

## XII

# Naar een techniekhistorisch overzichtswerk voor de twintigste eeuw

Een contextualistische geschiedenis van de techniek voor Nederland internationaal vergeleken

JOHAN SCHOT, WYBREN VERSTEGEN,  
ERNST HOMBURG, HARRY LINTSEN EN ARIE RIP

### 1. Inleiding<sup>1</sup>

‘*And it began so marvelously*’ verzucht Giedion in zijn boek *Mechanization Takes Command* wanneer hij de geschiedenis van de techniek in de twintigste eeuw overziet.<sup>2</sup> Hiermee verwoordt hij een belangrijke sentiment aanwezig in de literatuur over de twintigste eeuwse techniekgeschiedenis. Veel literatuur blijkt behalve over technische ontwikkeling ook te gaan over het mislukken van de maatschappelijke inbedding van de techniek en over de noodzaak tot humanisering van de techniek. De potenties van de opkomende nieuwe technieken in de twintigste eeuw (elektriciteit, nieuwe materialen, de computer, transporttechnologie) hebben niet geleid tot een betere samenleving, maar tot meer werkeloosheid, dekwalificatie van de arbeid, milieuvervuiling, overconsumptie en destructieve oorlogvoering, zo stellen verschillende auteurs. Met al deze kwalen blijkt volgens hen de techniek te zijn verbonden. Dat vormt voor hen een belangrijke rechtvaardiging een overzichtswerk over de techniekgeschiedenis te gaan schrijven. Zij willen laten zien dat er betere mogelijkheden zijn, dat er speelruimte zit in technische ontwikkeling (Radkau),<sup>3</sup> of dat met een nieuw technische idealisme (Pacey) nog veel ten goede kan

1 Met dank aan de redactie van TIN20 en aan de referenten van het NEHA Jaarboek voor hun commentaar. In de tekst worden de begrippen ‘techniek’ en ‘technologie’ door elkaar gebruikt.

2 Siegfried Giedion, *Mechanization takes command* (New York/London, 1948), 715.

3 Voor de volledige titels van de werken van de hier genoemde auteurs verwijzen we naar de appendix.

worden gekeerd. Auteurs die de maatschappelijke gevolgen van technische ontwikkeling over het voetlicht willen brengen, schrijven wat wel een contextualistische techniekgeschiedenis is genoemd. De ambitie is om de technische en maatschappelijke ontwikkeling in hun onderlinge wisselwerking te beschrijven.

Er is ook een ander type overzichtswerk, dat vooral de triomfen van de nieuwe technieken en de heroïsche daden van de grote uitvinders *wil* tonen. Hier worden allerlei maatschappelijke kwalen niet op het conto van de technische vooruitgang geschreven. De oorzaken van die kwalen moeten eerder gezocht worden in (achterblijvende) maatschappelijke ontwikkelingen. Beide type overzichtswerken delen echter de fascinatie voor de technische ontwikkeling en hebben een groot vertrouwen in de technische mogelijkheden. Wanneer het slecht zou aflopen met de moderne samenleving, is dat uiteindelijk toch het resultaat van menselijk handelen, of techniek nu mensenwerk is of niet.

Het overzichtswerk *Geschiedenis van de techniek in Nederland. De wording van een moderne samenleving, 1800-1890* -gepubliceerd tussen 1992-1995- valt duidelijk in het eerste categorie overzichtswerken, gericht op het schrijven van een contextuele techniekgeschiedenis, waarin technische en maatschappelijke ontwikkeling in hun onderlinge wisselwerking worden beschreven. Het *project Geschiedenis van de Techniek in Nederland in de periode 1890-1970* (Tin20) staat in deze traditie, maar is tevens op te vatten als een poging de contextualistische traditie te vernieuwen zoals uit dit artikel zal blijken.<sup>4</sup> Het doel van dit artikel is om het Tin20-project te plaatsen in de context van andere techniekhistorische overzichtswerken. Deze bespreking zal reliëf geven aan het beschrijven van de doelen en onderzoekslijnen van Tin20, de tweede doelstelling van dit artikel. Het artikel heeft een programmatisch karakter. Het wil een nieuwe aanzet schetsen en daarover debat uitlokken.

4 Er zijn in totaal zeven delen gepland. Het eerste deel is gepland voor het najaar van 1998. Dan volgen er 2 in 1999 en 4 in 2000. Voor eerdere beschrijvingen van het project verwijzen we naar: Adri de la Bruhèze, Nil Disco, Ruth Oldenziel, Johan Schot en Ernst Homburg, *Techniek en Modernisering. Geschiedenis van de Techniek in Nederland, 1890-1970*, (Enschede/Eindhoven 1993) en J.W. Schot (red.), *Geschiedenis van de Techniek in Nederland, 1890-1970. Onderzoeksprogramma*, (Enschede/Eindhoven 1994). Verder zijn er in 1996 11 deelonderzoeksprogramma's gepubliceerd door de Stichting Historie der Techniek op de thema's: Waterbeheer, Kantoor, Chemie, Delfstofwinning, Energie, Medische Techniek, Transport, Huishouden, Landbouw en Voeding. In 1997 zullen worden gepubliceerd; Communicatie, Industriële Productie, Stad en Bouw

## 2. Overzichtswerken in soorten en maten

### *Eenheid en verscheidenheid in techniekhistorische overzichtswerken*

Overzichtswerken kunnen op vele manieren van elkaar onderscheiden worden.<sup>5</sup> We onderscheiden vier dimensies: (1) collectief overzichtswerk versus een het werk van een auteur (of enkele auteurs); (2) contextualistisch versus internalistisch werk; (3) werk gericht op creëren van een encyclopedisch overzicht of de ontwikkeling van een centrale these en (4) werken die de twintigste eeuw als afzonderlijke periode behandelen en werken die dat na-laten.<sup>6</sup>

Over de eerste dimensie – of het werk een collectief product is, resultaat van een samenwerkingsverband tussen een relatief grote groep van auteurs of dat er sprake is van een monografie geschreven door één of enkele auteurs – kunnen we kort zijn. Dit is een organisatorische kwestie, maar wel één met inhoudelijke gevolgen. De mogelijkheden om een coherent werk te schrijven met vele auteurs zijn beperkt. Daar staat tegenover dat werken die door slechts enkele auteurs worden geschreven minder gebaseerd kunnen zijn op oorspronkelijk onderzoek in de volle breedte.

5 We hebben de volgende criteria gebruikt voor onze selectie van overzichtswerken. In de eerste plaats is alleen gekeken naar overzichtswerken en handboeken die voortkomen uit de techniekgeschiedenis. Economisch historische overzichtswerken of andere algemeen historische overzichtswerken over de twintigste eeuw hebben we buiten beschouwing gelaten. In de tweede plaats heeft het onderzoek zich, met uitzondering van Mumford's boek, beperkt tot de laatste 50 jaar. De lijst van geraadpleegde werken loopt hierdoor van Mumford's klassieker *Technics and Civilization* uit 1934 tot het werk van Pursell *The machine in America* uit 1995. De volledige lijst is opgenomen in de appendix (23 titels). Verder zijn werken buiten beschouwing gebleven die maar een beperkte periode of bepaalde technieken als object van studie hebben gekozen, zoals het bekende werk van David Hounshell, *From American system to mass production, 1800-1932* (Baltimore/London 1984). Tenslotte heeft de selectie zich beperkt tot Engels-, Frans-, Duits-, en Nederlandstalige boeken.

6 Een vijfde dimensie zou kunnen zijn of overzichtswerken zich concentreren op specifieke landen of juist proberen ontwikkelingen in alle Westerse landen te beschrijven. De meeste internalistische boeken concentreren zich niet op een bepaald land omdat ze de technische ontwikkelingen los van de context beschrijven. Opvallend is dat er eigenlijk geen enkel werk is dat nadrukkelijk werkt met een comparatieve aanpak (zie voor deze constatering ook C.A. Davids, 'Diffusie en creativiteit'. De technische ontwikkeling van Nederland in de negentiende eeuw in vergelijkend perspectief' *NEHA-Jaarboek voor economische, bedrijfs- en techniekgeschiedenis*, 58 (1995) 72-88). De keuze voor een land is vaak ingegeven door een grote aandacht voor koplopers, de herkomst van de auteurs en hun competenties. Dat is ook het geval bij TIN20. Daar speelt de omgekeerde gedachte dat de techniekgeschiedenis van Nederland in de internationale techniekgeschiedenis ten onrechte weinig aandacht krijgt en het dus de moeite loont om zich daar mee bezig houden.

De tweede dimensie is in hoeverre het overzichtswerk wordt gekenmerkt door een internalistische aanpak waarin veel aandacht is voor het beschrijven van interne technische ontwikkeling of dat er een meer contextualistische benadering is gevolgd waarin de samenhang tussen technische en maatschappelijke ontwikkeling als uitgangspunt wordt genomen. Wanneer we deze twee dimensies kruisen ontstaan er vier typen overzichtswerken:

1. Overzichtswerken geschreven door een collectief met een internalistische inslag.

Voorbeelden zijn: Williams (1978), Daumas (1979), Marcorini (1988).

2. Overzichtswerken geschreven door een collectief met een contextualistische inslag.

Voorbeelden zijn: Kranzberg en Pursell (1967), Pieterston (1981), König (1992), Dettmering en Hermann (1993).

3. Overzichtswerken geschreven door één auteur en met een internalistische inslag.

Voorbeelden zijn: Forbes (1950), Rousseau (1956), Cardwell (1972), McNeill (1990), Buchanan (1992), Cardwell (1994), Bunch en Hellemans (1994).

4. Overzichtswerken geschreven door één auteur en met een contextualistische inslag. Voorbeelden zijn: Mumford (1934, herdruk 1946), Klemm (1954), Pacey (1992), Gille (1978) Marcus en Segal (1989), Hughes (1989), Radkau (1989), Pursell, (1995).

Een derde dimensie is of het overzichtswerk gecomponeerd is rond een centrale these of dat men een min of meer encyclopedisch overzicht geeft zonder zich teveel te bekommeren om de samenhang. Karakteristiek voor de internalistische werken is vaak dat zo'n centrale these ontbreekt. Alle door één auteur geschreven contextualistische werken daarentegen proberen juist wel een these te ontwikkelen.<sup>7</sup> Bij de collectieve contextualistische werken zijn alleen Pieterston duidelijk

7 Uitzonderingen zijn wellicht Pursell en Gille. Pursell's boek is bedoeld als *textbook*. Hij behandelt zonder verdere argumentatie thema's die in de mode zijn of waarover veel is gepubliceerd binnen de techniekgeschiedenis (bijvoorbeeld taylorisme, gender en technologie, etnische groepen en technologie) of thema's die in elk geschiedenis boek verplichte nummers zijn zoals oorlog en depressie. Gille probeert samenhang aan te brengen via de notie van afwisseling van technische systemen. Dit begrip wordt echter niet stelselmatig uitgewerkt en hij beschrijft hoofdzakelijke diverse technologiegebieden. Daarnaast komen onderwerpen als techniek en wetgeving, techniek en taal, maatschappelijke gevolgen van technische ontwikkeling en filières in de chemie aan bod. Daarmee lijkt het werk van Gille erg op de collectieve werken van Kranzberg en Pursell, König en Dettmering en Hermann die veel thema's naast elkaar behandelen en duidelijk gericht zijn op het creëren van een overzicht. Het werk van Gille past overigens slecht moeizaam in de typologie omdat hij zowel typisch internalistische hoofdstukken heeft als aparte hoofdstukken met aandacht voor maatschappelijke thema's. Een deel van die hoofdstukken is bovendien geschreven door andere auteurs.

erop uit een rode draad door hun werk te leggen. We lopen de diversen ‘theses’ langs.

Voor de genoemde *Pierson* is de beschrijving van drie industriële revoluties een manier om het materiaal te ordenen. Die revoluties worden beschreven op drie niveaus: het procesniveau van de technische ontwikkeling, het niveau van de beleving en dat van de legitimering van technische ontwikkeling. Aan elk van de industriële revoluties is een deel van het boek gewijd, waarbij bovendien gekozen is voor een exemplarische benadering: de verschillende delen concentreren zich op landen waar de ontwikkeling voor de betreffende periode het meest karakteristiek blijkt te zijn geweest: Engeland voor de eerste industriële revolutie (1770-1830), Duitsland en de Verenigde Staten voor de tweede (1875-1914) en de Verenigde Staten voor de derde (na 1940).

*Klemm* beschrijft een reeks van technologische ontwikkelingen onder de noemer van ‘technology becomes a world power’. De Verenigde Staten van Amerika worden gezien als de *prime mover*. De tekst is georganiseerd rond het beschrijven van een aantal technieken (verbrandingsmotoren, radio, chemie, kernenergie, computer) en de reacties daarop van tijdgenoten die via citaten in de tekst hun stem laten horen.

*Mumford* deelt de techniekgeschiedenis in drie opeenvolgende elkaar overlappende periodes in: de eotechnische, de paleotechnische en de neotechnische. Karakteristiek voor iedere periode is de dominantie van een bepaalde energiebron en een bepaald constructiemateriaal. Zo wordt de eotechnische fase door het windwater-en-hout complex gekarakteriseerd, de paleotechnische fase door het stoomsteen-kool-en-ijzer complex en de neotechnische fase door het elektriciteit-en-legeringen complex. Deze materiële infrastructuur creëert een set van beperkingen en mogelijkheden die maatschappelijke ontwikkeling stuurt maar niet vastlegt. Integendeel, technische ontwikkelingen worden in Mumford’s werk steeds begeleid en voorafgegaan door culturele ontwikkelingen zoals bij voorbeeld de opkomst van het geloof in de machine en de vooruitgang waardoor de paleotechnische fase zijn intrede kon doen. Materiële infrastructuren leiden niet onontkombaar tot bepaalde maatschappelijke ontwikkelingen, maar hun invloed hangt af van de betekenis die zo’n infrastructuur krijgt. Wel is duidelijk in het werk van Mumford dat de intrinsieke karakteristieken van de paleotechniek mede verantwoordelijk zijn voor de niets ontziende uitbuiting, en voor kinderarbeid, klassenstrijd en oorlogen: het is een ‘age of barbarism’. Neotechniek was esthetischer en schoner en daarmee vol van beloften voor een humanisering van de techniek.

*Pacey* heeft als centrale these de strijd tussen twee technische tradities: één waarin technische ontwikkeling is gericht op economische groei en een andere waarin meer ruimte is voor creativiteit en idealisme.

*Hughes* en ook *Radkau* zien de opkomst van grote technische systemen als het centrale kenmerk van de twintigste eeuw. Zij organiseren hun werk rond een beschrijving van de opkomst van die systemen en hun receptie. Radkau ontwikkelt

de hypothese dat de Duitse eenwording aan het eind van de negentiende eeuw aan de wieg stond van het ontstaan van de grote technische systemen. Duitsland sloeg toen in Radkau's visie de Amerikaanse weg van grootschaligheid in. Wanneer Duitsland in de negentiende eeuw een gedecentraliseerde staat was gebleven, zouden dergelijke systemen minder kansen hebben gekregen. Bij Hughes loopt de kritiek op de grote technische systemen uit op cultuurkritiek. De twintigste eeuw is een eeuw van groot geloof in de meerwaarde van technische systemen. Dat geloof brokkelde af in de jaren zestig en zeventig onder meer door het zichtbaar worden van milieuproblemen.

Ook *Marcus* en *Segal* hebben een soortgelijke opzet. Zij zien de periode tot aan de Tweede Wereldoorlog als een periode waarin technische ontwikkelingen steeds meer wordt gezien als een oplossing voor veel sociale problemen. In de periode daarna wordt steeds duidelijker dat technologie zelf een probleem was.

Uit dit overzicht blijkt dat de these van opkomst en verval in de twintigste eeuw van systemen, tradities of complexen of het geloof in technische vooruitgang een centrale *organizer* is voor veel auteurs. Een andere manier om het materiaal te ordenen is het afzetten van de twintigste eeuw tegen andere eeuwen, waarbij de meeste overzichtswerken starten in de zeventiende of achttiende eeuw of beginnen bij de oude beschavingen of de jagers en verzamelaars.

Hiermee zijn we bij de vierde dimensie van ons overzicht beland, die van het karakter van de twintigste eeuw. Opvallend is dat bijna alle auteurs de twintigste eeuw zien als een aparte periode met eigen kenmerken.<sup>8</sup> Alleen Marcorini en Forbes zien in de twintigste eeuw een 'accumulation of past heritage'. Zoals blijkt uit de voorgaande uiteenzetting, zien auteurs die een contextualistische geschiedenis schrijven de opkomst en verval van grote technische systemen (complexen, tradities, geloof in de techniek) als karakteristiek voor de twintigste eeuw. Pierson (en Klemm meer impliciet) werkt daarentegen met de noties van 'tweede en derde industriële revolutie'. Dit zijn ook dominante noties in de internalistische techniekgeschiedenis. De tweede industriële revolutie wordt gedateerd aan het einde van de negentiende eeuw. Een dergelijk begin van de twintigste eeuwse techniekgeschiedenis is te vinden in onder andere het werk van Rousseau uit 1956 en blijkt vele decennia later nog weinig van zijn aantrekkingskracht te hebben verloren. Zo neemt Buchanan in 1992 de laatste decennia van de negentiende eeuw eveneens als breekpunt waarbij twee uitvindingen centraal staan: de verbrandingsmotor en de electriciteit. In het zeer technisch gerichte overzichtswerk van Bunch en Helleman is deze ontwikkeling van de electriciteit zelfs geheel centraal komen te staan. De eerste helft van de twintigste eeuw is in hun visie de 'electric age' (1879-1946). Er zijn nogal wat schrijvers die na de tweede industriële revolutie nog een derde fase onderscheiden. Het begrip derde industriële revolutie wordt, aldus Dau-

8 Waarbij overigens met name Amerikaanse werken de twintigste eeuw veelal laten beginnen in 1870.

mas, gebruikt in de Sovjet historiografie.<sup>9</sup> De Tweede Wereldoorlog is in de Sovjet visie een breekpunt in de geschiedenis, met name door de eerste toepassing van kernenergie. Daumas zelf is (en dat voor een Fransman in 1978!) van mening dat kernenergie meer iets is voor de volgende eeuw en ziet de periode na de oorlog als een vervolg of een uitbouw van de tweede industriële revolutie. Daarbij tekent hij wel aan dat de na-oorlogse periode wordt gekenmerkt door het 'vloeibaar' worden van de techniek, waarmee hij bedoelt dat in vroeger tijd technieken hun invloed uitoefenden binnen de grenzen van bedrijven of bedrijfstakken, maar dat in de twintigste eeuw technieken dwars door allerlei oude verbanden heen hun invloed doen voelen. Voorbeelden zijn de telefoon, de computer, nieuwe materialen. Het meest expliciet wordt het begrip 'derde' industriële revolutie gebruikt door Pieter-son. Met de Tweede Wereldoorlog begint ook de derde industriële revolutie. Militarisme en planning zijn de leidende begrippen in deze revolutie. Controle over de mens wordt dan het 'doel' van de technische ontwikkeling en het boek eindigt met een tekst uit 2001 *A space odyssey* waarbij een astronaut de almachtige computer eigenhandig uitschakelt en zo de controle over zijn lot in eigen hand herneemt.

### *Karakterisering van Tin20*

Deze bespreking van de overzichtswerken op vier dimensies maakt het mogelijk het op stapel staande werk Tin20 te karakteriseren. Het project is een collectief werk dat wordt gedragen door een breed samengestelde redactie. Dat stelt grenzen aan de mogelijkheden om coherentie te bereiken, maar biedt wel de mogelijkheid om een groot aantal thema's in de diepte uit te werken. Toch is de Tin20 opzet niet primair gericht op het creëren van een encyclopedisch overzicht. Tin20 heeft de ambitie een nieuwe vorm van contextualistische geschiedenis te schrijven en een aantal centrale theses te ontwikkelen over de twintigste eeuwse techniekgeschiedenis. Deze combinatie is bijzonder zoals uit voorgaand overzicht blijkt. Het lijkt erop dat Nederland op dit terrein een traditie heeft hoog te houden, want alleen Pieter-son en het hier niet behandelde overzichtswerk van Lintsen e.a. over de negentiende eeuw hebben dezelfde ambitie gehad.<sup>10</sup> Voor Tin20 moet wel aangetekend worden dat er op dit moment nog geen resultaten zijn. De hier gegeven positionering vindt plaats op het niveau van ambities en de toekomst moet nog uitwijzen wat de resultaten zullen zijn. Het kan zijn dat bijvoorbeeld Kranzberg en Pursell en hun auteurs dezelfde ambitie hebben gehad, maar de uitkomst anders was, na-

9 Zie echter E. Homburg, 'De ATweede Industriële Revolutie@ . Een problematisch concept', *Theoretische geschiedenis* 13 (1986), 367-385, m.n. 374-377.

10 Voor een evaluatie, zie E. Homburg, B. Gales en G. Vanpaemel (red.), *Techniek in Nederland in de negentiende eeuw* (Rotterdam: Erasmus 1995), ook gepubliceerd als *NEHA Jaarboek voor economische, bedrijfs- en techniekgeschiedenis*, 58 (1995), 7-113.

melijk een verzameling van hoofdstukken over een groot aantal onderwerpen waarbij sommige hoofdstukken er beter in zijn geslaagd de contextualistische geschiedschrijving vorm te geven dan anderen.

Hoe kunnen we deze bijzondere positie van Tin20 verklaren? Wij menen dat hiervoor naar twee factoren kan worden gewezen. De eerste factor is de inzet van de onderneming. Auteurs van overzichtswerken voelen zich vaak verplicht aan te geven van hen tot de moed heeft gebracht om zo'n werk te gaan produceren. Opvallend is dat die verantwoording veelal gegoten wordt in termen van een publiek doel, zoals in de inleiding van dit artikel wordt aangestipt. Twee doelen worden vaak genoemd: het humaniseren van de technische ontwikkeling en het bevorderen van publieke acceptatie. Opvallend is dat in geen van de overzichtswerken de rechtvaardiging wordt gezocht in het opmaken van de balans van het vakgebied om zo nieuwe richtingen voor onderzoek te genereren. Ook zijn er nauwelijks methodische verantwoordingen van de gevolgde aanpak. Voor Tin20 is dit anders. Inzet is de ontwikkeling van het vakgebied. Dit verklaart de grote invloed van nieuwe disciplines als technieksociologie en techniekeconomie op de opzet van Tin20.<sup>11</sup> Er wordt geprobeerd een maatschappijgeschiedenis van de techniek te schrijven.<sup>12</sup> Een tweede opvallend gegeven is dat binnen Tin20 veel nieuw onderzoek wordt gegenereerd. Dit maakt het natuurlijk mogelijk om nieuwe aanpakken te ontwikkelen en uit te proberen. De wens om het vakgebied te ontwikkelen waarbij technieksociologie en -economie als hulpwetenschappen worden ingezet en de

11 Voor een overzicht van technieksociologie verwijzen we naar Wiebe E. Bijker, Thomas P. Hughes and Trevor J. Pinch, *The social construction of technological systems* (Cambridge, Mass. 1987), Wiebe E. Bijker and John Law, *Shaping technology/building society* (Cambridge, Mass. 1992) en Werner Rammert, *Technik aus soziologischer perspective* (Opladen 1993). Het mooiste maar eigenzinnige handboek is Bruno Latour, *Aramis or the love of technology* (Cambridge Mass. 1996). Voor een overzicht van techniekeconomie verwijzen we naar G. Dosi, 'Sources, procedures and microeconomic effects of innovation', *Journal of Economic Literature* 26 (1988) 1120-1171 en G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg and L. Soete, *Technical change and economic theory* (London 1988). Door deze auteurs worden een alternatieve economische beandering ontwikkeld die in veel gevallen haaks staat op de gangbare neo-klassieke benadering van technische ontwikkeling. Voor een overzicht van sociologische en economische theorie vanuit de optiek van techniekgeschiedenis zie Robert Fox (ed.), *Technological change. Methods and themes in the history of technology* (Amsterdam 1996).

12 Deze ambitie blijkt ook uit de dubbele doelstelling van het project: (1) het schrijven van een contextuele techniekgeschiedenis waarin aandacht wordt geschonken aan het micro, meso en macro niveau, en (2) het leveren van een bijdrage aan de maatschappijgeschiedenis van Nederland in de twintigste eeuw waarin de rol en betekenis van de techniek tot zijn recht komen. Deze dubbele doelstelling laat zien dat Tin20 zich niet wil beperken tot het beschrijven van individuele technische ontwikkelingen (maar dat ook niet wil uitsluiten), maar structurele techniekgeschiedenis wil combineren met aandacht voor indivi-

aanwezigheid van een groot onderzoeksprogramma zijn dus verantwoordelijk voor het anderszijn van Tin20. De volgende paragrafen zijn georganiseerd rond een bespreking van Tin20 aan de hand van drie van de vier genoemde dimensies die zijn gebruikt om de overzichtswerken te positioneren: contextualistisch versus internalistisch, de aanwezigheid of afwezigheid van centrale thesen en tenslotte de karakterisering van de twintigste eeuw.

### 3. De contextualistische aanpak van Tin20

Hoofdkenmerk van een contextualistische techniekgeschiedenis is dat de beschrijving en analyse van de techniek wordt geïntegreerd in een bredere maatschappijgeschiedenis. De aandacht voor integratie behoeft niet te betekenen dat de interne werking van apparaten en systemen geen aandacht krijgt. Integendeel, het is juist een van de centrale claims van een contextualistische techniekgeschiedenis dat die werking alleen begrijpelijk kan worden gemaakt door op de relatie tussen techniek en context te letten.<sup>13</sup> Hoe moet zo'n contextualistische geschiedenis worden geschreven? Daarvoor bestaat geen algemeen makkelijk te implementeren recept, maar er is wel een karakteristieke aanpak. In die aanpak wordt de ontwikkeling van een specifiek artefact (innovatie) centraal gesteld en wordt vervolgens geprobeerd te achterhalen welke contextuele factoren invloed hebben uitgeoefend op ontwerpbeslissingen. Die ontwerpbeslissingen vinden niet alleen plaats tijdens de eerste fasen van technische ontwikkeling, maar ook tijdens de diffusiefase. Dan blijkt er nog veel ruimte te zijn voor aanpassingen (herontwerp) aan de lokale omstandigheden. Diffusie van een innovatie vereist technische arbeid en creativiteit.<sup>14</sup> De analyse kan zich richten op *factoren*, maar in veel gevallen worden de *actoren* centraal gesteld. Dat betekent dat wordt geprobeerd te achterhalen hoe verschillende groepen hebben geprobeerd het innovatie en het diffusieproces te beïnvloeden. Om actorgedrag begrijpelijk te maken is het vervolgens vaak nodig

duale innovaties. Voor een uitleg van het begrip maatschappijgeschiedenis verwijzen we naar A.A. van den Braembussche, *Theorie van de Maatschappijgeschiedenis* (Baarn 1985).

13 Of zoals John Staudemaier in een overzicht van de Amerikaanse techniekgeschiedenis het uitdrukt, kenmerk van een contextualistische techniekgeschiedenis is 'to integrate a technology's design characteristics with the complexities of its historical ambience', John M. Staudemaier, *Technology's storytellers. Reweaving the human fabric* (Cambridge, Mass., 1985), zie verder Davids, 'Diffusie en creativiteit'.

14 Dit was ook een van de belangrijkste uitgangspunten voor het project geschiedenis van de techniek in de negentiende eeuw, zie D. van Lente e.a. 'Techniek en modernisering', in: Lintsen e.a., *Geschiedenis van de Techniek*, deel I, 19-38.

15 Deze aanpak is gevolgd in het project Geschiedenis van de Techniek in de negentiende eeuw. Zie Van Lente e.a, Ibidem. Vgl. ook Davids, 'Diffusie en creativiteit' 73.

om dat gedrag te koppelen aan bredere transformatieprocessen in de samenleving (staatsvormingsprocessen, opkomst nieuw type ondernemingen etc.).<sup>15</sup>

Ook in Tin20 zal veel aandacht worden geschonken aan actoren, hun belangen, posities, identiteiten en strategieën en de invloed daarvan op het ontwerpproces. Maar we willen daarmee niet volstaan. Zo'n aanpak heeft namelijk twee nadelen. In de eerste plaats wordt zo niet de invloed van nieuwe technologie op de samenleving inzichtelijk gemaakt. Het accent ligt op de constructie van technologie en niet op haar (vaak onbedoelde) effecten. Het pleidooi is hier niet om die effecten apart te gaan bestuderen, maar wel om dit kenmerk van technische ontwikkeling, namelijk dat introductieprocessen van nieuwe technieken van grote (onbedoelde) invloed kunnen zijn op (nieuwe) sociale en technische processen, mee te nemen.<sup>16</sup> In de tweede plaats verdwijnt de technische en maatschappelijke gesitueerdheid van actoren en technieken uit het zicht. Zo worden technische processen en het gedrag van actoren medebepaald door de aanwezigheid van bijvoorbeeld specifieke *gendernoties*, door de aanwezigheid van een bestaand set aan apparaten of infrastructuren, of door een ideologie die sterke nadruk legt op productiviteitsgroei. Rip schrijft over het belang van het onderzoeken van de context van technische ontwikkeling:

'(...) the success of new artefacts cannot be understood and analysed if one neglects their linkages with other artefacts, i.e. their being situated (here, in a technical sense). In the 1920s or 1930s, a new electrical domestic appliance had other criteria for success, and was constructed differently, than the appliances that are now developed for the contemporary "all-electric-house". Table lamps and floor lamps, for example, cannot be used in large numbers in houses with few electric power points.'<sup>17</sup>

#### *Techniek ontwikkeling in de context van technologisch regimes*

In het Tin20 onderzoek zullen niet alleen actoren worden gevolgd, maar zullen ook de structurerende contexten en gevolgen aandacht krijgen. Er zal onderzoek worden gedaan op drie niveaus. Het eerste niveau is het lokale (micro-) niveau van het dagelijkse leven, van het uitvinden en het introduceren van nieuwe technieken. Dit is het niveau dat in sociologische en techniekhistorische studies veel aandacht

16 Zie Tom Misa voor een soortgelijk pleidooi: 'I will conclude by proposing a methodological advance towards synthesizing the social-shaping-of-technology thesis with the technological-shaping-of-society antithesis', T. Misa, 'Retrieving sociotechnical change from technological determinism', in: Merritt Roe Smith and Leo Marx (eds.), *Does Technology Drive History*, (Cambridge, Mass., 1994), 115-142, aldaar 117.

17 Arie Rip, 'Introduction of new technology: making use of recent insights from sociology and economics of technology' *Technology Analysis & Strategic Management*, 7 (1995), 417-431.

krijgt. Het tweede niveau is dat van het technologische regime. Dit is het (meso-) niveau van gestabiliseerde relaties, dominante praktijken en spelregels waardoor gedrag van actoren diepgaand wordt beïnvloed. Deze elementen (relaties, praktijken, spelregels) zijn neergeslagen in een complex van op elkaar afgestemde kennis, praktijkervaring met specifieke technieken, vaardigheden, product en proces karakteristieken, instituties en markteisen. De afstemming kan sterker of zwakker zijn hetgeen de ruimte voor verandering binnen het regime bepaalt. Wanneer alle elementen goed op elkaar zijn afgestemd, zullen er grote barrières zijn voor radicale wijzigingen en ontwikkelt de techniek zich in een richting die past binnen het regime. In de evolutionaire economie wordt in zo'n geval gesproken over technologische trajecten en van padafhankelijkheden.<sup>18</sup> Regimes worden hier gedefinieerd op het niveau van een functie: bijvoorbeeld die van verlichting. In sommige gevallen kan het nuttig zijn dit verder te specificeren tot verlichting in bijvoorbeeld fabrieken.<sup>19</sup> Wanneer regimes tot ontplooiing zijn gekomen, zullen ze zich vaak internationaal manifesteren, maar wel met locale/nationale varianten. Het technologische regime in de transportsector met als kernen de auto met verbrandingsmotor, een weginfrastructuur waarbij auto's niet of weinig worden gestuurd, het belang van hoge snelheid en flexibiliteit en het privé bezit van de auto (met daaraan gekoppelde status functie), is nu dominant in de hele Westerse wereld. Maar toch zijn er ook verschillen tussen de Verenigde Staten en Nederland in de uitwerking.

#### *Het sociotechnische landschap en de verhouding tussen de niveaus*

Het derde (macro-) niveau van het sociotechnische landschap is het niveau van de aanwezige kennisvoorraad, apparaten en infrastructuren en *daarmee verbonden* culturele patronen, algemene verhoudingen tussen groepen in de samenleving en economische en demografische gegevens. Het sociotechnische landschap zal voor verschillende technologische regimes hetzelfde zijn en vormt dus een overkoepelende context (structuur) die op het macro-niveau kan worden geplaatst. Ook voor het landschap geldt dat het zich op internationaal niveau kan manifesteren, met nationale verschillen.

18 Dosi, 'Sources, procedures'.

19 Voor een discussie over het begrip technologisch regime zie R. Kemp en A. Rip, 'Towards a theory of sociotechnical change', in: S. Rayner and E.L. Majone (eds.), *Human Choice and Climate Change* (Batelle Press, in druk). Zie verder R. Kemp, J. Schot and R. Hoogma, 'Regime Shifts through processes of niche formation' *Technology Analysis and Strategic Management* (in druk). Grote technische systemen zoals onder meer door Thomas Hughes beschreven (Th. P. Hughes, *Networks of Power: Electrification in Western Society 1880-1930* (Baltimore 1983)) kunnen worden gezien als een specifiek soort regime waarin infrastructuurontwikkeling en 'schaalkwesties' een grote rol spelen in de ontwikkeling.

De relatie tussen de drie niveaus kan als volgt worden beschreven. Het niveau van het regime en het landschap vormen twee anderssoortige omgevingen voor het locale niveau van technische ontwikkeling. Het zijn omgevingen waarop beroep kan worden gedaan, maar niet op dezelfde manier. Spelregels die volgen uit een regime kunnen niet zomaar worden genegeerd. Ze zijn geïnternaliseerd in het gedrag van actoren en daarom moeilijk te veranderen. Verandering kan uitsluiting tot gevolg hebben. Voorraden op het landschapsniveau zijn daarentegen 'feiten', gegevens die kunnen worden gemobiliseerd om de eigen daden meer kracht bij te zetten. Actoren kunnen zich beroepen op bredere maatschappelijke en technische ontwikkelingen om hun project belangrijk te maken. Tegelijkertijd zijn die gegevens van belang voor de verdere ontwikkelingen van die projecten; succes kan afhangen van een goede aansluiting bij het landschapsniveau. Een voorbeeld ter verduidelijking.

Zoals Schot heeft laten zien, zich baserend op het werk van Homburg, Dil en Berkers, moet de ontwikkeling van gaslicht in de negentiende eeuw worden gezien als een gevolg een reeks van gekoppelde ontwikkelingen.<sup>20</sup> Een belangrijke factor was de opkomst van de textielindustrie die belang had bij de ontwikkeling van een goedkoop en brandveilig alternatief voor kaarsen en olielampen. Textielfabrieken dienden als experimenteerruimte voor eerste toepassingen van gaslicht. Textielfabrikanten namen de nadelen van gaslicht (stank en hitte) voor lief. Een andere belangrijke factor was de concurrentie met alternatieven, zoals lampolie en kaarsen, waarvan de prijzen in Engeland door de oorlog met Frankrijk sterk gestegen waren, terwijl de prijs van steenkool waar gas uit werd gewonnen laag bleef. In Londen werd het gaslicht vervolgens opgepakt, maar nu voor een geheel andere toepassing, namelijk die van straatverlichting. Door de sterke groei van Londen en de daarmee gepaard gaande problemen rond publieke veiligheid, had gaslicht specifieke voordelen gekregen. Gaslicht werd verder toegepast in de niche-markten van schouwburgen en koffiehuisen. In dit proces ontstond een nieuw netwerk van actoren die gaslicht gingen promoten, niet in het minst de Imperial Continental Gas Association die werd opgericht om het gaslicht naar het Continent te brengen. Ook ontstond nieuwe kennis en werden nieuwe verwachtingen geschapen over de rol van gaslicht in de toekomstige samenleving (gaslicht maakt het mogelijk 24 uur te werken in een fabriek en dus verder te industrialiseren; gaslicht maakt het mogelijk Londen veiliger te maken en criminaliteit te bestrijden). Niet alleen gas-

20 J.W. Schot, 'Innoveren in Nederland', in: Lintsen e.a., *Geschiedenis van de techniek in Nederland. De wording van een moderne samenleving* (Zutphen 1995), deel VI, 217-240. Zie verder J. W. Schot, 'The usefulness of evolutionary models for explaining innovation. The case of The Netherlands in the nineteenth century', *History and Technology* (in druk). Schot beschrijft deze ontwikkeling in termen van processen van nichevorming. Die processen zijn onderdeel van een brede evolutionaire theorie over technische ontwikkeling waarin zichten uit technieksociologie en techniekeconomie worden geïntegreerd.

licht ontwikkelde zich snel, maar ook oliegas en kaarsen deden het goed. We zullen hier nu niet deze geschiedenis van het gaslicht vervolgen; waar het om gaat is dat de uitkomst van het proces alleen begrijpelijk kan worden gemaakt door te onderzoeken hoe de komst van gaslicht moest concurreren met andere verlichtingsbronnen (ingebed in het bestaande verlichtingsregime) en mede werd bepaald door gegevenheden op landschapniveau (afwezigheid van infrastructuur met gasleidingen, prijsontwikkeling, stadsontwikkeling en industriële ontwikkeling). In het introductie proces van gaslicht veranderde niet alleen de techniek, maar ook de preferenties van actoren die nieuwe eisen gingen stellen aan verlichting als resultaat van de aanwezigheid van gaslicht. Nieuwe actoren ontstonden en bestaande actoren kregen een nieuwe identiteit. Zo voelde de overheid zich geroepen ondernemer te worden, ze ging zelf de gasdistributie en -productie exploiteren. Er ontstond wat we een nieuw technologisch regime willen noemen. Ook het sociotechnisch landschap transformeerde uiteindelijk: er ontstond nieuwe kennis en nieuwe infrastructuur (van leidingen) en industrialisatie en urbanisatie werden gestimuleerd.

Voor een goed begrip van de verhoudingen tussen de drie lagen zijn twee opmerkingen van belang. Alhoewel veranderingen op micro-niveau kunnen leiden tot veranderingen op de andere twee niveaus, vinden er ook autonome veranderingen plaats op het niveau van het regime en het landschap. Actoren kunnen dan ook proberen invloed uit te oefenen op alle drie de niveau's. Op het regime niveau kunnen actoren bijvoorbeeld standaard onwikkelen waardoor afstemming binnen het regime beter wordt geregeld en op het landschapsniveau kan de ontwikkeling van nieuwe kennis de inzet zijn. In de tweede plaats is het belangrijk te beseffen dat technische ontwikkeling niet alleen op het micro-niveau kan worden geplaatst, terwijl de maatschappelijke context dan wordt opgedeeld in twee lagen. Techniek en maatschappij zijn op alle drie de niveaus aanwezig.

### *Een onderzoeksaanpak*

Samenvattend kan nu gesteld worden dat de nieuwe contextuele geschiedenis die het Tin20-project beoogt zal gericht zijn op het bestuderen van specifieke technische ontwikkelingen in de context van veranderende technologische regimes (op meso-niveau) en het sociotechnisch landschap (op macro-niveau). Deze aanpak van techniekgeschiedenis leidt tot de volgende aanpak:<sup>21</sup>

1. Exploreer ontwikkelingen op het macro-niveau (het sociotechnische landschap). Welke kennis, apparaten infrastructuren zijn aanwezig en welke demografische, economische, politieke, culturele trends zijn relevant voor het begrijpen van specifieke technische ontwikkelingen?

21 Dit is een toespitsing en comprimering van [Kernredactie TIN20], 'Geschiedenis van de techniek in Nederland, 1890-1970. Aanpak en checklist', September 1995.

2. Breng aanwezige technologische regimes op meso-niveau in kaart. Identificeer spelregels waardoor actoren hun gedrag laten bepalen. Die spelregels kunnen bijvoorbeeld afgelezen worden uit bestaande gebruikerspreferenties, visies van technici over wat kansrijke ontwikkelings-richtingen (paradigma's) zijn, uit de relaties tussen actoren zoals die bijvoorbeeld blijken uit industriële sectorstructuren en uit toekomstbeelden waarin nieuwe ontwikkelingen vaak worden geplaatst tegen de achtergrond van bestaande regimes.

3. Zoom in op specifieke technische ontwikkelingen op lokaal niveau. Daarbij is het van groot belang dat de ontwikkelingen van artefacten (producten, processen) worden gevolgd gedurende hun hele levensloop. De technische ontwikkeling kan in kaart worden gebracht door actoren te volgen waarbij ook gebruikers en derde partijen (overheden, vakbonden, verzekeringsmaatschappijen etc.) moeten worden meegenomen. In het onderzoek moeten de netwerken en de veranderingen daarin tussen actoren en technieken in kaart worden gebracht.

Een andere complementaire aanpak is om 'betwiste ruimtes' te onderzoeken. Dat zijn arena's (bijvoorbeeld het huishouden, het ziekenhuis, de winkel) waar diverse actoren hun stem verheffen over alternatieve technische opties en/of over de maatschappelijke gevolgen van een technische ontwikkeling. We willen niet alleen een contextuele techniekgeschiedenis schrijven van winnaars (waarin ook vaak aspecten van zogenaamde verliezers zijn opgenomen), maar ook die van alternatieve opties die geen geschiedenis hebben gemaakt.

4. Ga na hoe en of de ontwikkeling van nieuwe technieken heeft geleid tot regime verandering en tot veranderingen in het sociotechnische landschap.

#### 4. De centrale thesen van TIN20

Voor het schrijven van het negentiende eeuwse overzichtswerk kon gemakkelijk worden aangesloten bij het debat over de late industrialisatie van Nederland. Daarover bestond een duidelijke discussie waarin technische ontwikkeling een grote rol speelde. Voor de twintigste eeuw ontbreekt zo'n referentiepunt.<sup>22</sup> Het historische debat over deze periode moet nog van de grond komen. Er zijn discussies over specifieke perioden zoals de beide wereldoorlogen en de jaren dertig.<sup>23</sup> Ook is er recent een debat ontstaan over de interpretatie van de jaren vijftig en zestig.<sup>24</sup> Deze debatten vormen echter geen geschikt overkoepeld aangrijpingspunt voor

22 Voor een karakterisering van resultaten zie Davids, 'Diffusie en creativiteit'

23 Zie ondermeer P. Luykx en N. Bootsma (red.), *De laatste tijd. Geschiedschrijving over Nederland in de twintigste eeuw* (Utrecht 1987) en J.L. van Zanden en R.T. Griffiths, *Economische geschiedenis van Nederland in de twintigste eeuw* (Utrecht 1989).

24 P. Luykx en P. Slot (red.), *Een stille revolutie. Cultuur en mentaliteit in de lange jaren vijftig* (Hilversum 1997).

het geplande overzichtswerk. Daarom is bij de aanvang van het project voor een andere benadering gekozen. Er zijn concrete maatschappelijke deel terreinen gekozen ('clusters' geheten binnen het TIN-project; voor een overzicht zie figuur 1) en meer theoretische onderzoeksthema's die in alle clusters in meerdere of mindere mate dienen terug te komen. Clusters zijn opgehangen aan sectoren waarbij bewust een zeer ruim sectorbegrip is gehanteerd, zodat ook de sfeer van het gebruik en de invloed van gebruikers en derde partijen als bijvoorbeeld overheden en vakbonden op nieuwe technieken in voldoende mate meegenomen kan worden.<sup>25</sup> Vandaar dat er clusters zijn als huishouden, stad, transport (met deelonderzoeken naar de Rotterdamse haven en Schiphol) en medische techniek (met een deelonderzoek naar het ziekenhuis). Elk cluster kent zijn eigen onderzoeksprogramma.

De onderzoeks thema's zijn: (1) toenemende (socio)technische vervlechting, (2) maatschappelijke inbedding; (3) grote technische systemen; (4) kennisintensiteit en professionalisering; (5) technische en organisatorische beheersing; en (6) technische ontwikkeling, productiviteit en concurrentiekracht. Deze thema's zijn geselecteerd vanwege hun relevantie voor de beoogde contextuele techniekgeschiedenis en vanwege het feit dat ze kenmerkende aspecten zijn van de technische ontwikkeling in Nederland in de twintigste eeuw.<sup>26</sup> Deze thema's kunnen als theses worden geformuleerd. Aan het eind van de bespreking van elk thema zal steeds de daarbij behorende these worden gegeven. Bij de bespreking van de thema's zal gebruik worden gemaakt van voorbeelden uit de diverse clusters.

25 Een ander maar minder belangrijk criterium dat een rol heeft gespeeld is dat voor Nederland belangrijke ontwikkeling worden meegenomen. Een Nederlandse techniekgeschiedenis zonder aandacht voor bijvoorbeeld Philips of de rol van de chemische industrie is niet goed voorstelbaar.

26 De selectie van thema's is verricht door de redactie in samenspraak met groot aantal andere personen in diversen workshops maar ook in individuele gesprekken. Zie Schot (red.), *Geschiedenis van de Techniek* voor een lijst. De zes thema's moeten niet gezien worden als elkaar uitsluitende thema's. Het zijn verschillende theoretische ingangen om materiaal over technische ontwikkeling te ordenen. Soms zijn de thema's ook verbonden met duidelijke discussies in de literatuur. Zo is bijvoorbeeld over de opkomst van grote technische systemen veel gepubliceerd en daardoor een duidelijke onderzoekstraditie ontstaan. Op zowel theoretisch als empirisch vlak zijn er raakvlakken tussen de thema's. Zo wordt in de thema's toenemende vervlechting (1), patronen van maatschappelijk inbedding (2) en het ontstaan van grote technische systemen (3) deels hetzelfde proces beschreven, maar vanuit een ander perspectief.

*Toenemende (socio)technische vervlechting*

Voor Nederland geldt dat de chemische industrie zich in de twintigste eeuw ontwikkelde van een betrekkelijk marginale bedrijfstak tot een dragende pijler van de nationale economie.<sup>27</sup> Voor de zeer heterogene, over vele kleine bedrijfjes verdeelde nationaal georiënteerde chemische bedrijfstak van omstreeks 1900 kwam een internationaal georiënteerde bedrijfstak in de plaats, met een hoge exportquote, een kern van grootschalige productie van bulk chemicaliën en een sterke penetratie in andere bedrijfstakken. Anders dan aan het begin van de eeuw kent de chemische industrie na de Tweede Wereldoorlog een grote mate van onderlinge vervlechting van productieprocessen, niet alleen binnen de fabriek en tussen fabrieken binnen een concern, maar ook tussen fabrieken van verschillende concerns, zowel nationaal als Europees. Door die vervlechting is zowel achterwaartse integratie opgetreden (met name met delfstofwinning en raffinage), als zijwaartse integratie (met de energiesector) en voorwaartse integratie (naar tussenproducten in andere sectoren en naar eindproducten). Voor het grote publiek is deze toegenomen vervlechting grotendeels onzichtbaar. Wel zijn zichtbaar de grote chemische installaties en industriecomplexen bij Rotterdam (Pernis/Botlek/Europoort-complex met uitlopers naar Zeeuws-Vlaanderen, Dordrecht, Moerdijk en het Slogebied), in Zuid-Limburg (Staatsmijnen/DSM complex), bij Hengelo (KZO/AKZO Zout Chemie-complex) en het Eemsmondcomplex. Deze industriecomplexen zullen één van de ingangen vormen om binnen het chemiecluster het thema vervlechting te onderzoeken. De vervlechting is aanwezig op het niveau van processen. Grote delen van de chemische industrie raken onderling via synthetische processen met elkaar vervlochten, waarbij zout en koolteer strategische grondstoffen waren die aan de basis stonden van onderlinge gekoppelde netwerken van producten en bedrijven. De industriecomplexen hadden eerst een lokaal en regionaal karakter, maar evolueerde later via pijpleidingennetten tot complexen op nationale en zelfs internationale schaal. Bij de analyse van de toenemende technische vervlechting in industriecomplexen zal niet alleen gekeken worden naar het samenspel van chemische processen, maar juist ook naar de nieuwe infrastructurele, politieke, bestuurlijke, geografische en ecologische verbanden die er ontstaan. Zo resulteren de industriecomplexen in nieuwe vormen van milieuvervuiling, bestuurlijke bemoeienis, protest van burgers, hetgeen weer invloed heeft op de keuze van processen en bouw van installaties.

27 Onderstaande is gebaseerd op onderzoeksplan cluster chemie: E. Homburg, *Chemie in Nederland in de twintigste eeuw* (Eindhoven 1996).

Figuur 1 *Overzicht van TIN20 clusters (\* cluster is nog in voorbereiding)***1. Delfstoffen***Deelonderzoeken*

- (a) Exploratie
- (b) Mechanisering
- (c) Veredelen, raffineren en zieden

**2. Energie***Deelonderzoeken*

- (a) Elektriciteitsvoorziening
- (b) Gasvoorziening
- (c) Kerntechnologie
- (d) Alternatieve energiebronnen

**3. Chemie***Deelonderzoeken*

- (a) Industrie complexen
- (b) Procesverandering en arbeidskwalificatie
- (c) Synthetische materialen
- (d) Milieukwesties

**4. Kantoortechnieken***Deelonderzoeken*

- (a) Het moderne kantoor
- (b) Automatisering
- (c) Aanbod van nieuwe technieken

**5. Medische Techniek***Deelonderzoeken*

- (a) Technieken voor hart, bloed en bloedvaten
- (b) Op zoek naar het transparante lichaam
- (c) Klinisch-diagnostisch laboratoria
- (d) Het ziekenhuis

**6. Waterbeheer***Deelonderzoeken*

- (a) Kustlijnverkorting: Zuiderzee- en Deltawerken
- (b) Stuwen, sluizen en keringen
- (c) Afwatering, uitwatering en peilbeheer

**7. Het Huishouden***Deelonderzoeken*

- (a) De zorg voor de kleding
- (b) Gezondheid en kinderverzorging
- (c) Het schoonmaken
- (d) Winkelen en boodschappen
- (e) Voedselbereiding

**8. Transport***Deelonderzoeken*

- (a) Rotterdamse haven
- (b) Schiphol
- (c) De opkomst van het auto-fiets systeem

**9. Landbouw***Deelonderzoeken*

- (a) Mechanisering
- (b) Cultuurtechniek
- (c) Biotechniek

**10. Bouw***Deelonderzoeken*

- (a) Nieuw bouwconcepten
- (b) Standaardisatie
- (c) Hout versus plastic

**11. Voedingsmiddelen***Deelonderzoeken*

- (a) Grondstoffen en ingrediënten
- (b) Conservering
- (c) Supermarkt en logistiek
- (d) Snacks, fastfood en diëtvoeding

**12. De Stad (\*)***Deelonderzoeken*

- (a) Drinkwatervoorziening
- (b) Afvalbeheer
- (c) Lokaal transport

**13. Communicatie (\*)***Deelonderzoeken*

- (a) Massacommunicatie; radio en televisie
- (b) Geïllustreerde pers
- (c) Telefoon en telex

**14. Industriële Productie (\*)***Deelonderzoeken*

- (a) Zware metaal
  - (b) Transportmiddelenindustrie
  - (c) Electrotechnische industrie
  - (d) Textiel
-

Industriecomplexen vormen een voorbeeld van wat in het TIN20 project een *innovatieknooppunt* wordt genoemd. Dat begrip is geïntroduceerd naar analogie van het begrip *consumption junction* zoals dat door Ruth Schwarz Cowan wordt gebruikt in haar analyse van de introductie van diverse nieuwe huishoudelijke apparaten. Zij laat zien dat dit introductieproces alleen begrepen kan worden wanneer de aandacht wordt gericht op het huishouden en de netwerken waarin het huishouden is opgenomen. Dat zijn netwerken van energievoorziening, transport, boodschappen doen, verzorging van de kinderen etc.<sup>28</sup> Met andere woorden, de ontwikkeling van huishoudtechnologie wordt mede gestuurd door de gebruiker (huishoudens en hun vertegenwoordigende organisaties) en door de context van het huishouden waarin allerlei nieuwe technische systemen aan elkaar worden gekoppeld (die koppeling kan meer of minder strak zijn). Dat er over huishoudtechnologie kan worden gesproken is niet zonder betekenis. Om dezelfde reden kan ook gesproken worden over haventechnologie, luchthaventechnologie, kantoor-technologie, stadstechnologie, ziekenhuis-technologie. In al die gevallen vormt de context (gekenmerkt door vervlochten technische systemen) een belangrijk *focusing device* voor de technische ontwikkeling.<sup>29</sup>

Het bestaan van zulke complexe innovatieknooppunten is een relatief nieuw fenomeen. In de negentiende eeuw ontstonden nieuwe technieken vooral in de context van de werkplaats of fabriek. In de twintigste eeuw is die fabriek in toenemende mate opgenomen in een groter complex. Verschillende van die complexen zullen in TIN20 worden onderzocht. Naast de reeds besproken industriecomplexen zal aandacht worden besteed aan het huishouden, de stad, het kantoor, de Rotterdamse haven, Schiphol en het ziekenhuis.

28 Het werk van Cowan wordt veelal gezien als onderzoek naar technologische activiteit op het niveau van huishouden waarmee ze een van de eerste was die duidelijk maakte dat ook vrouwen grote invloed hebben uitgeoefend op het ontwerp van nieuwe technologie en de keuze tussen diverse alternatieven. Wij belichten hier een ander teveel onderbelicht aspect van haar werk, namelijk de nadruk op netwerken waarin het huishouden is opgenomen. Ruth Schwartz Cowan, 'The Consumption Junction: A proposal for research strategies in the sociology of technology', in W.E. Bijker et al., *The Social Construction*, 261-280.

29 Voor deze term verwijzen we naar N. Rosenberg, *Perspectives on Technology* (Cambridge 1976), aldaar p. 110. Rosenberg zijn punt was dat de richting van technische ontwikkeling niet alleen kan worden verklaard vanuit kostenooptpunt. Kosten zijn vaak een te diffuus gegeven om timing van precieze aard van bepaalde innovaties te verklaren. Daarin spelen volgens Rosenberg allerlei problemen in de techniek zelf (zoals beperkingen die worden opgelegd door bestaande technische configuratie en *technical imbalances*). Maar dit zijn vooral problemen in het productproces en bij de aanbieders van techniek. Onze stelling is dat in de twintigste eeuw juist ook de gebruikerscontext en dan met name daar waar verschillende technische systemen elkaar ontmoeten een belangrijke invloed gaat uitoefenen.

De bij dit thema horende these luidt nu als volgt: de aard en richting van technische ontwikkeling wordt in de twintigste eeuw in toenemende mate gestuurd door de gebruikerscontext waarin diverse systemen op elkaar moeten worden afgestemd en daardoor onderling vervlochten raken. Hierdoor ontstaan nieuwe innovatieknooppunten van technische ontwikkeling zoals het huishouden, de stad en het kantoor.

### *Maatschappelijke inbedding van techniek*

Door de Minister van Binnenlandse Zaken werd in 1936 een commissie ingesteld die een onderzoek moest uitvoeren naar de ontwikkeling van televisie.<sup>30</sup> Daarbij moest aandacht worden geschonken aan technische en economische ontwikkelingen, en aan de vraag of televisie reeds in Nederland moest worden ingevoerd en zo ja hoe dan de organisatie daarvan zou dienen te zijn, met in acht neming van de op het gebied van (radio) omroep reeds bestaande verhoudingen. In 1937 verscheen het rapport van de commissie en daaruit bleek dat televisie uitzenden technisch geen probleem meer was, dat de kosten nog veel te hoog waren, dat niet duidelijk was hoe programma's gemaakt zouden moeten worden, maar dat andere landen waren begonnen aan het introductieproces en dat Nederland moest meedoen om de concurrentiepositie van Philips niet aan de tasten. Het voorstel was te starten met experimentele televisie-uitzendingen. Zover is het niet gekomen voor de oorlog. Pas in 1948 startte Philips met uitzendingen vanuit Eindhoven voor drie avonden per week. In een straal van 4-50 kilometer werden ontvangsttoestellen geplaatst die ter beschikking werden gesteld aan werknemers en handelaren. Philips wilde op deze manier ervaring opdoen. Via bijeenkomsten en demonstraties werd bovendien de pers gevoed met informatie. De teneur in de berichtgeving van de pers was positief, al bestond er twijfel of de gemiddelde consument zich de aanschaf van een televisietoestel zou kunnen permitteren (de kosten waren toen circa 600 gulden). Ook in de Staten-Generaal begonnen de discussies los te komen. Dit leidde tot de instelling van een tweede Televisiecommissie in 1948. In haar eerste rapport (1949) bestede deze commissie ondermeer aandacht besteed aan het probleem van standaardisering van het aantal beeldlijnen, en aan de diverse verschillen tussen Europese landen en aan de noodzaak van het heffen van een 'schouwgeld' van 30 gulden om de aanloopkosten te kunnen dekken. De verwachting was dat binnen 6 jaar 225.000 toestellen verkocht zouden kunnen worden. De regering besloot in 1949 tot de instelling van een experimentele periode van 2 jaar waarin de technische verzorging van de uitzendingen zou worden gedaan door het Staats-

30 Voor de vroege geschiedenis van de televisie zie W.J. de Gooijer, *Beheersing van technologische vernieuwing*, (Alphen aan den Rijn 1976), waarin een uitgebreide case-study over de televisie is opgenomen en Smulders, 'Het glazen huis der openbaarheid. Televisie in de jaren vijftig: de moeizame groei van een modern medium', in; Luykx en Slot, *Een stille revolutie*, 249-280.

bedrijf en de PTT, de programmaverzorging zou door de omroepen worden gedaan en de studioteknik zou worden ontwikkeld door de omroepen en Philips. Na een periode van voorbereiding en veel overleg kon in 1951 het televisie-experiment eindelijk van start gaan. Tevens werd besloten tot de instelling van een Televisieraad die ondermeer onderzoek zou moeten in stellen naar vraagstukken van culturele, sociale en morele aard die waren verbonden met televisie. In 1953 bracht deze raad een zeer positief rapport uit. Televisie werd gezien als instrument tot verbreiding van cultuur en ontspanning. Ze was wel voorzichtiger geworden in de raming van de toekomstige markt, die nu op maximaal 45.000 toestellen in een periode van 6 jaar werd geschat. Het experiment werd vervolgens omgezet in een beschikking landelijke uitzendingen te starten voor drie uur per week. De omroepverenigingen die samenwerkten in het verband van de Nederlandse Televisie Stichting (NTS) die voor de verzorging van televisie-programma's was opgezet, brachten voornamelijk toneelstukken, kleinkunst, korte filmpjes en gezelschapsspelletjes. In feite werd sterk geleund op beproefde formules van de radio. In de jaren vijftig werd de verdere introductie van televisie omgeven door een hevige bezorgdheid over de mogelijke maatschappelijke gevolgen. Er werd aangehaakt bij de idee van crisis in de cultuur. Een belangrijke kwestie was bijvoorbeeld of de overheid preventieve censuur moest opleggen zoals bij de film was gebeurd. De oplossing werd (deels) gevonden door de televisie net als de radio in beheer te laten van de traditionele omroepverenigingen.

Deze episode uit de geschiedenis van de televisie maakt duidelijk waar het bij maatschappelijke inbedding om gaat. Elke nieuwe techniek moet zijn weg zien te vinden naar de gebruiker en dat is vaak een grillig moeilijk te voorspellen heterogeen proces. Het uiteindelijke gebruik kan sterk verschillen van het beoogde gebruik. Opvallend in de twintigste eeuw is dat productie en gebruik steeds verder uit elkaar komen te liggen. Hierdoor wordt de eindgebruiker een witte vlek die moet worden ingevuld en ontdekt. Daartoe komt in de twintigste eeuw een omvangrijk middenveld tot ontwikkeling. In dat middenveld wordt onderhandeld over de vragen als wie de gebruiker zou kunnen zijn en welke eisen die zou kunnen stellen en welke maatschappelijke randvoorwaarden nodig zijn om het betreffende product acceptabel te maken.<sup>31</sup> In TIN20 willen we met name aandacht besteden aan drie aspecten van dat proces: integratie in de markt, institutionele integratie en culturele integratie. Centrale vraag is steeds hoe deze integratieprocessen de aard en richting van technische ontwikkeling hebben gestuurd en daarmee het (bestaande of nieuwe opkomende) technologisch regime hebben ingevuld.<sup>32</sup>

31 Gebruikers kunnen op vele manieren worden onderscheiden: naar sociale groep, naar sexe, afkomstig van stad of platteland. Institutionele gebruikers versus individuele gebruikers, vroege en late gebruikers en ook niet-gebruiker en anti-gebruiker. Al deze identiteiten worden gevormd in het introductieproces.

32 In de evolutionaire theorie zijn dit dimensies waarop binnen de technologische niches

Bij de introductie van innovaties is vaak nog niet goed duidelijk wie de gebruikers zullen worden, wat de omvang van de markt zal zijn en welke eisen gebruikers gaan stellen. Hieraan valt moeilijk marktonderzoek te doen, omdat gebruikers de innovatie nog niet kennen en daar dus moeilijk opinies over kunnen vormen. Ook zij moeten leren omgaan met de innovatie en zien uit te vinden wat hun eisen zijn. In het onderzoek willen we dit proces van het zoeken naar markten in kaart brengen. Maar ook hoe in de twintigste eeuw het opkomende middenveld van testlaboratoria, verkoop- en inkooporganisaties, tussenhandel (groothandel, warenhuis, winkel, supermarkt) en advies dat zoekproces ging begeleiden en vorm geven. Voor het onderzoek naar interactie tussen producenten, middenveld en gebruikers zal gewerkt worden met de begrippen 'verwachtingen' en 'script'.<sup>33</sup> Beide begrippen veronderstellen dat groepen betrokken bij het innovatieproces bewust of onbewust anticiperen op toekomstig gebruik. Het begrip 'verwachtingen' verwijst daarmee naar de toekomstbeelden over nieuwe technologie, terwijl 'script' de aanduiding is voor de set veronstellingen die in het artefact zelf worden verankerd. Artefacten krijgen als het ware een set van aanwijzingen mee waarin wordt geregeld hoe de betreffende artefacten het best kunnen functioneren.

Ondertussen zijn er een aantal historische studies gedaan naar de manier waarop consumenten nieuwe betekenissen gaven aan artefacten, hetgeen grote effecten had op verdere technische ontwikkeling: ze weigerden zich aan te passen aan het script belichaamd in de techniek en ontwikkelden dus als het ware een nieuw script. Een voorbeeld is de telefoon die aanvankelijk was ontwikkeld en ontworpen met een script dat het vooral geschikt maakte voor de zakelijke markt. Gebruikers gaven de technische ontwikkeling echter een andere draai door de telefoon te gebruiken voor het bijpraten en kletsen.<sup>34</sup> Het algemene punt is dat de veronderstellingen van ontwerpers getoetst en nader ingevuld worden tijdens het introductieproces. Dit toetsingproces is een leerproces waarin de deelnemers (producenten, consumenten en derde partijen) enerzijds leren over hun eigen wensen, doelen en

zich leerprocessen afspelen. Zie Kemp et al., 'regime shifts through processes of niche formation'.

33 Voor een analyse van verwachtingen kan verwezen worden naar H. van Lente, *Promising Technology. The Dynamics of Expectations in Technological Developments* (Proefschrift Universiteit Twente 1993) en voor het begrip script naar M. Akrich, 'The De-scription of technical objects', in: Bijker and Law, *Shaping technology*, zie verder M. Akrich, 'User representations: practices, methods and sociology', in: A. Rip, Th. J. Misa and J. Schot, *Managing Technology in Society. The approach of constructive technology assessment* (London 1995).

34 Fischer, *America calling. A social history of the telephone to 1940* (Berkeley 1992). Voor Nederland kan verwezen worden naar O. de Wit, *De ontwikkeling van de telefonie in Nederland tot 1940* (Proefschrift Technische Universiteit Delft 1997). Over reacties van gebruikers is ondertussen een brede literatuur beschikbaar, waarbij veel is geschreven vanuit een gender perspectief. Voor een overzicht wordt verwezen naar N. Lerman, A.P. Mohun

toekomstideeën, terwijl ze anderzijds leren wat hun waarden en normen zijn ten aanzien van een nieuwe techniek. De veronderstelling daarbij is dat gebruikers op vele fronten nog in staat zijn om een eigen stempel te drukken op innovaties. Dit proces van het zoeken naar een markt is te zien in de geschiedenis van de televisie. Hoe de markt voor dit nieuwe medium eruit zou gaan zien, wist niemand. Men dacht aanvankelijk aan substitutie van de radio. Juist op dit punt is nog weinig onderzoek gedaan. In het bestaande onderzoek komen de consumenten zelf relatief weinig direct aan het woord. Uit bestaand onderzoek is bekend dat Philips consumentenonderzoek heeft gedaan, maar de resultaten daarvan zijn nooit bekeken.<sup>35</sup> Leerprocessen van consumenten zouden getraceerd kunnen worden via de pers en via de omroepverenigingen die als woordvoerders optraden, en via veranderingen in hun aankoopgedrag.

Behalve een markt, moest er een goede institutionele inbedding worden gevonden voor de televisie. De meeste aandacht ging in de jaren vijftig uit naar het zoeken naar een goede verhouding tussen de diverse partijen, waarbij de vraag wie zou opdraaien voor de aanloopkosten (van bijvoorbeeld het maken van programma's) een belangrijk onderdeel was. Ook de verhouding tussen de omroepverenigingen en de vraag of er soms een nieuwe nationale omroep moest komen was een punt van discussie. Zo'n proces van het zoeken naar een juiste institutionele context, waarvoor soms nieuwe actoren moeten worden gegenereerd (bijvoorbeeld de NTS), nieuwe samenwerkingsverbanden moeten worden aangegaan en actoren ook nieuwe rollen kunnen krijgen zal worden geanalyseerd voor een groot aantal andere innovaties. Daarbij zal met name aandacht worden besteed aan de rol van de overheid. Die werd in de twintigste eeuw in toenemende mate verantwoordelijk voor het creëren van de juiste condities voor publieke acceptatie van nieuwe techniek. De introductie van de auto laat dit bijvoorbeeld mooi zien. De overheid werd verantwoordelijk gemaakt voor wegeaanleg, verkeersveiligheid, regulering van concurrentie tussen diverse verkeersmodaliteiten (trein, bus, auto, fiets).

Een derde belangrijk integratieproces betreft de culturele inbedding van een techniek. Zeker voor radicale innovaties moeten vaak nieuwe culturele noties worden ontwikkeld. De introductie van nieuwe huishoudtechnieken ging gepaard met de ontwikkeling van nieuwe noties over schoonheid en reinheid en de positie van de vrouw in het huishouden. De introductie van nieuwe medische technieken leidde tot nieuwe definities van ziek en gezond zijn en van de rollen van arts en patiënt. Voor de televisie moest bijvoorbeeld de vraag worden beantwoord of hiermee de dreigende massificatie werd versterkt die, zoals Cals dat in de eerste televisieuitzending op 2 oktober 1951 uitdrukte, 'de menselijke persoonlijkheid be-

and R. Oldenziel, Gender analysis and the history of technology, special issue of *Technology and Culture*, 38 (1991) 1-213, zie vooral 9-30.

35 Zie de de Gooijer, *Beheersing van technologische vernieuwing*.

laagt en die de eigen activiteit en initiatief (...) dreigt te doen plaats maken voor passiviteit en grauwe vervlakking'.<sup>36</sup> De introductie van de televisie ging in feite gepaard met een strijd om een interpretatie van wat dit medium nu betekent voor onze cultuur, hetgeen automatisch ook een discussie inhield over die moderne cultuur. Een opvallend proces in de twintigste eeuw is dat nieuwe technieken vaak werden aangeprezen als modern. Daarmee verbonden was dan het idee dat er bij gebruik van al dat nieuws persoonlijke voordelen en sociale vooruitgang zouden volgen in het moderne leven.<sup>37</sup> In dit verband is ook de voorbeeld functie van Amerika van groot belang geweest. Hughes spreekt in dit verband over de tweede ontdekking van Amerika.<sup>38</sup>

In TIN20 zal in een aantal clusters voor een aantal innovaties het proces van maatschappelijke inbedding in detail worden getraceerd waarmee de biografie van de innovatie en diffusieketen van die innovaties zal worden geschreven. Voorbeelden zijn de fiets en de auto in het cluster transport, de radio, film en televisie in het cluster communicatie, de keuken in het cluster huishouden, plastic in het cluster chemie, technieken voor hart en bloedvaten en 'imaging technieken' in het cluster medische techniek, conserveringstechnieken en snacks in het cluster voeding en de computer in het cluster kantoortechnieken.

De bij dit thema behorende these luidt: introductieprocessen van nieuwe techniek gaan in de twintigste eeuw in toenemende mate gepaard met (deels steeds meer bewust ontworpen) processen van marktintegratie, institutionele integratie en culturele integratie. Die integratieprocessen worden gedragen door een zich ontwikkelend wijdvertakkend middenveld van testlaboratoria, tussenhandel, detailhandel, belangenorganisaties, overheidsinstellingen en experts.

#### *De opkomst van grote technische systemen*

De energievoorziening heeft in Nederland in de loop van de twintigste eeuw een grondige transformatie doorgemaakt. Dit geldt voor de opwekking, de distributie en de toepassingen van energie als ook voor de hierbij ingezette grondstoffen. Na de Tweede Wereldoorlog verdrong aardolie steenkool als belangrijkste primaire energiedrager. Sinds de ontdekking van aardgas in Slochteren is de energievoorziening in Nederland in snel tempo afhankelijk geworden van aardgas dat rechtstreeks aan de eindgebruikers wordt geleverd. Maar opvallender is de enorme stijging van het energiegebruik in de loop van de eeuw. De productie en distributie van energie is steeds grootschaliger geworden. Voor de electriciteitsvoorziening was dit een gradueel proces leidend tot een netwerk van centrales en kabelnetten die heel Nederland omspannen. Voor de gasvoorziening voltrok zich een vergelijkbaar proces met de ontwikkeling van regionale gasnetten, maar trad met de

36 Smulders, 'het glazen huis', p. 253.

37 M. R. Smith, 'Technological determinism in american culture', in: M. R. Smith and L. Marx, *Does technology drive history*, aldaar p. 19.

38 Th. P. Hughes, *American genesis* (New York 1989), hoofdstuk 7.

ontdekking van Slochteren en de aanleg van het nationale aardgasnet een breuk op. Concurrentie tussen verschillende energiedragers en vormen van energievoorziening (en daarmee tussen verschillende systemen) is dan ook een belangrijk thema voor de geschiedenis van de twintigste eeuwse energievoorziening.

De ontwikkeling van de energie-infrastructuur wordt binnen de techniekgeschiedenis vaak onderzocht met behulp van de notie van grote technische systemen zoals die aanvankelijk is ontwikkeld door Thomas Hughes.<sup>39</sup> Wij willen daarbij aansluiten in ons onderzoek, ook omdat de ontwikkeling van zulke grote technische systemen door diverse auteurs wordt gezien als een belangrijke ontwikkeling voor de twintigste eeuw. De ontwikkeling van grote technische systemen wordt gekenmerkt door twee typerende processen. In de eerste plaats is er een sterke neiging zichtbaar van de systeemontwikkelaars om interne samenhang en controle te creëren, waarbij de coördinatie tussen de onderdelen van het systeem groten-deels verloopt via materiële objecten zoals hoogspanningslijnen, wegen, telefoonkabels, rioleringsbuizen etc. Ontwerpprocessen worden hierdoor complexer omdat met alle relaties binnen het systeem rekening moet worden gehouden. Die complexiteit neemt toe met de uitbreiding van systemen. In die uitbreiding zijn een aantal karakteristieke fasen te onderscheiden, waarbij iedere fase zo zijn eigen problemen heeft en een andere groep van actoren die oplossingen genereert. Hughes onderscheidt de volgende fasen: (1) inventie en ontwikkeling op een specifieke locatie; (2) technologie transfer, de uitbouw van het systeem naar andere locale plekken. Bijvoorbeeld de uitbreiding naar van het elektriciteitsnet naar andere steden en regio's; (3) systeem groei, de snelle expansie van het systeem die vaak ook vraagt om de oplossing van specifieke technische problemen, door Hughes *reverse salients* genoemd en (4) *momentum*, dat is de fase waarin de ontwikkeling onomkeerbaar blijkt te zijn. Juist de aanleg van de infrastructuur is hierin een belangrijke factor.

In de tweede plaats wordt de technische ontwikkeling binnen de systemen gestuurd door pogingen om de bezettingsgraad van het systeem te verbeteren. De twintigste eeuw wordt door velen gezien als de eeuw van de mechanisering. Ondernemers waren uit op kostenreductie door middel van arbeidsbesparing. Voor grote technische systemen is arbeidsbesparing niet zo belangrijk. Voorop staat het bereiken van een optimale bezettingsgraad. Hughes brengt dit als volgt onder woorden:

'The essence (...) is diversity, the diversity of human geography, which is often a correlate of the size of an area. As this study has shown managers like Insull strove

39 Th. P. Hughes, *Networks of Power: Electrification in Western Society 1880-1930* (Baltimore 1983). Zie verder B. Joerges, 'Large Technical Systems: Concepts and Issues' in: R. Mayntz and Th.P. Hughes (eds.), *The Development of Large Technical Systems* (Frankfurt am Main 1988).

in a purposeful way to expand the territory of their utilities. The objective was not simply size, as crude explanations for large scale of modern technology and business insist, but expansion to encompass the diversity of loads that brought a fuller round-the-clock utilization of generating equipment. A utility manager with a peak load caused by rush-hour use of electrified streetcars soon learned that it was not in his interest simply to expand the traction load. Instead, the utility reached out like a tree in dark forest stretching its limbs into the sustaining sunlight. When sustenance for the load-hungry utility with a traction peak was the night-shift operation of a chemical plant, the system's distribution lines reached out in that direction. System builders knew that the diversity of load that allowed load management, a resulting improvement in load factor, and a lowering of unit capital cost was likely to be found in a large geographical area where the population engaged in a wide variety of energy-consuming activities' (p. 463).

In het citaat is 'load management' vooral een economische zaak, maar er is natuurlijk ook een normatieve component, namelijk: hoe wordt optimale bezettingsgraad gedefinieerd? Voorbeelden van grote technische systemen die zullen worden onderzocht in TIN20 zijn de energievoorziening, waterbeheer, transport en communicatie. Daarbij staat wel ter discussie of in al deze gevallen wel sprake is van dynamiek die zo kenmerkend is voor grote technische systemen.<sup>40</sup>

De these kan als volgt worden geformuleerd: De twintigste eeuw wordt gekenmerkt door de opkomst van grote technische systemen, bijvoorbeeld in de energievoorziening. Dit betekent ondermeer dat technische ontwikkeling binnen die systemen wordt gericht op het creëren van interne samenhang en op het verbeteren van de bezettingsgraad van het systeem.

#### *Toenemende Kennisintensiteit*

Oorspronkelijk staat de term 'techniek' voor de vaardigheid, een (schone, dan wel nuttige) 'kunst' te beoefenen en het woord 'wetenschap' voor geordende en betrouwbare 'kennis'.<sup>41</sup> Tegenwoordig is van deze scherpe scheiding tussen techniek en wetenschap weinig meer over. Wetenschapsbeoefening vertoont ambachtelijke trekken en kennis speelt een rol op alle niveau's waarop de techniek *acte de présence* geeft: bij het technisch-wetenschappelijk achtergrondonderzoek, in de product- en procesontwikkeling, bij het product- en procesontwerp, op de werkvloer van de productieafdelingen en, zelfs, bij de gebruikers van techniek thuis of op het werk. Deze verbinding tussen kennis en techniek is geen historische constante. De techniek is in de loop van de geschiedenis steeds 'kennisintensiever' geworden.

40 In het Tin20 onderzoeksprogramma worden grote technische systemen gezien als specifieke soorten technologische regimes.

41 Vgl. W. Seibicke, *Technik. Versuch einer Geschichte der Wortfamilie um technè in Deutschland vom 16. Jahrhundert bis etwa 1830* (Düsseldorf 1968).

In de techniekhistorische literatuur bestaan er verschillende visies op de datering van het kennisintensiever worden van de techniek. Deze verschillen hangen samen met de hierboven kort aangeduide gelaagdheid van technische praktijken. Auteurs die hun aandacht primair richten op de techniekbeoefening op de werkvloer zullen constateren dat ook in de traditionele techniek kennis een zekere rol speelde. Ambachtelijk techniek is, en was, nooit louter vaardigheid. In ambachten als die van de vergulder, de boekbinder, de vuurwerkmaker, de parfumeur en de schilder speelde kennis, in de vorm van kennis van receptuur, zelfs een hele grote rol. Methodische, rationele beschrijving en analyse van technieken kwam – na een aarzelend begin in de zestiende eeuw (Agricola, Stevin) – pas goed op gang in de tweede helft van de achttiende eeuw, de tijd van Smeaton, Beckmann, de Franse ingenieursscholen en de Encyclopedisten.<sup>42</sup> Systematisch laboratoriumonderzoek gericht op het verbeteren van bestaande- en het vinden van nieuwe productieprocessen kwam eerst na 1870 van de grond en de institutionalisering van technisch-wetenschappelijk achtergrondonderzoek is een kind van de twintigste eeuw.<sup>43</sup> Het al dan niet kennisintensiever worden van de techniek kan daarom niet losgezien worden van deze en andere institutionele innovaties binnen het bedrijfsleven, het onderwijssysteem, de overheid en professionaliseringsprocessen die nieuwe vormen van techniekbeoefening stabiliseerden. Daarbij gaat het overigens om meer dan het kennisintensiever worden van die technische praktijken; de producten van die praktijken belichamen de rol die kennis speelde bij hun ontstaansproces. Wetenschappelijke en technische kennis materialiseert zich in het technisch artefact. Moderne elektronische apparatuur en automobielen, waarin kennis uit talloze chemische, fysische, materiaalkundige, werktuigkundige en electrotechnische specialismen en sub-specialismen is neergeslagen, vormen hiervan voorbeelden bij uitstek. Ook een vroeg-twintigste eeuwse industriële techniek als de hoge druk synthese van ammoniak mag er echter in dit opzicht wezen. Om deze synthese op industriële schaal te realiseren moest het team van Carl Bosch en Alwin Mittasch bij BASF niet alleen een langdurig onderzoek naar het verloop van de chemische reactie en de rol van katalysatoren doen, maar ook jarenlange research naar nieuwe staalsoorten die tegen de hoge temperaturen en drukken bestand waren en die tevens chemisch inert zouden zijn onder de heersende omstandigheden. BASF was rond 1910 een van de weinige bedrijven ter wereld die reeds toen het hele spectrum disciplines in huis had om de bij dit proces opduikende problemen te onderkennen, en vervolgens op te lossen.<sup>44</sup> De uit dit onderzoek resulterende hoge

42 A. Pacey, *The Maze of Ingenuity: Ideas and Idealism in the Development of Technology* (2e druk; Cambridge, Mass. 1992), 178-181.

43 D.F. Noble, *America by Design: Science, Technology, and the Rise of Corporate Capitalism* (Oxford 1977); E. Homburg, 'The emergence of research laboratories in the dyestuff industry, 1870-1900', *British Journal for the History of Science* 25 (1992), 91-111.

44 A. Mittasch; *Geschichte der Ammoniaksynthese* (Weinheim 1951)

druk reactor voor de ammoniak synthese kan zondermeer getypeerd worden als een kennisintensief technisch artefact. De these dat het optreden van zulke kennisintensieve producten en processen typerend is voor de techniek van de twintigste eeuw, is nauw verbonden met het in diverse behandelde overzichtswerken ontwikkelde idee van een Neotechnische- of Tweede Industriële Revolutie. De kern van dit idee is immers de stelling dat de op electriciteit, nieuwe metaallegingen en industriële R&D gebaseerde twintigste eeuwse techniek radicaal afwijkt van de techniek van voor die tijd. Het vormt daarmee, op het eerste gezicht, een uitstekend uitgangspunt voor een seriewerk als TIN-20, geheel gewijd aan de techniek van de twintigste eeuw. Toch ligt het niet zo simpel. Het idee dat er rond 1900 tijdens de Tweede Industriële Revolutie een nieuw type ‘wetenschappelijke techniek’ ontstond, is om meerdere redenen problematisch.<sup>45</sup> Twee problemen werken we hier nader uit.

In de eerste plaats wordt in veel publicaties over de Tweede Industriële Revolutie de rol van wetenschappelijke kennis in technische innovatieprocessen sterk overschat. Van de vele, heterogene factoren die in technische ontwikkeling een rol spelen valt de nadruk eenzijdig op de wetenschap. Als ware technische innovatie een lineair proces dat van zuivere wetenschap, via toegepaste wetenschap, naar technische ontwikkeling en vervolgens naar de marktintroductie zou leiden. Dit lineaire beeld sluit nauw aan bij het zelfbeeld van de zich vanaf 1850 formerende wetenschappelijke en technische professies – als ingenieurs, medici, chemici en fysici – en het ontstaan van het concept Tweede Industriële Revolutie gaat inderdaad grotendeels op het streven naar macht en erkenning van die groepen terug.<sup>46</sup>

In de tweede plaats brengt het idee dat de Tweede Industriële Revolutie min of meer in de tijd te localiseren zou zijn – waarbij doorgaans de periode 1870-1914 genoemd wordt – het gevaar met zich mee dat het beeld ontstaat dat de techniek vanaf toen uniform over de hele linie kennisintensiever geworden zou zijn. Dit is zeker niet het geval. Enerzijds zijn er grote verschillen tussen bedrijfstakken als het om technische innovatie gaat, waarbij sommige bedrijfstakken ‘kennis’ hoogstens inkopen in materiële vorm, door kennisintensieve producten uit andere sectoren af te nemen. Een voorbeeld vormt de textielindustrie die steeds sterk leunde op innovaties in de machinenerijverheid en de chemische industrie.<sup>47</sup> Anderzijds is het een bekend, met name door Mumford en Braverman benadrukt, fenomeen dat toenemende kennisintensiteit binnen een deel van de onderneming, vaak gepaard gaat met toename van ongeschoolde arbeid elders (deskilling). De overdracht van kennis van de werkvloer naar het management, om vervolgens goedkopere, ongeschoolde arbeidskracht te kunnen inzetten vormt een van de centrale kenmerken

45 Homburg, ‘Tweede Industriële Revolutie’.

46 Ibidem.

47 K. Pavitt, ‘Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory’, *Research Policy* 13 (1984), 343-373.

van het Taylorisme. In apparaten 'belichaamde' kennis speelt daarbij eveneens een rol, waarbij textielmachines en computers als voorbeeld kunnen dienen.<sup>48</sup>

Deze twee kritiekpunten zijn belangrijke nuanceringen, ze nemen niet weg dat men moet onderkennen dat kennisintensieve techniek in verschillende gedaanten een belangrijke rol speelt in de twintigste eeuw. Dit zal in verschillende clusters aan bod komen. In het cluster medische techniek gaat de aandacht ondermeer uit naar de rol die de medische professie speelde. Vanaf het midden van de negentiende spelen hoog-geschoolde professionals in alle Westerse samenlevingen een grote rol. Hun opmars ging gepaard met de introductie van bepaalde niet-neutrale, op theoretische kennis gebaseerde strategieën van probleemoplossen. In het onderzoek op het gebied van de medische techniek zal mede onderzocht worden hoe, en waarom, de normen en waarden van de moderne, natuurwetenschappelijke geneeskunde geleidelijk in belang toenamen binnen de Nederlandse gezondheidszorg. De medische professie creëerde zo een cultuur waarbinnen een bepaald type kennisintensieve technologie een rol kon gaan spelen.

Behalve moderne professies zijn ook grote multinationale ondernemingen karakteristiek voor de twintigste eeuw.<sup>49</sup> Het waren deze ondernemingen die als eerste in Nederland ertoe overgingen eigen wetenschappelijke researchlaboratoria op te richten. Voorbeelden zijn Philips en de Bataafsche Petroleum Maatschappij (nu Shell), die beide omstreeks de Eerste Wereldoorlog onderzoekslaboratoria stichtten. Het Jurgensconcern (nu Unilever) en de Enka (nu Akzo) volgden niet veel later.<sup>50</sup> Het feit dat Nederland vanaf 1912 weer een octrooiwet kende was bij de oprichting van industrie-laboratoria van grote betekenis. Industriële research en de dynamiek van innovatiedwang is ten nauwste met het bestaan van een octrooi-stelsel en met de beperkte geldigheidsduur van octrooien verbonden.

Kennis speelt niet alleen een rol bij de ontwikkeling van nieuwe producten, maar ook bij processen van kwaliteitscontrole, certificering, standaardisatie en normalisatie binnen reeds bestaande markten. Chemische, fysische en bio-medische analyse-technieken spelen daarbij een cruciale rol. Binnen de cluster medische techniek wordt aan dit aspect van de techniekgeschiedenis speciale aandacht besteed in een deelonderzoek gewijd aan klinisch-diagnostische technieken en laboratoriumonderzoek. Ook binnen de cluster chemie zal er onderzoek verricht worden naar de wijze waarop analytische chemische technieken, veranderende consumentwensen en economisch-politieke verhoudingen geleidelijk de handel in chemicaliën transformeerden tot een steeds kennisintensievere economische activiteit. Te denken valt daarbij aan de rol die chemici in de landbouwproefstations speel-

48 L. Mumford, *Technics and Civilization*, 172-178; H. Braverman, *Labor and Monopoly Capital* (New York/London 1974).

49 Ben P.A. Gales en Keetie E. Sluyteman, 'Outward bound. The rise of Dutch multinationals', in: G. Jones and H.G. Schröter. *The rise of multinationals in continental Europe*. (Edward Elgar 1993) 65-98.

den op het gebied van de handel in kunstmeststoffen en aan de oprichting, in 1907, van het Rijksbureau voor Onderzoek van Handelswaren.

De lijst van voorbeelden die aan bod zullen komen is moeiteloos uit te breiden: de invloed van het Taylorisme en de efficiëncy-beweging op rationalisering van de bedrijfsorganisatie, de rol van het OVO-drieluik (onderzoek, voorlichting, onderwijs) op het gebied van de landbouw, de groei van het lager en middelbaar technisch onderwijs in de twintigste eeuw, de oprichting en uitbouw van TNO. Karakteristiek voor de aanpak binnen het TIN-20 project is dat bij het onderwerp kennisintensiteit een bredere visie gehanteerd wordt dan de traditionele aandacht die er in de literatuur is voor industriële R&D en productinnovatie. Ook het kennisintensiever worden van de organisatie en het beleid van ondernemingen en de overheid en de onderlinge samenwerking tussen verschillende soorten research-organisaties (in de industrie, TNO en de TH Delft) komen aan bod, evenals de rol van professies en de het opleidingsstelsel. Daarnaast is typerend dat er binnen TIN-20 ook oog is voor het belichaamde karakter van kennisintensieve techniek. In navolging van het werk van de Britse econoom Keith Pavitt zal het kennisintensiever worden van de technologie binnen een bepaalde bedrijfstak onderzocht worden aan de hand van de technologie die deze bedrijfstak van elders, vaak uit buitenland, betreft.<sup>51</sup>

De bij dit thema behorende these is: technische ontwikkeling in de twintigste eeuw wordt steeds kennisintensiever (al zijn er grote verschillen tussen sectoren, en worden sommige onderdelen van het productieproces, de werkvloer) ontdaan van kennis). Dit betreft niet alleen de ontwikkeling van beroepen (professionalisering) en producten en processen (in R&D instellingen), maar ook processen van kwaliteitscontrole, certificering en standaardisatie binnen reeds bestaande markten.

#### *Technische en organisatorische beheersing*

Tot 1870 is de goederenoverslag in de Rotterdamse haven beperkt van omvang. De eigen in- en uitvoer maken het grootste deel uit van de omzet. Door de industrialisatie van het Duitse achterland, de opening van de Nieuwe Waterweg (1872), de aanleg van nieuwe havens (Rijnhaven 1887-1894); Maashaven (1898-1905); en later Waalhaven (1906-1922) en het aanleggen van betere spoor- en waterverbindingen nemen de in- en uitvoer toe. Vooral tussen 1885 en 1913 treedt er een

50 E. Bloemen, 'Bezieling en "esprit d'équipe". Industriële research in Nederland in het interbellum', in: P. Boomgaard e.a. (red.) *Excercises in ons verleden. Twaalf opstellen over de economische en sociale geschiedenis van Nederland en koloniën* (Assen 1981), 153-167.

51 Pavitt, 'Sectoral pattern'.

onstuimige groei op. Het aantal tonnen overslaggoed verzesvoudigt van 2 naar bijna 13 miljoen ton. De groei van de omzet zorgt voor toenemende problemen bij de overslag; de berekening van invoerrechten, fraude, veiligheid en het te langzaam lopen van de overslag. Er is sprake van wat met Beniger een controlecrisis kan worden genoemd.<sup>52</sup> De problemen in de haven werden opgelost door de introductie van kranen en zuigers (elevatoren), waarbij met name het invoeren van de elevatoren op veel verzet stuitte. De gevolgen voor de havenarbeiders waren groot, zodat compensatie werd geëist en deels ook gekregen. De introductie van zuigers was nog maar het begin van de transformatie van de haven. Handarbeid bleef nog overheersen, tot in de jaren zestig. Met de komst van de container werd een nieuwe fase in het proces van ontvolken van de haven en de uitbouw van een geautomatiseerde haven ingeslagen. In de jaren zestig werd een nieuw vervoersconcept ontwikkeld, het principe van deur-tot-deur transport met overslag in gestandaardiseerde laadkisten, waarvoor een nieuwe infrastructuur van kranen en informatie-beheersing werd ontwikkeld zodat iedere container kon worden gevolgd vanaf het moment dat hij de haven binnenkomt en totdat hij de haven verlaat. Ook de schepen zelf werden opgenomen in een communicatienetwerk door de ontwikkeling van een radarsysteem.

Controle en beheersing van stromen van goederen is dus een belangrijk aspect van de technische ontwikkeling in de haven in deze periode. Het belang van controle en beheersing is niet alleen zichtbaar in de haven, maar ook bij Schiphol, in ziekenhuizen en op kantoor, bij de snelle groei van het aantal verkeersmiddelen, in de nieuwe grootschalige fabrieken en bij electriciteitscentrales. Het belang van controle en beheersing hangt samen met de enorme proporties die schaalvergroting in deze periode aanneemt. Deze schaalvergroting stelde grote uitdagingen aan ontwerpers en managers van techniek. Technische en organisatorische beheersing wordt een grote drijfveer voor technische ontwikkeling. Een direct effect is dat procescontrole, mechanisering en automatisering belangrijk worden. Er ontstonden allerlei nieuwe vormen van techniek juist gericht op controle en beheersing. Verder krijgt allerlei vormen van Taylorisme, bureaucratische procedures, planning en operations research kansen. Opvallend daarbij is dat centrale en hiërarchische oplossingen worden gezocht. De oplossing van coördinatieproblemen via netwerken en decentralisatie worden vermeden. De gezochte oplossingen zijn sterk ingebed in een visie op modernisering waarin grootschaligheid en centrale beheersing een positieve waarde vertegenwoordigen. Er komen een reeks van nieuwe beroepen, het middenkader, met relatief hoge status, die deze positieve waarde ook belichamen en verder propoganderen. Alle negatieve bij-effecten hiervan (bijvoorbeeld voor de kwaliteit van de arbeid en voor het milieu) worden relatief gemakkelijk ter zijde geschoven of als onvermijdelijk gevolgen gedefinieerd. In

52 James R. Beniger, *The Control Revolution. Technological and economic origins of the information society* (Cambridge, Mass. 1986).

diverse TIN20 clusters zullen de opeenvolgende controle crises en de daarvoor ontwikkelde beheersingsvormen aan bod komen. Daarbij zal aandacht uitgaan naar de controle en beheersing in de technische ontwikkeling zelf (bijvoorbeeld opkomst procescontrole) en de ontwikkeling van controle en beheersing van de omgeving waarin technische ontwikkeling zal plaatsnemen. Ook zal aandacht geschonken worden aan de implicaties voor arbeid, milieu en de verhouding tussen mannen en vrouwen.

De these die bij dit thema hoort luidt: voor de enorme kwantitatieve groei van het aantal goederen en taken en de snelle groei van communicatie (via brieven, rapportages) en de opkomst van nieuwe managementfilosofieën (Talyorisme etc.) wordt controle en beheersing een belangrijk aspecten van technische ontwikkeling. Dit heeft grote gevolgen voor de kwaliteit van de arbeid en de natuur en voor de verhoudingen tussen mannen en vrouwen op de werkvloer.

### *Productiviteit en concurrentiekracht*

In alle sectoren van de Nederlandse economie, van landbouw, dienstverlening tot industrie en huishouden heeft in de twintigste eeuw een enorme vergroting van de productiviteit plaats gevonden. Gemeten naar Europese maatstaven was de vergroting van arbeidsproductiviteit in Nederland de landbouw en industrie (voor de andere twee sectoren gelden grote meetproblemen) zelfs bijzonder hoog. Zonder overdrijving kan gesteld worden dat deze toename het centrale kenmerk is van het proces van moderne economische groei. De sterke productiviteitsgroei blijkt vooral plaats te vinden in de periode 1913-1929 – met name in de jaren vlak na de Eerste Wereldoorlog blijkt Nederland in vergelijking met andere landen een sterke groei door te maken – en in de gouden jaren 1950-1973.<sup>53</sup> Door zijn open economie was Nederland gedwongen tegen lage kosten zo efficiënt mogelijk te produceren. Mede daarom was het investeringsniveau in Nederland hoog. Technische ontwikkeling was een belangrijke drijvende kracht in dit proces. Er zijn geen simpele verbanden te construeren tussen de relatie groei van arbeidsproductiviteit en techniek. Zo kan de toenemende productiviteit in de akkerbouw niet alleen worden toegeschreven aan de toepassing van kunstmest na 1890. Het gaat hier om een complex van ontwikkelingen waarin kunstmest, plantenveredeling, gewasbescherming en verbeteringen van het fysieke milieu en de ruimte (waterhuishouding, grondverbetering, verkaveling en bereikbaarheid) alleen hun bijdrage leverden. Op den duur was het zo dat de gewassenkeuze niet langer aangepast werd aan de groei-omstandigheden, maar de groeiomstandigheden in toenemende mate werden aangepast aan de gewassen die men wilde gaan telen, een terrein waarop met name de discipline van

53 Zie Van Zanden en Griffiths, *Economische geschiedenis van Nederland*, p. 15. B. van Ark en H. de Jong, 'Accounting for economic growth in the Netherlands since 1913', *Economic and Social History in the Netherlands* 7 (1996) 199-242.

de cultuurtechniek voor belangrijke verbeteringen zorgde. Tot slot kan niet onvermeld blijven de mechanisatie waardoor de verscheidenheid aan gewassen snel werd teruggebracht tot enkele hoofdgewassen.<sup>54</sup> In de mijnbouw sector is minder spectaculair hetzelfde aan de hand, een continue stroom van verbeteringen was verantwoordelijk voor een snelle groei van de productiviteit.<sup>55</sup>

Wanneer in economische modellen wordt geprobeerd de factor techniek te operationaliseren, wordt vaak gewerkt met indicatoren als scholingsgraad van de bevolking (menselijk kapitaal) en R&D investeringen. Daarnaast is er aandacht voor de rol van institutionele (overheidsbeleid, marktregulering).<sup>56</sup> Vraagfactoren (bijvoorbeeld omvang en structuur van de markt) en culturele factoren (zoals de van Amerika overgewaaide efficiency ideologie) worden echter veronachtzaamd, mede omdat daarvoor moeilijk indicatoren kunnen worden gemaakt die in de kwantitatieve modellen passen. In TIN20 zal worden geprobeerd een evenwichtige analyse te maken van alle factoren op sectorniveau, waarbij ook de verschillen tussen het grootbedrijf en het midden- en kleinbedrijf in kaart zullen worden gebracht. Kwantificering of economische theorievorming is daarbij geen hoofddoel. Het gaat om een beschrijving van de diverse factoren en hun onderlinge relaties.

Naast de invloed van innovatie op productiviteitsontwikkeling, zal ook aandacht worden besteed aan de invloed van innovatie op de concurrentiekracht van de Nederlandse economie. In de traditionele handelstheorie van Heckscher en Ohlin worden handelstromen verklaard uit het verschil in '*factor endowments*' (aanwezigheid van arbeid en kapitaal) tussen diverse landen. Op grond van deze theorie mag bijvoorbeeld worden verwacht dat landen met veel en goedkoop kapitaal zich zullen toelagen op de vervaardiging van kapitaalsintensief geproduceerde goederen. Dergelijke landen zullen juist arbeidsintensief voortgebrachte goederen importeren. Hoe logisch deze theorie ook mag klinken, in de praktijk blijkt de voorspellende waarde ervan zeer gering te zijn. Daarom zijn sommige economen andere richtingen in geslagen. Zij werken aan nieuwe modellen waarin verschillen tussen landen worden verklaard vanuit een verschil in technologisch innovatief vermogen, dat weer samenhangt met de structuur en aard van het nationale innovatiesysteem.<sup>57</sup> In het Tin20 project zal geprobeerd worden de wording van het Nederlandse innovatiesysteem in kaart te brengen en de effecten daarvan op de

54 J. Bieleman, *Landbouw in Nederland in de twintigste eeuw* (SHT onderzoeksprogramma 1996).

55 B. Gales, *Delfstofwinning in Nederland in de twintigste eeuw* (SHT onderzoeksprogramma 1996).

56 Voor een overzicht J. P. Smits, *Technologie, productiviteit en concurrentiekracht in Nederland tussen 1890 en 1970. Een onderzoeksvoorstel*. Intern Tin20 paper. Te publiceren bij de SHT). Deze paragraaf is grotendeels op deze paper gebaseerd.

57 Voor een overzicht zie B.A. Lundvall (red.), *National Systems of innovation* (New York 1992). Voor een soortgelijke analyse zie verder M. Porter, *The competitive advantage of nations* (New York 1990).

concurrentiekracht (bijvoorbeeld gemeten naar aandeel van Nederland in de wereldhandel van specifieke producten).

De these die bij dit thema hoort is: de sterke groei van de arbeidsproductiviteit en het concurrerend vermogen van Nederlandse bedrijven hangen samen met een complex van technische ontwikkelingen en technologie keuzes die op hun beurt weer moeten worden verklaard uit een samenspel tussen reeks van factoren: prijzen en beschikbaarheid arbeid en kapitaal, kennisontwikkeling (R&D en scholing), marktontwikkeling, institutionele ontwikkelingen en bredere maatschappelijke en culturele veranderingen. Reductie van de verklaring tot enkele factoren heeft geen zin.

## **5. De karakterisering van de twintigste eeuw in Tin20**

Een belangrijke taak van geschiedschrijving is het opdelen van de tijd in hanteerbare tijdsblokken om haar zo begrijpelijk te maken. In het Tin20 project is gekozen voor bestudering van de periode 1890-1970. Daar zijn verschillende argumenten voor. In de eerste plaats begint rond 1890 een nieuwe lange industrialisatiegolf die gepaard gaat met wat genoemd kan worden en tweede periode van moderne economische groei. Belangrijker voor een techniekgeschiedenis is echter dat in deze periode een nieuw sociotechnisch landschap en een reeks van nieuwe technologische regimes ontstaan. De regimes betreffen nieuwe manieren om de diverse functies zoals transport, voeding, verlichting etc. vorm te geven. Op het niveau van het landschap ontstaan nieuwe kennis- en apparaten voorraden en infrastructuren rond een set van nieuwe sleuteltechnieken. Genoemd moeten worden de nieuwe energiedragers (olie, gas, electriciteit), nieuwe transport en communicatiemiddelen, nieuwe materialen: staal en kunststof en nieuwe productietechnologie waaronder diverse vormen van gieten plus de lopende band. Verder wordt het landschap gekenmerkt door een sterk geloof in de nieuwe technologie en de maakbaarheid van de toekomst. Technische ontwikkeling wordt een expliciet onderdeel van beleid van diverse actoren: er ontstaan kennisinfrastructuren, nieuwe krachtige beloftes over de voordelen van het modern leven, over goedkope kernenergie en gestage groei van de productiviteit. Leo Marx geeft aan dat om deze reden ook in de twintigste eeuw voor het eerst in Amerika over technologie in het enkelvoud wordt gesproken, in plaats van over specifieke innovaties. Technologie in zijn algemeenheid is een kracht op zichzelf geworden:

'In the era when electrical and chemical power was being introduced and these huge systems were replacing discrete artefacts, simple tools or devices as the characteristic material form for the 'mechanic arts', that term also was being replaced by a new conception: technology.'<sup>58</sup>

De dragers van deze Technologie waren de nieuwe multinationale ondernemingen en de netwerken die verantwoordelijk waren voor de ontwikkeling van grote technisch systemen.

In de loop van de jaren vijftig en zestig worden steeds meer de problemen met die technologie zichtbaar. Problemen die te maken hebben met de grenzen aan controle mogelijkheden van grote technische systemen waardoor nieuwe risico's hun intrede doen, dreiging van opnieuw grote werkeloosheid door toenemende automatisering, toenemende milieuvervuiling en de gevaren van een kernoorlog. Hierdoor eindigt de twintigste eeuw in een paradox: technologie die zou leiden tot meer welvaart voor iedereen wordt steeds meer afgewezen door grote delen van het publiek terwijl men tegelijkertijd niet meer zonder de producten van die technologie zou willen leven.<sup>59</sup>

Dit landschap was natuurlijk al voor 1890 in ontwikkeling, maar zeker voor Nederland geldt dat pas na 1890 de contouren duidelijker zichtbaar gaan worden. De beide Wereld Oorlogen hebben de ontwikkeling van dit landschap niet wezenlijk aangetast, op sommige punten juist versterkt (ruimte geschapen voor meer invloed overheid, enorme stimulans opgeleverd voor groot aantal sleuteltechnieken). De depressie heeft de volle ontplooiing van het landschap tijdelijk opgehouden, maar opvallender is eigenlijk dat bijvoorbeeld de groei van electriciteitsproductie en de ontwikkeling van diverse technologische regimes doorzet. Processen van marktintegratie, institutionele integratie en culturele integratie rond nieuwe producten worden niet wordt gestopt. Dit blijft vaak verborgen omdat door het achterblijven van de koopkracht de eindproducten geen brede verspreiding krijgen. Als voorbeeld kan het transportregime dienen. In de depressieperiode werden consumenten rijp gemaakt voor de toekomst van de auto (door reclame en toekomstbeelden), anticipeerde de overheid op haar toekomstige rol van wegebouwer en reguleerder van effecten en werd de auto als het symbool van het moderne leven in de hoofden en harten van de Nederlanders geplaatst. Amerika diende hier

58 L. Marx, 'The idea of 'Technology' and postmodern pessimism', in: Y. Ezrahi, E. Mendelsohn, and H.P. Segal, *Technology, pessimism and postmodernism*, (Boston 1994), 11-28, aldaar p. 16.

59 Hobsbawm brengt de paradox als volgt onder woorden: 'Paradoxically, an era whose only claim to have benefited humanity rested on the enormous triumphs of a material progress based on science and technology ended in a rejection of these substantial bodies of public opinion and people claiming to be thinkers in the West'. E. Hobsbawm, *The Age of Extremes. A History of the World, 1914-1991*, (New York 1994) citaat op 11.

als het grote voorbeeld en met de toegemeten status van bevrijders konden de Amerikanen die voorbeeldfunctie na de Tweede Wereldoorlog verder uitbuiten. De snelle groei van het gebruik van een groot aantal consumptieartikelen en de volle ontplooiing van het moderne leven in de jaren zestig moet niet alleen gezien worden als een resultaat van de snelle economische groei, maar ook als een gevolg van de ontwikkeling van een nieuw sociotechnisch landschap en een reeks van nieuwe technologische regimes die zich ongestoord verder konden ontwikkelen. Maar de jaren zestig is ook de periode dat de contouren van een nieuw landschap zichtbaar gaan worden. Een landschap gebaseerd op nieuwe sleuteltechnieken (biotechnologie, informatietechnologie en nieuwe materialen), een nieuwe gerichtheid op differentiatie, kwaliteit, kleinere niche markten (voor de chemie betekent dit bijvoorbeeld dat de fijnchemie belangrijker wordt) en het vermijden van milieuvervuiling en energieverpilling, een nieuw patroon van R&D waarin meer aandacht is voor samenwerking en netwerkvorming, de multinationale onderneming blijft bestaan maar desintegreert in kleine eenheden. *Economies of scope* en flexibele specialisatie krijgen meer accent. De overheid tenslotte gaat op zoek naar een nieuwe rol als netwerkmanager. De aanzetten in de jaren vijftig en zestig zijn marginaal. Ze komen pas tot enige ontwikkeling in de laatste drie decennia van de twintigste eeuw. Die aanzetten en hun doorwerking zullen ook aandacht krijgen in Tin20.

## 6. Epiloog

In veel geschiedenissen van de twintigste eeuw speelt techniek een in het oog springende rol. Technische ontwikkeling wordt vaak uitgebreid in de etalage gezet. Historici en tijdgenoten besteden veel aandacht aan auto's, tractors, melkmachines, nylon, de ijskast en de televisie. Tussen 1952 en 1958 zond de VARA een tweewekelijks radiofeuilleton, geschreven door Annie M.G. Schmidt, uit onder de titel 'In Holland staat een huis' waarin de familie Doorsnee werd afgeluisterd. De confrontatie van de familie met de reeks nieuwe producten vormt een belangrijk thema. Dat ging zo:

Rob: O ja, van film gesproken, dat wou ik zeggen vader: we moeten televisie hebben.

Moeder: HP, waarom?

Rob: Nou ik heb gisteren televisie gezien. Bij Dorries vader hebben ze d'r een. En ik dacht opeens: dat moeten wij ook hebben. s' Avonds voor in de huiskamer en overdag voor in de winkel. Reuze stunt, vader, dan stromen de mensen binnen.

Vader: Televisie! Ja! Dat ontbreekt er nog net aan (...).

En

Miep: Nou je zal eens zien, wat ik nog allemaal veranderen wil. 't Is hier allemaal even ouderwets en klein burgerlijk Hollands. En dat jullie niet eens een ijskast hebben. En dat jullie niet eens een pressure-cooker hebben. En dat jullie bad nog uit de tijd is van Marie Antoinette. Een rococobad met een straaltje van niets. En die keuken van jullie, waar die arme Sjaan in ploetert. En dat fornuis uit 1800. En die oven (...) dat moet allemaal veranderen.

Ook in het Polygoon-journaal werden wekelijks beelden gebracht van de bouw van nieuwe fabrieken, introductie van nieuwe apparaten en de komst van een samenleving gebaseerd op plastic en atoomenergie.<sup>60</sup> De geschiedenis van Jorwerd, een dorp in Friesland, in de twintigste eeuw, beschreven door Geert Mak, gaat minder over hoe God verdween uit Jorwerd, maar meer over de komst van nieuwe technieken en haar gevolgen. Hij schrijft over de radio, de televisie, electriciteit, de auto en natuurlijk de landbouwmachines. 'De schuren kwamen vol te staan met trekkers, maaidorsers, bietenrooiers, beregeningsinstallaties, kippers, spuitmachines, zodenbemesters, maaiers, laad-loswagens, hydraulische schudders, kuilblok-wagens, voerdoecercontainers, cultivators, stoppelploegen, maVshaselaars, kneuzers en wat er verder aan machines bedacht was', aldus Mak.<sup>61</sup> Elders schrijft hij over veranderingen in de melkveehouderij:

'Ik zag en hoorde in die maanden veel over natuur. De ouderen vertelden over het melken, over het rustige zitten tegen een koeielijf, de warmte, het contact met het dier, de gedachten die maar wat rondhingen en ondertussen de witte flitsen van de melk, de muziek van de emmer. De jongeren hadden het over embryo-implantaties, over kunstmelk en melkstimulerende hormonen en zelfs bij het werpen van een veulen hoefden ze niet meer te waken: als een merrie op alle dagen liep plaatsden ze een klein zendertje tussen de schaamlippen, en als het zover was ging er naast het bankstel thuis gewoon een pieper af.'<sup>62</sup>

Opvallend in het schrijven over techniek in de twintigste eeuw is dat de komst van apparaten wordt beschreven als een exogeen gegeven. Er komen opeens televisies, auto's en de pil verschijnt op het toneel. Die veroorzaken vervolgens grote veranderingen: het venster op de wereld wordt geopend, iedereen gaat reizen en de seksuele revolutie is een feit. Technische ontwikkeling wordt gezien als een

60 Citaten van familie Doorsnee en verwijzing naar Polygoon journal afkomstig uit H. Righart en P. de Rooy, 'In Holland staat een huis. Weerzin en vertedering over de jaren vijftig', in P. Luykx en P. Slot, *Een stille revolutie*. 11-18, aldaar 16-17.

61 G. Mak, *Hoe God verdween uit Jorwerd* (Amsterdam, 1997), citaat op p. 89.

62 Mak, *Jorwerd*, 116.

achtergrond factor, zoals de groei van de bevolking en de toenemende welvaart, die je wel moet noemen, en eventueel in kaart moet brengen, maar waar het toch vooral ook gaat om de effecten van de nieuwe materiële stoffering op onze wereld. Die effecten zijn natuurlijk van groot belang. Voor de boeren in Jorwerd en de familie Doorsnee gold dat zij zich vooral bezig hielden met het integreren en vorm geven van die effecten in hun eigen leven. Dat is ook techniekgeschiedenis. Onze ambitie is echter om zo'n geschiedenis van effecten te integreren met een geschiedenis van de ontwikkeling en diffusie van technieken op zodanige manier dat zichtbaar wordt hoe techniek en samenleving tegelijkertijd, soms in samenhang en reactie op elkaar, soms zonder te veel directe koppelingen, zich hebben ontwikkeld.

## Appendix

Voor dit artikel geraadpleegde overzichtswerken techniekgeschiedenis gerangschikt naar verschijningsjaar:

1. Lewis Mumford, *Technics and civilization*, Londen 1946.
2. R.J. Forbes, *Man the maker. A history of Technology and Engineering*, New York 1950.
3. Pierre Rousseau, *Histoire des Techniques*, Parijs 1956
4. Friedrich Klemm, *A history of Western Technology*, Londen 1959. Oorspronkelijke titel: *Technik: eine Geschichte und ihrer Probleme*, in de reeks *Orbis Academicus* 1954.
5. Melvin Kranzberg, Caroll W. Pursell (eds.), *Technology in Western Civilization*, volume II, 'Technology in the twentieth century', New York 1967.
6. D.S.L. Cardwell, *Turning points in Western Technology. A study of technology, science and history*, New York 1972.
7. A. Pacey, *The maze of ingenuity. Ideas and Idealism in the Development of Technology*, Cambridge Mass. 1992.
8. Siegfried Giedion, *Mechanization takes command*, New York/ Londen, 1948.
9. Bertrand Gille (ed.), *Histoire des Techniques. Technique et civilizations, techniques et sciences*, z.p. 1978.
10. Trevor I. Williams, *A History of technology*, volume VI & VII, The twentieth century to ca. 1950. Oxford 1978.
11. M. Daumas (ed.), *Histoire GJnJrale des Techniques*, dl. IV, 'Les techniques de la civilisation industrielle. Energie et matJriaux'; dl. V, 'Les techniques de la civilisation industrielle. Transformation. Communication Facteur Humain', Parijs 1979.
12. Maarten Pieterse et al., *Het technisch Labyrint. Een maatschappijgeschiedenis van drie industriële revoluties*, Meppel en Amsterdam 1981
13. Edgardo Marcorini (ed.) *The history of science and technology. A narrative chronology*, Vol. 2 1900-1970, 889 p. met index op naam en zaken. New York 1988.
14. Alan I. Marcus, Howard P. Segal, *Technology in America. A brief history*, San Diego 1989.
15. Thomas P. Hughes, *American Genesis. A century of invention and technological enthusiasm 1870-1970*, New York 1989.
16. Joachim Radkau, *Technik in Deutschland. Vom 18 Jahrhundert zur Gegenwart*, 1989.
17. Ian McNeill, *An Encyclopedia of the history of technnology* Londen, New York 1990.

18. Wolfgang König, *Propyëen Technikgeschichte*, Berlijn 1992, dl. 5, 'Energiewirtschaft, Automatisierung, Information', Frankfurt am Main 1992.

19. R.A. Buchanan, *The Power of the machine. The impact of technology from 1700 to the present*, Londen 1992.

20. Wilhelm Dettmering, Armin Hermann (eds.), *Technik und Kultur* bnd. 10, 'Technik und Gesellschaft', Dusseldorf 1993.

21. Donald Cardwell, *The fontana history of technology*, Londen 1994.

22. Bryan Bunch, Alexander Hellemans, *The timetables of technology. A chronology of the most important peoples and events in the history of technology*, New York 1994.

23. Carroll W. Pursell, *The machine in America. A social history of technology*, Baltimore, Londen 1995.