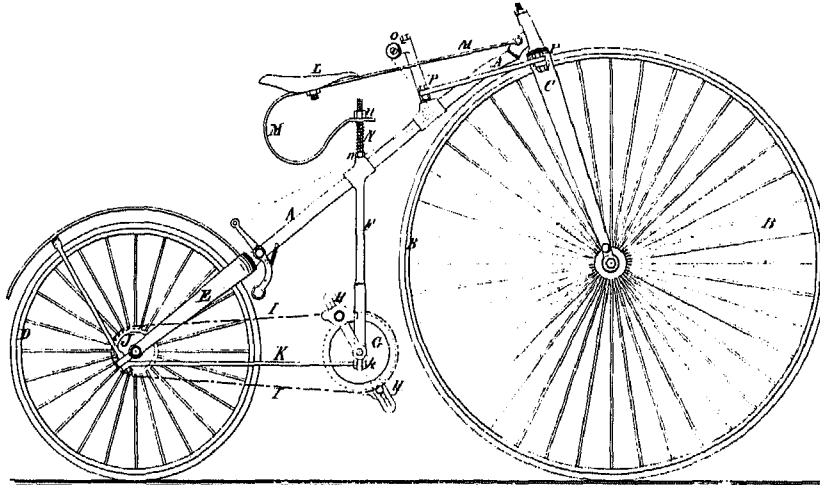


Foto 7. Lawson's Bicyclette; bron: H.J. Lawson's Brits patent 3934, 30 sept. 1879.  
Lawson's Bicyclette

### De sociale constructie van technische artefacten

In hoeverre is het geschetste beschrijvingsmodel historisch adequaat en daarnaast bruikbaar als basis voor theoretische analyse? Over de historische adequaatheid van het model kan ik kort zijn. Het model blijkt voldoende open te zijn om bij zeer verschillende cases gebruikt te kunnen worden. De mate van detaillering van deze beschrijvingen wordt niet door het model voorgeschreven maar is de keus van de onderzoeker. Een inadequate geschiedschrijving van een bepaald ontwikkelingsproces moet daarom de onderzoeker aangerekend worden, niet het beschrijvingsmodel.

Om enig zicht te geven op de bruikbaarheid van dit beschrijvingsmodel als basis voor theoretische analyses wil ik twee voorbeelden geven. In het eerste voorbeeld zal ik de betekenis flexibiliteit<sup>42</sup> van een bepaald technisch artefact – in dit geval de Hoge Bi – laten zien. Daarmee wordt dit artefact als het ware gedeconstrueerd met sociologische middelen: het wordt ontdaan van zijn vanzelfsprekendheid door te laten zien hoe betekenisgevingen van sociale groepen het artefact in feite

42. De term 'betekenis flexibiliteit' ('interpretative flexibility') is afkomstig uit het Empirical Programme of Relativism; zie H.M. Collins, 'Stages in the Empirical Programme of Relativism', *Social Studies of Science*, 11 (1981) 3-10.

constitueren. Het verschijnsel van betekenis flexibiliteit roept wel onmiddellijk de vraag op, hoe artefacten dan kunnen stabiliseren: door welke mechanismen komt er een einde aan de veelheid van betekenis-toekenningen? In een tweede voorbeeld schets ik een dergelijk mechanisme aan de hand van één bepaald type Hoge Bi.

*betekenis flexibiliteit*

De Hoge Bi had vrijwel uitsluitend een sportfunctie. Hij werd zoals gezegd bereiden door jonge, atletische mannen uit de betere kringen. Het vereiste een zekere mate van behendigheid en moed om de hoge machine te bestijgen en te berijden. De fietser mocht dan weliswaar soms worden bespot ('aap op een wielkje!') of zelfs fysiek bedreigd (een stok, door een van de genoemde anti-fietsers tussen de spaken van het voorwiel gestoken, had gegarandeerd effect), maar hij wist zich, in meer dan een zin van dat woord, superieur aan zijn wandelende medeburgers. Voor de sociale groep van gebruikers had de Hoge Bi vooral een 'macho'-betekenis, om het met een anachronisme uit te drukken: het fietsen op een Hoge Bi maakte je leniger, moediger, mannelijker.

Voor sociale groepen van potentiële fietsgebruikers als vrouwen, oudere mannen en toerfietsers had de Hoge Bi een heel andere betekenis. De fietser zat op de Hoge Bi vrijwel boven het punt waar het voorwiel de grond raakt. Hierdoor hoefde er maar weinig te gebeuren of de berijder schoot over het stuur heen en belandde voor zijn rijwiel op de grond: een gat in de weg, of een steen, kip of kind erop, of zelfs een enigermate fors remmen was voldoende voor een koprol. Voor de genoemde groepen van potentiële gebruikers had de Hoge Bi aldus vooral de betekenis van een zeer onveilige machine.

Het verschil tussen deze twee betekenis-toekenningen omvat meer dan het verschil tussen twee interpretaties van een artefact. Veeleer gaat het hier om twee verschillende technische artefacten, zij het met dezelfde naam en hetzelfde nummer in de museumcatalogus. Dat het inderdaad echt verschillende artefacten zijn, moge blijken uit de heel verschillende technische ontwerpen die ten doel hadden de respectievelijke artefacten te verbeteren. Het als eerste beschreven artefact, de 'Macho Hoge Bi', werd geoptimaliseerd in een reeks van ontwerpen met een steeds hoger voorwiel. Een van de laatste fietsen in deze ontwikkeling is de Rudge Ordinary (1892) met een 56 inch wiel. Het vergroten van het voorwiel was – gegeven een vaste maximum rotatiesnelheid door het ontbreken van een ketting- of tandwiel overbrenging – de enige manier om de voorwaartse topsnelheid van de fiets te vergroten. Dat dit gepaard ging met een extra risico was, voor dit artefact, eerder een winstpunt dan een bezwaar. Het als tweede beschreven artefact, de 'Onveilige Hoge Bi', werd

aangepast met heel andere ontwerp-ingrepen: het voorwiel lager, het zadel naar achteren of de berijder vóór het grote wiel plaatsen. De Lawson's Bicyclette is een voorbeeld van een artefact uit deze ontwerptraditie.

Door op deze manier de betekenis flexibiliteit van de Hoge Bi te laten zien, wordt dat ding gedeconstrueerd tot twee technische artefacten,

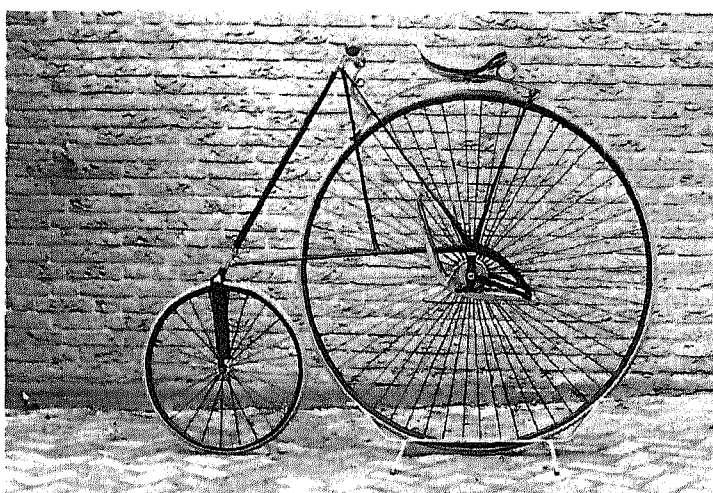


Foto 2. 'Pony Star' (H.B. Smith Machine Co., U.S.A. 1889). Evenals bij de grotere 'Star' bevindt het kleine stuurwiel zich voor het grote aandrijfwiel.

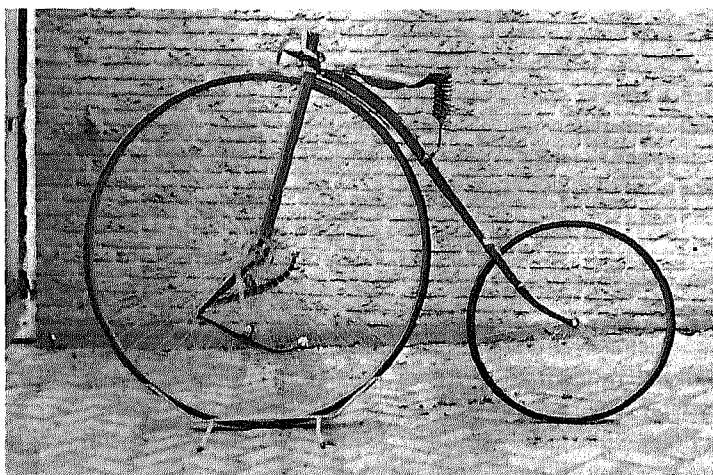


Foto 3. 'Geared Facile' (Ellis & Co., Engeland 1887).

elk geconstitueerd door de betekenistoekenningen van verschillende sociale groepen.

*een stabilisatiemechanisme*

Stabilisatie van een technisch artefact zal over het algemeen gepaard gaan met het afnemen van het aantal problemen dat verschillende sociale groepen zien aan dat artefact. Om een probleem te laten verdwijnen is het niet nodig dat het wordt opgelost in de gebruikelijke betekenis van het woord. Het gaat erom of de relevante sociale groep een probleem-betekenis toekent of niet.

Daardoor kan reclame een belangrijke rol spelen in het doen stabiliseren van een technisch artefact. Zo heeft men geprobeerd het onveiligheidsprobleem van de Hoge Bi 'op te lossen' door eenvoudigweg te proclameren dat het nieuwe ontwerp volstrekt veilig was. Een advertentietekst voor dit ontwerp, de 'Facile bicycle' (sic!), luidt: 'Wielrijders! Waarom uw botten en uw leven op hoge machines gewaagd, als voor het toerwerk een 40 inch of 42 inch 'Facile' alle voordelen van die hoge geeft, maar met een bijna absolute veiligheid?' De karakterisering van 'bijna absolute veiligheid' was een retorische zet. Dat is duidelijk als we zien hoe hoog en relatief voorlijk de berijder ook op deze Facile nog zat. Dit retorisch mechanisme is een voorbeeld van de mechanismes die tot stabilisatie van een artefact kunnen leiden.

Algemener geformuleerd houdt een stabilisatiemechanisme een bepaald herkenbaar patroon van gebeurtenissen in, waarmee een kennelijk probleem wordt opgelost – of niet –, meestal resulterend in een toenevende stabilisatie van het betreffende artefact in een bepaalde sociale groep. Met het retorisch stabilisatiemechanisme bedoel ik dan een patroon waarbij een belangrijke rol is weggelegd voor retorische argumenten: argumenten waarvan de gebruiker – in dit geval de fietsproducent – al wel weet dat ze niet houdbaar zijn binnen zijn eigen sociale groep, maar die gehanteerd worden in de verwachting dat ze in een andere sociale groep wel effectief zullen zijn.

### **Samenvatting en conclusie**

Ik heb geschetst aan welke methodische karakteristieken historisch onderzoek zou moeten voldoen om als basis te kunnen fungeren voor meer theoretisch gericht onderzoek van de techniek. Vervolgens is kort aangegeven hoe de bestaande tradities van techniekonderzoek zich verhouden tot deze methodische karakteristieken.

Het beschrijvingsmodel dat in de vierde paragraaf is gepresenteerd

moet een voorbeeld zijn van een manier om de genoemde methodologische karakteristieken concreet vorm te geven. In dit model worden falende en succesvolle innovaties symmetrisch en onpartijdig beschreven. Het evolutionaire karakter van het model biedt daarnaast een garantie tegen een onverantwoord aanbrengen van een impliciete lineaire structuur in de beschrijving van het ontwikkelingsproces van een technisch artefact. Het model is erop gericht empirisch onderzoek naar cases te doen waarbij nadrukkelijk ook de 'inhoud' en niet alleen economische en sociale 'buitenvariabelen' van die cases onderzocht moeten worden.

Met het begrip 'betekenis flexibiliteit' heb ik willen aangeven hoe met dit beschrijvingsmodel een technisch artefact als sociaal geconstitueerd gezien kan worden. Dit opent de mogelijkheid van een specifiek soort van theoretische vragen, bijvoorbeeld naar hoe artefacten dan sociaal geconstrueerd worden, hoe het stabilisatieproces van een artefact verklaard kan worden. Het gegeven voorbeeld van een stabilisatiemechanisme laat zien op wat voor 'regelmatigheden op korte afstand' – de vierde methodische karakteristiek – theoretische uitspraken betrekking kunnen hebben.<sup>43</sup> Niet op de gehele ontwikkeling van de Hoge Bi tot Lawson's Bicycleette, maar op bijvoorbeeld de vraag waarom de Facile wel of niet is gestabiliseerd.

Door een methode te schetsen die aldus een basis kan bieden voor het stellen van theoretische vragen op basis van historische case-studies, heb ik indirect de legitimiteit van theoretische vraagstellingen binnen de techniekgeschiedenis willen bepleiten.

43. Voor een eerste schets van het soort theorie dat ik wil ontwikkelen op basis van onderzoek met dit beschrijvingsmodel, zie W.E. Bijker, 'Collectifs technologiques et styles technologiques: éléments pour un modèle explicatif de la construction sociale des artefacts techniques', communication invitée au colloque S.T.S. (Lyon: 10-11 octobre, 1983); wordt gepubliceerd in *Travailleur collectif et relations science-production* (Lyon 1984).