

# Technology assessment

Karel Mulder

## 6.1 Inleiding

Technologie bepaalt in belangrijke mate onze samenleving: We spreken over steen-, brons- en ijzertijd en benoemen de twintigste eeuw bijvoorbeeld als 'Automobile Age' (Flink, 1988). Onze eigen tijd wordt vaak als informatietijdperk aangeduid. Dit duidt erop dat technische veranderingen veel ingrijpender zijn voor de samenleving dan alleen maar de vervanging van een apparaat door iets beters: technische veranderingen leiden tot kansen voor de een en bedreigingen voor de ander en transformeren de samenleving. Vaak is het goed om daar vooraf al enig inzicht in te hebben. Maar alleen het in kaart brengen van gevolgen van nieuwe technologie is een nogal passieve houding: het is vaak interessanter om nieuwe technologieën nog in hun creatieproces zodanig te vormen dat ze optimaal bijdragen aan de wensen van de verschillende betrokkenen. Daarmee kan de technologie optimaal benut worden, en wordt voorkomen dat er maatschappelijke weerstand ontstaat. Technology assessment (TA) beoogt het proces van technologische vernieuwing maatschappelijk te optimaliseren.

Dit hoofdstuk gaat allereerst in op de ontstaansgeschiedenis van technology assessment. Daarna beschrijven we de oorspronkelijke vorm van TA, die in feite technology impact assessment was en die de maatschappelijke effecten van nieuwe technologie systematisch in kaart beoogde te brengen. Een dergelijke impactstudie is echter niet genoeg om de afstemming van eigenschappen van een nieuwe technologie op maatschappelijke eisen te verbeteren. Belanghebbenden hebben opvattingen over nieuwe technologie die niet statisch zijn. Zij moeten leren zich de wereld voor te stellen met de nieuwe technologie om daarover met elkaar en met technologieontwikkelaars te kunnen discussiëren. Daarmee kunnen allen een scherper idee ontwikkelen over de rol van die nieuwe technologie, en kan dit tot eisen leiden die in het technisch ontwerp worden meegenomen. Een meer omvattende procesmatige aanpak van TA is daarom van belang. Dit staat bekend als constructief technology assessment (CTA).

Sommige nieuwe technologieën zijn erg ingrijpend voor iedere burger. Vooral in die gevallen is het erg belangrijk het brede publiek bij debatten over die technologie te betrekken. Dit soort publieke debatten wordt als laatste in dit hoofdstuk behandeld.

## 6.2 Historische schets

De samenleving heeft in de afgelopen eeuw heel verschillend tegen technologie aangekeken: technologisch optimisme en pessimisme wisselden elkaar herhaaldelijk af. Na de Tweede Wereldoorlog overheerste een technologisch optimisme, waarbij technologie als drijvende kracht werd gezien van maatschappelijke vooruitgang. Technologische vernieuwing werd daarbij opgevat als een 'positive sum game', dat wil zeggen als een activiteit die wel leidde tot een zekere herverdeling in de maatschappij, maar waarbij de uiteindelijke baten altijd groter waren dan de maatschappelijke kosten.

In de jaren zestig sloeg dit beeld heel snel om: was al die vooruitgang niet een stap in de richting van de afgrond? Er kwam een golf van kritiek los op technologie. Met name het boek *Silent Spring* van Rachel L. Carson en L. Darling (1962) was hierbij van grote invloed. Hierin werd voor het eerst stelling genomen tegen een moderne technologie (landbouwchemicaliën) juist omdat die technologie zou leiden tot een negatieve maatschappelijke opbrengst. Ook de (kern)wapenwedloop, de bedreiging van de werkgelegenheid en de privacy door computers, de invoering van kernenergie, en drinkwaterfluoridering waren belangrijke issues waarin de rol van technologie ter discussie stond. Technologie kwam in de beklagdenbank en technologie als positive sum game was geen vanzelfsprekendheid meer. In de wetenschappelijke wereld werd hierop gereageerd door een toenemend aantal studies die de interactie tussen technologie en maatschappij thematiseerden.

In de Amerikaanse politiek werd het gewenst geacht om beter geïnformeerd te raken over de maatschappelijke impact van technologie. In de Verenigde Staten ijverde vooral luchtvaartpionier Charles Lindbergh voor TA. In 1973 werd het US Congress Office of Technology Assessment opgericht. De effecten van nieuwe technologie op de Amerikaanse samenleving dienden idealiter voorafgaand aan invoering van die technologie wetenschappelijk te worden bestudeerd en te worden voorgelegd aan het Congres.

‘Technology Assessment is an attempt to establish an early warning system to detect, control, and direct technological changes and developments so as to maximize the public good while minimizing the public risks.’<sup>1</sup>

In deze definitie was TA vooral een instrument dat moest waken over het 'maatschappelijk belang'. Echter, in alternatieve definities werden de politieke voetangels en klemmen die in deze definitie verscholen waren, nadrukkelijk aan besluitvormers overgelaten:

‘Technology Assessment is the systematic identification, analysis and evaluation of the potential secondary consequences (whether beneficial or detrimental) of technology in terms of its impacts on social, cultural, political, economic and environmental systems and processes. Technology Assessment is intended to provide a neutral, factual input into the decision-making process.’<sup>2</sup>

1 Cetron en Connor, 1972.

2 Coates, aangehaald door Smits, 1984.

TA was dus niet primair geïnteresseerd in de toekomstige ontwikkeling van een technologie, maar in de verschillende maatschappelijke effecten van de ontwikkeling en implementatie van die technologie. Daarbij gold vanaf het begin dat het belangrijk was mogelijkheden aan te geven ter beïnvloeding van die technologische ontwikkeling.

In Europa ontstond de parlementaire TA wat later. Vaak pleitten oppositiepartijen in parlementen voor TA (omdat ze middels TA-studies hoopten hun positie ten opzichte van de regeringscoalitie te versterken) en hadden regeringscoalities daar niet zo'n behoefte aan. Echter, vanaf midden jaren tachtig ontstonden aan het parlement verbonden TA-instituten in alle EU-landen. In 1986 werd in Nederland het Rathenau Instituut opgericht (toen nog onder de naam Nederlandse Organisatie voor Technologisch Aspectenonderzoek). Ook het bedrijfsleven ging TA-studies doen (Mulder, 2001).

### 6.3 Beschrijving methode

Impact assessment was een bestaande methodiek die gericht was op het identificeren van maatschappelijke effecten van beleidsmaatregelen. Vooral infrastructuurontwikkeling had nogal wat sociaaleconomische effecten die overheden wilden betrekken in de besluitvorming. Technology impact assessment zou op soortgelijke wijze voor- en nadelen van nieuwe technologie moeten afwegen. Dat zou zoveel mogelijk kwantitatief moeten gebeuren. Zo'n kwantitatieve afweging staat ook bekend als een maatschappelijke kosten-batenanalyse.

### 6.4 Stappenplan

In principe lijkt dit een helder omschreven missie: breng alle effecten van een technologie in kaart en hang daar in principe een maatschappelijk prijskaartje aan. Een geheugensteuntje in de vorm van een checklist is daarbij handig (Mulder, 1996). De checklist bestaat uit drie onderdelen:

- 1 onderzoek en ontwikkelingswerk;
- 2 product;
- 3 productieproces.

#### 6.4.1 Onderzoeks- en ontwikkelingswerk

Hoe acceptabel is het onderzoeks- en ontwikkelingswerk dat gemoeid is met de totstandkoming van het nieuwe product en het productieproces daarvoor?

- 1 Bestaan er maatschappelijke weerstanden tegen de methoden die gebruikt worden in het onderzoeks- en ontwikkelingswerk of tegen vergaring en/of opslag van bepaalde data?

- 2 Is het onderzoeks- en ontwikkelingswerk wetenschappelijk interessant of levert de ontwikkeling van deze technologie een bijzondere bijdrage aan (een) technische en/of wetenschappelijke discipline(s)?

#### 6.4.2 Product

Hoe acceptabel is het nieuwe product op zich?

*Normatief:*

- 1 Zijn er maatschappelijke waarden verbonden aan het product op zich, of aan het product dat het vervangt?
- 2 Is het product verwerpelijk in het waarde- en normensysteem van specifieke religieuze of culturele groepen?

*Maatschappelijke acceptatie:*

- 3 Zullen de vermoedelijke kosten van het nieuwe product op bezwaren kunnen stuiten?
- 4 Welke risico's brengt het product met zich mee, zowel voor de gebruiker als voor anderen?
- 5 Druist gebruik van het product in tegen ingesleten gedragspatronen van grote groepen mensen?
- 6 Zijn er financiële of psychologische drempels die acceptatie van het product bemoeilijken?

*Secundaire maatschappelijke effecten:*

- 7 Maakt het product nieuwe (economische of andere) activiteiten mogelijk? (Hoe dienen deze activiteiten te worden beoordeeld?)
- 8 Vormt het product een bedreiging voor bestaande activiteiten waaraan een zekere maatschappelijke of culturele waarde wordt toegekend?
- 9 Beïnvloedt het product samenlevingsvormen (privésfeer, lokale gemeenschap, culturele regio)?
- 10 Heeft het product (mogelijk) andere gebruiksmogelijkheden dan de primair bedoelde?

#### 6.4.3 Productieproces

Hoe acceptabel is de productie van het nieuwe product?

*Binnen het bedrijf:*

- 1 Zijn er normen en waarden in het geding bij productie?
- 2 Zijn de arbeidsomstandigheden in productie aanvaardbaar?

*Lokale omgeving:*

- 3 Wat zijn fysieke effecten van de productie-installaties voor de omgeving?
- 4 Wat zijn de verwachte (primaire en secundaire) werkgelegenheidseffecten (lokaal/regionaal/nationaal) van productie? Welke scholingsgraad is vereist voor het personeel?
- 5 Welke andere consequenties heeft productie voor de lokale omgeving?
- 6 Wat zijn de sociale gevolgen van productie voor de lokale gemeenschap?
- 7 Is er sprake van een sterke voedingsbodem voor lokaal activisme?
- 8 Kunnen negatieve effecten die naar voren zijn gekomen onder 5-7 drastisch worden beperkt door de locatiekeuze?

*Maatschappij:*

- 9 Welke (bestaande of voorziene) economische activiteiten worden door productie bedreigd?
- 10 Worden bestaande machtsverhoudingen door nieuwe productie beïnvloed? Te denken valt aan verhoudingen:
  - a) tussen werknemers (c.q. vakbonden) en werkgevers;
  - b) tussen verschillende producenten;
  - c) tussen producenten, afnemers en leveranciers;
  - d) tussen overheid en bedrijfstak;
  - e) tussen verschillende overheidsorganen.
- 11 Wat betekent nieuwe technologie voor de ontwikkeling van derdewereldlanden? Worden verhoudingen tussen mondiale handelsblokken door productie beïnvloed?

In de praktijk was het in kaart brengen van alle maatschappelijk effecten van een nieuwe technologie bepaald geen sinecure. 'Alle effecten' was wel erg veelomvattend en dus was al snel duidelijk dat er in TA-projecten geselecteerd moest worden welke effecten men zou analyseren. Daarvoor was een kader nodig en dat kon vaak nog wel ontleend worden aan beleidsplannen. Maar wetenschappelijk en neutraal was dit natuurlijk niet. Bovendien werden vaak snel opkomende nieuwe issues gemist in technology impact assessments.

Bij de Amerikaanse OTA werden indicatoren voor effecten veelal ad hoc ontwikkeld. Checklists werden ontwikkeld met als factoren bijvoorbeeld economie, demografie, geografie, sociaal, bestuurlijk/juridisch, technologie, milieu, onderwijs. Een echte systematische werkwijze voor impact assessments bestond er niet. De OTA verkondigde:

‘Technology assessment is a craft, not a science.’

De OTA-werkwijze was in feite veelal 'trial and error'. Pas begin jaren negentig werd de eigen methode geëvalueerd en gesystematiseerd. Het belang van die systematiek zat voornamelijk in het beschermen van de eigen positie binnen het po-

litieke krachtenveld waarin OTA moest opereren (OTA, 1993). Die positie maakte dat in de conclusies van ieder OTA-rapport altijd even veel opties voor Republikeinse als voor Democratische maatregelen moesten zijn te vinden. Kwaliteitscontrole van OTA-rapporten was zeer strikt om zo politiek buiten schot te blijven:

- 1 A list of congressional action options?
  - Manageably small?
  - Objectively obtained?
  - Jointly exhaustive?
  - Feasible?
  - Logically possible?
  - Physically possible?
  - Socially permissible?
  - Legally permissible?
  - Not morally unacceptable?
  - Objectively tested?
- 2 A set of scenarios?
  - Mutually exclusive?
  - Relevant?
  - Manageably small?
  - Objectively obtained?
  - Practically exhaustive?
  - Were all the relevant physical, biological, economic, social and political effects identified by the assessment team?
  - Were all relevant natural and institutional states that are not effects identified by the assessment team?
- 3 A set of unaggregated desirability polls, one for each outcome?
  - Stakeholder opinions?
- 4 A set of numerical conditional probabilities, one for each outcome?
  - Objectively obtained?

Impact assessment was niet alleen vanwege politieke gevoeligheid lastig, maar ook vanwege een meer fundamentele reden: effecten van technologie komen nooit direct tot stand, maar altijd door interactie met hun maatschappelijke omgeving. Immers, technologie die niet gebruikt wordt, heeft geen effecten. Maar dat gebruik van technologie is lang niet altijd zoals voorzien door de makers. Computers waren niet bedoeld als spelmachine, het internet was bedoeld om wetenschappelijke data uit te wisselen en sms'jes waren bedoeld om telefoonmoniteurs in staat te stellen met de centrale te communiceren. Hoe dan vooraf de effecten van een nieuwe technologie vast te stellen?

Kortom, na introductie van een technologie gaat de samenleving daarmee aan de haal. En dat gaat nog een stap verder. Het onvoorziene gebruik van technologie kan weer nieuwe uitdagingen creëren voor de technoloog en tot weer aangepaste ontwerpen leiden. Eerste orde effecten (direct veroorzaakt door de nieuwe technologie) creëren weer tweede orde effecten (gedragsveranderingen ten gevolge van

de beschikbaarheid van die nieuwe technologie), die weer tot sociale en technologische aanpassingen leiden, en dat gaat in principe nog ver door. Uiteraard zijn die hogere orde effecten niet uitsluitend door de nieuwe technologie veroorzaakt, en daardoor is een heldere oorzaak-gevolganalyse, die ten grondslag ligt aan technology impact assessment, in feite onmogelijk: technologie en samenleving co-evolueren en het wordt daardoor onmogelijk om te bepalen wat een enkele technologie nu precies aan die verandering heeft bijgedragen.

Een voorbeeld. De pil was bedoeld om ongewenste zwangerschappen te voorkomen. Doordat deze technologie seksualiteit ontkoppelde van voortplanting, ontstond een grotere seksuele vrijheid. Een van de gevolgen daarvan was een sterke groei in seksueel overdraagbare aandoeningen. Als gevolg daarvan besloten velen om andere voorbehoedsmiddelen te gaan gebruiken met minder risico op seksueel overdraagbare aandoeningen.

Wat was hier het effect van de pil? Behoudende partijen hebben het begin van de 'zederverwildering' wel eens bij de introductie van de pil gelegd. Echter, zoals in de kip-ei-kwestie is hier ook geen beginpunt van de causaliteit aan te wijzen: er is sprake van co-evolutie. Technologische ontwikkelingen en maatschappelijke ontwikkelingen zijn elkaars voorwaarde. Dat betekent dat ingrijpende nieuwe technologieën gepaard gaan met maatschappelijke veranderingen, en maatschappelijke veranderingen kansen bieden voor nieuwe technologie, of zelfs nieuwe technologieën afdwingen. Kortom, het vaststellen van de maatschappelijke effecten van een technologie vergt analyse van de dynamiek van technologische verandering in haar maatschappelijke context. Omdat die context open is in ruimte en tijd, moet er ergens een begrenzing worden gekozen om de te meten effecten te kunnen begrenzen. Die keuze is echter altijd arbitrair.

Daarop is natuurlijk één uitzondering: als we uitgaan van een een-op-een substitutie van een technologie door een andere. Vaak gaan ontwerpers daarvan uit en menigmaal ten onrechte. De eerste auto's leken op een 'paardloos rijtuig' en waren ook zo bedoeld. We weten echter inmiddels dat auto's heel wat meer bewerkstelligden dan het verdwijnen van het paard uit het straatbeeld. De eerste mobiele telefoon was bedoeld ter vervanging van de radiotelefonie waarover artsen vaak beschikten in hun auto. Vanwege die beperkte markt kreeg KPN de licenties voor de eerste generatie mobiele telefoons dan ook gratis, maar overheden hadden bij de tweede generatie geleerd hoe de mobiele telefoon tot co-evolutie leidde, en veilden de licenties voor ongekende bedragen.

In de gevallen waarin technologieën wel een-op-een een (verouderde) technologie vervangen, is er eigenlijk weinig spannends aan de hand. Bij dat soort nieuwe technologie zijn er nauwelijks effecten, en is daar vervolgens ook bijna niemand in geïnteresseerd. Claims dat een nieuwe technologie een een-op-een substitutie van een verouderde technologie is, moeten echter worden gewantouwd omdat ze in de geschiedenis maar al te vaak onjuist bleken.

#### 6.4.4 Problemen van technology impact assessment

Het in kaart brengen van alle maatschappelijke effecten van een nieuwe technologie is dus problematisch en een garantie op volledigheid en betrouwbaarheid valt moeilijk te geven. Toch lijkt politieke besluitvorming gebaseerd op een technology impact assessment, met al zijn tekortkomingen, te prefereren boven politieke besluiten die uitsluitend zijn gebaseerd op de claims van ontwerpers en financierende overheidsdiensten of bedrijven. Maar al te vaak is het commitment aan een lopend technologisch ontwikkelingsproject bij de betrokkenen zo groot dat nadelen die aan het licht komen, worden verdoezeld.

In de praktijk trad er nog een probleem op: doordat impact assessment altijd gebeurde als er al flink was geïnvesteerd in een technologie, en er al flinke steun voor de technologie bestond, maar anderzijds er reden bestond om aan de maatschappelijke effecten te twijfelen, betekende een impact assessment-studie bijna altijd het inzomen op negatieve effecten en uiteindelijk toch een nare boodschap voor technologieontwikkelaars: 'Ja, er zitten nadelen aan deze technologie'. Maar dat was natuurlijk geen dankbare boodschap. Bedrijven klaagden dan ook vaak: "Technology assessment is technology arrestment" of zelfs "technology harassment" (Leon Green van Lockheed en William O. Baker van Bell Laboratories, aangehaald in Medford, 1973).

Anderzijds kon men constateren dat veranderingsprocessen naar een maatschappelijk meer optimale technologie maar moeilijk tot stand kwamen. Bijvoorbeeld, begin jaren zeventig probeerde de Amerikaanse overheid door middel van de Clean Air Act milieu-innovaties in de Amerikaanse auto-industrie af te dwingen: men stelde emissienormen voor auto's vast vijf jaar voordat die auto's op de markt moesten komen. Die normen waren op dat moment nog niet te realiseren en moesten bedrijven tot innovatie dwingen. Deze 'technology forcing' was niet erg succesvol. In plaats van te investeren in innovatie huurden bedrijven vooral juristen en lobbyisten in om onder deze verplichting uit te komen. Uiteindelijk werden de beoogde innovaties wel bereikt, maar veel later dan gepland. Of de wettelijke verplichting daaraan iets heeft bijgedragen, is hoogst twijfelachtig. Wetgevers kunnen toepassing van innovaties wel afdwingen, maar de innovaties zelf niet (Gerard & Lave, 2005).

Ten slotte was er ook nog vrij forse kritiek die rechtstreeks was gericht tegen TA als impact assessment. Critici stelden dat TA een vorm van repressieve tolerantie was: besluitvormers probeerden kritiek al bij voorbaat onschadelijk te maken door een impact assessment. Deze critici eisten democratisering van besluitvorming over technologie, juist omdat technologische ontwikkelingen onze samenleving zo sterk bepalen. Die democratisering zou ertoe moeten leiden dat het publiek zou kunnen meepraten over de invoering en vormgeving van nieuwe technologieën. Deze zeer verschillende vormen van kritiek leidden in de jaren tachtig en negentig tot drie nieuwe vormen van TA:

- 1 publiek debat
- 2 constructief technology assessment
- 3 interactieve backcasting

Deze benaderingen zijn alle drie veel meer omvattend dan impact assessment. Dat wil niet zeggen dat analyse van maatschappelijke effecten van nieuwe technologie onbelangrijk is geworden. Men kwam echter tot de conclusie dat impact assessment moet zijn ingebed in zorgvuldig vormgegeven interactie- en leerprocessen. Zo kunnen de analyses bijdragen aan verdieping van het debat, leerprocessen en terugkoppelingen naar besluitvormers en technologieontwikkelaars om zo de kloof tussen een nieuwe technologie en zijn maatschappelijke omgeving te verkleinen. Constructief technology assessment en publiek debat zullen in de volgende paragrafen worden uitgelegd. Backcasting vormt een apart hoofdstuk in dit boek.

### Publiek debat

#### *Het control-dilemma: gebrek aan kennis en gebrek aan sturingsopties*

De mogelijkheden voor beïnvloeding van nieuwe technologieën waren vaak beperkt. TA-studies werden meestal pas uitgevoerd als er aanleiding was voor discussie, en dat was meestal pas op het moment dat een technologie al in een behoorlijk vergevorderd stadium van ontwikkeling was. Echter, dan was er meestal niet zo veel meer te beïnvloeden. Dit verschijnsel staat bekend als het control-dilemma:

- 1 Het begrip van de relatie tussen technologie en samenleving is zo beperkt dat schadelijke effecten van de volledig geïmplementeerde technologie niet met een zodanige zekerheid zijn te voorzien dat ze ingrepen in technologieontwikkeling kunnen rechtvaardigen.
- 2 Op het moment dat technologie zodanig is geïmplementeerd dat al zijn consequenties evident zijn, zijn aanpassingen vrijwel onmogelijk geworden. Als verandering alsnog mogelijk is, is die lastig, duur en traag.

De geschiedenis van loodhoudende benzine is hiervan een goed voorbeeld: Rond 1930 was tetra-ethyl-lood de goedkoopste stof die als toevoeging aan benzine kon voorkomen dat motoren gingen 'kloppen'. Begin jaren zeventig werd duidelijk dat de looduitstoot van auto's enorme gezondheidsschade toebreacht, vooral aan kinderen in grote steden. Het kostte toen echter 25 jaar, en miljarden om een (op zich goedkoop) loodvrij benzineadditief te introduceren (Collingridge, 1980).

Er spelen nog vele factoren een rol die ertoe bijdragen dat technologie na verloop van tijd moeilijker beïnvloedbaar wordt. 'Sunk cost' (investeringen die vastliggen in bestaande technologie) zijn zo'n factor. Ook de knowhow die je opbouwt met het gebruik van een technologie is een dergelijke factor: immers, die knowhow leidt ertoe dat het bestaande alternatief ook daardoor meer wordt gewaardeerd dan een alternatief waarvoor de knowhow ontbreekt. Die factoren kunnen zeer langdurig invloed uitoefenen. Bijvoorbeeld, spoorbreedtes zijn niet overal hetzelfde. Dat was niet nodig, toen er in de negentiende eeuw voor het eerst lokaal spoorwegen werden aangelegd. Nu leidt dat tot flinke problemen. Hetzelfde geldt voor de spanning op de bovenleidingen en het spoorbeveiligingssysteem. Ook de

spanning en frequentie van het normale elektriciteitsnet variëren tussen landen en leveren nog vaak veel problemen op voor de reiziger. Dit soort problemen zijn nauwelijks meer op te lossen omdat de kosten van aanpassing enorm zijn.

#### *Techniek in het publiek debat*

Soms werden technologieën ontwikkeld waarover aanvankelijk nauwelijks maatschappelijke discussie ontstond. Echter, een veranderende tijdgeest en een sterk gegroeide publieke belangstelling konden snel tot verandering leiden. 'Atoms for Peace', het streven om civiele kernenergie te ontwikkelen, was in de jaren vijftig en zestig onomstreden, maar leidde begin jaren zeventig tot een scherpe maatschappelijke controverse over kernenergie. Soortgelijke controverses (hoewel minder grootschalig) ontwikkelden zich rondom drinkwaterfluoridering, genetische modificatie en screeningstechnieken, medische technologie, nanotechnologie, persoonlijke dataopslag, ondergrondse CO<sub>2</sub>-opslag, en diverse grootschalige infrastructuurprojecten, zoals de afsluiting van de Oosterschelde, een tweede nationale luchthaven en de Betuwelijn. In tegenstelling tot wat soms gedacht wordt, is dat geen typisch Nederlands verschijnsel (zie bijvoorbeeld Nelkin, 1992).

De oorzaak van veel van die controverses was in feite dat burgers zich mengden in discussies die tot dan toe zich vaak uitsluitend tussen experts hadden afgespeeld. Tegenstellingen die betrekking hadden op technologische ontwikkelingen waren eigenlijk altijd uitsluitend tussen experts besproken.

'Expertgemeenschappen' moesten nogal wennen aan de omgang met burgers. Vaak werd getracht deze nieuwkomers te weren, uiteraard met het argument dat ze de expertise misten, of slechts gedreven werden door ideologieën. Experts werden er vaak van beschuldigd slechts het 'establishment' te dienen (Nowotny, 1979). In de jaren zeventig kwamen er echter snel scheuren in het expertbolwerk. Sommige experts stonden op om burgergroepen te steunen, terwijl universiteiten vaak begonnen met wetenschapswinkels waar groepen burgers expertise konden verwerven ter ondersteuning van hun werk.

Er ontstonden in de jaren zeventig dus controverses waarin experts en maatschappelijke groeperingen een rol speelden. Die controverses hadden voor- en nadelen. Voordeel was dat betrokkenen werden gedwongen hun argumenten met betrekking tot maatschappelijke effecten van een nieuwe technologie aan te scherp. Dat leidde in feite tot een soort impact assessments die gedreven werden vanuit verschillende maatschappelijke posities (Rip, 1986).

#### *De Brede Maatschappelijke Discussie Energiebeleid*

De verhoudingen raakten dermate beschadigd dat dat op zich een maatschappelijk risico ging vormen. In die situatie werd in februari 1980 door de Nederlandse Tweede Kamer besloten tot een Brede Maatschappelijke Discussie (BMD) over het gehele energiebeleid. Het idee daarbij was dat er een pauze in de besluitvorming zou worden ingelast, waardoor er tijd zou ontstaan voor een verdiepende discussie en analyse. Maatschappelijke organisaties werden in staat gesteld hun standpunten met studies te onderbouwen, en er werden toekomstscenario's ontwikkeld

gebaseerd op verschillende maatschappelijke/politieke waardesystemen. In een tweede fase werden op basis van die informatie drieduizend lokale discussiesesies in heel Nederland belegd.

De kernenergiecontroversie had als effect dat de betrokken partijen trachten de eigen argumenten te versterken door in feite aan impact assessment te doen. Dat leidde wel tot versterkte argumentaties, maar niet tot meer consensus. Dat is een meer algemeen verschijnsel zodra een dialoog tussen betrokkenen zich verhardt. In een controversie bestaat de neiging het in toenemende mate oneens te zijn, zelfs op issues waarover men voordien een hoge mate van consensus had. De kernenergie discussie werd dus een 'dialoog tussen doven'. In feite waren argumenten niet meer bepalend voor het debat, maar was voor veel betrokkenen in het debat hun eigen positie de maatstaf geworden voor de geldigheid van argumenten. Betrokkenen klaagden over een gebrek aan rationaliteit, het zich laten leiden door financiële belangen of emoties of onzuivere ideologieën. Uiteraard betrof dat altijd de tegenstander.

Juni 1981-januari 1983	<b>Informatiefase:</b> eindigend in een interim-rapport
Januari 1983-juli 1983	<b>Discussiefase:</b> duizenden groepsdiscussies, opiniepeilingen, projecten
Januari 1984	<b>Eindrapport</b>

Aan de BMD deden 40.000 Nederlanders mee. Uit de enquêtes bleek dat zij representatief waren voor de gehele bevolking. De conclusie van de BMD in haar eindrapport was:

‘Het ligt niet voor de hand om momenteel te besluiten meer nucleaire energie in te zetten voor elektriciteitsproductie.’

Dat was niet in overeenstemming met de politieke meerderheid van dat moment. Het kabinet werkte daarom door aan nieuwe kerncentrales en werd in zijn streven slechts gestopt door de kernramp in Tjernobyl. Daarom wordt de BMD vaak een mislukking genoemd. In feite moet men echter constateren dat de BMD nogal werd gefrustreerd doordat het kabinet vrijwel vanaf het begin van de BMD verklaarde nieuwe kerncentrales te willen bouwen. Dat leidde tot grote scepsis onder de bevolking (zie bijvoorbeeld Vlek, 1986).

Later zijn rondom verschillende issues nog projecten gestart om de bevolking bij de besluitvorming te betrekken. Een nieuwe nationale luchthaven in zee was een dergelijk onderwerp alsmede genetisch gemanipuleerd voedsel. Dit soort procedures heeft echter nooit meer op een dergelijke grote schaal plaatsgevonden als in de BMD. De ervaringen van de BMD beïnvloedden die nieuwe procedures sterk. De overheid herhaalde de 'fout' om een standpunt in te nemen nog voordat

de procedure was afgerond, niet bij de discussie over een tweede nationale luchthaven.

Als een dialoog verwordt tot controverse, is het niet langer een cognitief conflict, maar een affectief conflict. Het gaat er dus niet meer om de waarheid te vinden, maar om de tegenpartij te overwinnen. Het behoeft geen betoog dat het belangrijk is om dit te voorkomen. Vaak bestaat echter de neiging precies het verkeerde gedrag te vertonen.

De ambtelijke wereld heeft een erg goede antenne voor mogelijke problemen waarin een project kan raken. Als problemen worden voorzien, leidt dat tot een extra stevige onderbouwing van ideeën en minder transparantie. Wanneer men uiteindelijk met de plannen naar buiten komt, voelen de belanghebbenden zich gepasseerd en zien geen ruimte meer voor door hen gewenste aanpassingen. Het conflict ontardt en de betrokkenen kunnen elkaar nog jaren juridisch bezighouden (Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid, 1994). In feite is dus de oorzaak van deze ontwikkeling de verwachting dat men het eigen project wel tegen de zin van betrokkenen kan doordrukken. Het effect is echter veelal dat projecten totaal vastlopen. Transparantie en respect zijn dus cruciaal om tot een brede consensus te komen. Dat geldt niet alleen voor technologische projecten, maar wel in het bijzonder voor deze, want doordat expertise in deze projecten een grote rol speelt, lenen ze zich ervoor om niet-experts gemakkelijk te negeren.

#### *Stimulering van het publieke debat en 'citizens panels'*

Er zijn een aantal nieuwe methoden ontwikkeld om de bevolking te betrekken bij expertissues. Een aanpak die in Denemarken werd ontwikkeld, was het zogenoemde 'citizens panel'. De kern van deze aanpak was dat een representatief panel uit de bevolking werd samengesteld die alle middelen kreeg om een advies op te stellen met betrekking tot een controversieel expertise-gerelateerd onderwerp. Het panel kon bijvoorbeeld experts uitnodigen en analyses laten uitvoeren, om ten slotte middels een slotdebat tot een advies te komen. De intentie was dat dit debat en de resulterende slotverklaring zoveel media-attention zouden genereren dat dit de meningsvorming van het brede publiek zou stimuleren. Voor het slagen van deze werkwijze is de medewerking van de media en de politiek noodzakelijk. De politiek diende bijvoorbeeld het panel serieus te behandelen, en dat gebeurde niet altijd.

In verschillende landen (Denemarken, Japan) is het duidelijk gelukt op deze wijze maatschappelijke debatten over onderwerpen die expertise vergen te verbreden (Joss & Durant, 1995), maar in Nederland heeft die werkwijze niet tot veel resultaten geleid. De citizens panels kregen weinig belangstelling van de media en de politiek nam de geformuleerde adviezen nauwelijks serieus.

Citizens panels lenen zich in principe goed voor medisch-technologisch ethische issues waar voor veel burgers fundamentele vragen aan de orde zijn. Achterliggende beelden zoals 'perfect leven' en 'eeuwig leven' zijn hele krachtige belofes die op de achtergrond van medische biotechnologie een rol spelen, maar maatschappelijk buitengewoon ingrijpend en controversieel zijn.

Maatschappelijke issues die net iets verder van de burger afstaan, zoals groot-schalige infrastructuur, zijn daarvoor wat minder geschikt. Tegenwoordig worden vaak ook middelen als films en festivals gebruikt om de discussie over technologieën met ingrijpende effecten te entameren.

Publieke debatten hoeven natuurlijk vaak niet 'georganiseerd' te worden, die vinden spontaan al plaats. Echter, vaak is het maatschappelijk slechtste scenario dat een debat pas ontstaat nadat er al besluiten zijn genomen en investeringen zijn gedaan. Het kan namelijk betekenen dat die investering, en jaren aan kostbare tijd, verloren gaan. Zo staat er een fabriek van biodiesel ongebruikt in de Botlek, omdat na de bouw de biodiesel door velen werd afgewezen. Biodiesel, die voedselgewassen als grondstof gebruikte, zou tot voedselschaarste leiden (RTV Rijnmond, 2011). De controverserige over biobrandstoffen ('Food/Fuel') ontstond in dit geval zodanig laat dat investeringen door het bedrijf niet meer waren terug te draaien.

Een vroegtijdig waarschuwend stuk kan dus maatschappelijk erg nuttig zijn als trigger voor discussie. Een voorbeeld daarvan is een artikel van een aantal biochemici uit 1974 die waarschuwden voor de gevaren van ontsnappende gemanipuleerde micro-organismen (Berg et al., 1974). Dat leidde aanvankelijk tot veel discussie, maar uiteindelijk niet tot een scherpe controverserige. Hetzelfde gold voor de zeer vroege waarschuwing van Drexler (1986) voor het risico dat zichzelf vermenigvuldigende nanomachines de hele wereld zouden kunnen verslinden. Ook deze waarschuwing leidde tot veel verontrusting, maar die ebde geleidelijk weg en in 2004 constateerden Phoenix en Drexler dat er geen risico bestond voor een 'runaway self replicating machine'.

Vroegtijdig zelf het publieke debat zoeken hoeft dus voor een onderzoeker niet nadelig te zijn. Onderzoekers pogen dat maatschappelijke debat echter wel eens te voorkomen: het is niet erg aantrekkelijk als onderzoeker om afgeschilderd te worden als een geniaal geleerde zonder moraal à la Marten Toonders beroemde stripfiguur professor Joachim Sickbock. Maar juist door vroegtijdig het maatschappelijk debat aan te gaan, kunnen grote mislukkingen worden voorkomen.

Juist daar waar brede maatschappelijke waarden centraal staan en vroegtijdige discussies niet tot voldoende afstemming hebben geleid, zijn publieke debatten als TA-methode nodig. Hierbij is de eerste uitdaging om publiek debat te koppelen aan diepgaande expertise en consequenties van keuzes diepgaand te doordenken. Naast de Brede Maatschappelijke Discussie over (kern)energiebeleid zijn er in Nederland publieke debatten geïnitieerd en gestimuleerd over hersenwetenschap, biotechnologie en voeding, een tweede nationale luchthaven, en genetische manipulatie van dieren.

## Constructief technology assessment (CTA)

### CTA-workshops

De mismatches tussen technologieontwikkeling en samenleving leiden tot hogere maatschappelijke kosten en geringere opbrengsten van de ontwikkeling en introductie van nieuwe technologie. Zeker in een tijd waarin de samenleving veel innovatiesnelheid vraagt om een aantal milieu- en uitputtingsproblemen op te lossen én succesvol de economische concurrentiestrijd te kunnen voeren, kan een samenleving zich dat moeilijk permitteren. De wens tot grotere innovatiesnelheid leidt vaak tot de boodschap aan groepen of organisaties met een kritische houding dat zij hun kritiek maar moeten inslikken. Zoals al betoogd, is dat geen oplossing. Integendeel, het bergt het gevaar in zich dat onvrede in een veel later stadium tot uiting komt, waarbij de mogelijkheden tot bijsturing van de technologie veel beperkter zijn. Dat kan dan tot veel heftiger conflicten en hogere kosten leiden.

Nieuwe techniek wordt na introductie vaak verder aangepast aan maatschappelijke eisen, en de maatschappelijke omgeving leert om te gaan met de nieuwe technologie. Dat proces bepaalt vaak het uiteindelijke succes van die technologie. Constructief technology assessment (CTA) probeert dit interactieproces te bevorderen en te vervroegen. Hoe eerder een dergelijk proces wordt doorlopen, hoe meer ruimte er is voor leerprocessen waardoor betrokkenen beter elkaars eisen aan de nieuwe technologie leren begrijpen en de technologie nog in zijn ontwerp-fase kan worden bijgesteld (Rip, Misa & Schot, 1995). CTA is dus constructief in twee betekenissen:

- 1 Het tracht TA 'constructiever' te maken in de zin van 'opbouwender' door het niet de vorm te geven van een externe beoordeling van het werk van technologieontwikkelaars, maar door interactie tot stand te brengen tussen technologieontwikkelaars en de andere belanghebbenden bij die technologie.
- 2 Het is gericht op de constructiefase van technologie (veel minder op de diffusiefase) en probeert die fase te beïnvloeden door daarin ideeën van belanghebbenden in te brengen.

Vaak lijken allerlei vormen van interactie en analyse het innovatieproces slechts te traineren. Daarom bestaat de neiging om kritische signalen af te doen als conservatisme of als ingegeven door eigenbelang. Als die signalen dan genegeerd worden, is maar al te vaak gebleken dat dat uiteindelijk heeft geleid tot het mislukken van een innovatie. Technologen worden bij ontwikkeling van nieuwe technologie gedreven door verwachtingen over wat technisch mogelijk zal zijn. Ook hebben ze vaak allerlei impliciete en expliciete verwachtingen over de context waarin hun technologie zal gaan functioneren (Van Lente, 1993). Die verwachtingen dichten ook rollen en belangen aan anderen toe, maar die rollen en belangen zijn voor die betrokkenen vaak allerminst vanzelfsprekend. Zo werden allerlei filters aan geluidsapparatuur toegevoegd waardoor de geluidskwaliteit geperfectioneerd werd. Veel gebruikers vonden al die filters erg ingewikkeld, maar hadden



weinig te kiezen, tot de industrie ontdekte dat bedieningsgemak ook een relevante eigenschap van geluidsapparatuur was.

Maar het is niet altijd een kwestie van beter luisteren naar de consument. Innovatieprocessen vinden vaak in complexe situaties plaats.

**VOORBEELD** < Een producent van kunststofproducten voor de medische markt wordt benaderd om in zijn product een sterk verbeterd nieuw materiaal toe te passen. Deze producent is echter nogal aarzelend: wat zal het materiaal precies verbeteren aan de performance van zijn producten, tegen welke kosten? Hoe zal zijn klant daarop reageren? Zal die bereid zijn de extra kosten te dragen, of zal er zelfs een verplichting door de overheid worden opgelegd vanwege de verbeterde prestaties van het product? Welke nieuwe klanten kan hij bereiken? Er moet veel worden geïnvesteerd in ontwikkeling en marketing van de vernieuwde producten, de bestaande producten doen het op zich goed in de markt, kostbare nieuwe toelatingstests zijn vereist voor een aantal toepassingen, en de concurrent kan als 'free rider' meeprofiteren. Bovendien, hoe zeker kan men ervan zijn dat het materiaal, in voldoende hoeveelheid, tegen aanvaardbare prijs en met voldoende kwaliteit beschikbaar zal zijn? Graag wil men een tweede aanbieder van het materiaal, maar ja, dat wil de ontwikkelaar van het nieuwe materiaal natuurlijk niet. >

In dit soort situaties loopt de introductie van nieuwe technologie vaak vertraging op of mislukt zelfs volledig. Toch is het niet zo dat de actoren geen vertrouwen hebben in de toekomst van de nieuwe techniek. De actoren hebben echter vaak een beperkt beeld van de implicaties van de technologie, en van elkaars positie, en zijn deels gevangen in het spel van toeleverancier-afnemer-concurrent waarbij men de eigen positie zo sterk mogelijk wil maken. Het organiseren van leerprocessen tussen de verschillende betrokkenen waarbij men meer inzicht in elkaars perspectieven krijgt en in de factoren en actoren die de uitkomst van het gehele proces bepalen, kan in dit soort situaties leiden tot vroegtijdige aanpassing van een nieuwe technologie. Belangrijk daarbij is dat de betrokkenen zich goed kunnen verplaatsen in de verschillende toekomstbeelden van elkaar. Scenario's spelen dan ook een belangrijke rol in CTA. Zij maken interactie mogelijk waarbij de verschillende betrokkenen de beelden over elkaar en over de toekomst kunnen toetsen.

CTA-scenarioworkshops vergen een zeer goede voorbereiding. Alleen door de dilemma's die echt spelen tussen de betrokken actoren bloot te leggen en de verschillende percepties daarvan weer te geven, kan de analist doordringen in de wereld van de belanghebbenden bij een specifieke nieuwe technologie.

#### *Niche-experimenten*

Feedback vanuit de maatschappelijke context kan ook op een andere manier worden bevorderd. Vaak leren ontwerpers veel van praktijkervaringen van verschil-

lende gebruikers van een nieuwe technologie. Door die praktijkervaring kan inzicht ontstaan in de kleine gebreken van een nieuwe techniek en kan die techniek worden geoptimaliseerd naar het voorziene en onvoorziene gebruik dat ervan gemaakt wordt. Ook komen er van gebruikers vaak nog waardevolle suggesties. Deze gebruiksexperimenten leiden dus tot leren. Zulke experimenten vereisen echter vaak nogal wat. Voor experimenten met elektrisch aangedreven auto's zijn oplaadpunten nodig en is de medewerking van garagehouders ook gewenst. Dat betekent vaak dat men zorgvuldig een lokaal experiment moet plannen en alle relevante groepen daarbij moet betrekken. Om tot optimaal leren te komen moeten gebruikers goed worden geïnstrueerd, moeten concurrerende technologieën vaak worden geweerd, én moeten gebruikerservaringen zo goed mogelijk worden teruggekoppeld naar de ontwerpers. Vaak zijn ook uitzonderingen van voorschriften vereist en subsidies om de technologie voor gebruikers aantrekkelijk te maken. Kortom, men moet een niche, oftewel een enigszins beschermde omgeving, creëren.

De hoop is vaak dat de aanpassingen en verbeteringen zodanig zijn dat de technologie snel verbetert en vervolgens de concurrentie buiten de niche kan aangaan. Tot nu toe is dat streven niet altijd succesvol geweest. De CFK-vrije koelkast is een succesvol voorbeeld geweest waarbij het ledenbestand van Greenpeace als niche heeft gefunctioneerd voor een koelkast met propaan/butaan als koelmiddel. De ruime belangstelling van de Greenpeace-leden deed de witgoedbranche inzien dat die koelkast aantrekkelijk was voor consumenten ondanks een iets groter risico in verband met de brandbaarheid van het koelmiddel (Van de Poel, 1998).

Eén niche-experiment is voor een ingrijpende innovatie meestal niet genoeg. Meerdere niche-experimenten kunnen deel uitmaken van een gerichte strategie om bijvoorbeeld schonere technologie te implementeren. Dit vergt zorgvuldige planning van experimenten en van feedbackloops en staat bekend als 'strategisch nichemanagement' (Kemp et al., 1998).

## 6.5 Tot slot

In dit hoofdstuk is de werkwijze van TA besproken aan de hand van een beschrijving van de evolutie van dit type activiteiten. De opkomst van TA markeert de veranderingen in het denken over technologie en samenleving van de afgelopen decennia. Vanuit een groot technisch-wetenschappelijk optimisme ontstond het bewustzijn dat niet iedere technische vernieuwing op alle punten vooruitgang betekent. Impact assessment evolueerde in de jaren tachtig en negentig in een meer omvattende benadering, waarin impact assessment nog wel een rol kan spelen, evenals andere benaderingen die in dit boek worden besproken, zoals scenario's en trendanalyses, maar waarbij de nadruk ligt op het maatschappelijk optimaliseren van nieuwe technologieën. Die optimalisatie kan geen bureau-exercitie zijn, maar moet een interactief leerproces zijn.

De twee benaderingen die in dit hoofdstuk zijn benoemd, onderscheiden zich door het type probleem van waaruit men vertrekt:

- 1 In publieke debatten is er sprake van een probleem op het gebied van maatschappelijke waarden dat wordt geïntroduceerd en versterkt door nieuwe technologie. Dat kan gaan om nieuwe risico's, nieuwe vormen van ongelijkheid, of aantasting van religieuze normen. Bij publieke debatten gaat het veelal om technologische ontwikkelingen waarin het brede publiek rechtstreeks een rol speelt, zoals bij medisch-ethische kwesties.
- 2 In CTA staan leerprocessen ten gevolge van de ontwikkeling van nieuwe generieke (vaak science-based) technologie centraal. Dit type technologieën leidt vaak tot maatschappelijke beloften (nieuwe toepassingen, efficiencyverbetering) die verdere investeringen in onderzoek legitimeren en belangstelling opwekken van bedrijven. Dit type generieke technologieën kan vrijwel nooit een-op-een bestaande technologie vervangen, maar maakt diverse institutionele aanpassingen noodzakelijk.

Afhankelijk van het type technologie of maatschappelijke uitdaging, de fase waarin de ontwikkeling zich bevindt en de mate van maatschappelijke polarisatie rondom een dergelijke technologie kan type aanpak, omvang en intensiteit van het TA-proces worden bepaald (Van den Ende et al., 1998).

Voor de toekomst van TA zijn een aantal maatschappelijke trends waar te nemen:

- Emancipatie. De mate van ongelijkheid in opleidingsniveau is aan het afnemen naarmate landen zich ontwikkelen. Dit toegenomen opleidingsniveau impliceert dat burgers steeds meer een rol zullen opeisen in technologische besluitvorming die hen raakt.
- Complexiteit en integratie van systemen. Technologische verandering wordt steeds complexer. Technologische systemen omvatten steeds meer verschillende soorten technologieën en zijn weer gekoppeld aan andere grote systemen. Verandering wordt steeds lastiger doordat vaak al die andere systemen een stukje moeten meeveranderen en de actoren moeten van het nut daarvan worden overtuigd.
- Globalisering van technologieontwikkeling. Technologie wordt gevormd door de sociale omgeving waarin ze ontstaat. Maar voor succesvolle diffusie is een fit met de gebruikerscontext cruciaal, en dat liefst wereldwijd. Technologen moeten dus veel meer rekening houden met de globale gebruikerscontext.
- Werelduitdagingen. De wereld loopt in haar economische ontwikkeling tegen de grenzen van haar eigen eindigheid op. Ongebreidelde (fysieke) groei is daarom op lange termijn onmogelijk. 'Mission oriented' technologieontwikkeling zal veel belangrijker worden juist om binnen een steeds beperktere 'innovatieruimte' nog groei mogelijk te maken (Mulder, 2005).

Maar wat gebeurt er met het innovatieproces in de toekomst? Dat het belangrijk zal zijn voor het economisch succes van regio's en landen, daar is iedereen het

over eens. In navolging van Ray Kurzweil (2005) wordt er gesproken over een toenemende snelheid van innovatie, uitmondend in een 'singularity point' waarin een absolute breuk in de geschiedenis zal optreden. Dat lijkt echter op meerdere gronden niet zo waarschijnlijk: er is een steeds langere opleiding nodig voordat jonge onderzoekers en technologen kunnen bijdragen aan innovatie, het belang van hightechinnovatie is vaak maar beperkt, en verdere diffusie van oude technologie is vaak veel belangrijker (Edgerton, 2007). Maar bovenal geldt dat iedere technologie alleen betekenis heeft in een maatschappelijke context en dat de snelheid van innovatie dus nooit groter kan zijn dan wat de samenleving aankan aan verandering. Dat vergt afstemming. Technology assessment kan ertoe bijdragen dat die maatschappelijke afstemming kwalitatief goed verloopt en een beheersbaar proces blijft.

## 6.6 Literatuur

- Berg, P., Baltimore, D., Boyer, H.W., Cohen, S.N., Davis, R.W., Hogness, D.S., Nathans, D., et al. (1974). 'Potential Biohazards of Recombinant DNA Molecules', in: *Science*, 185, 4148 (26 July): 303.
- Cambrosio, A. & Limoges, C. (1991). 'Controversies as governing processes in technology assessment', in: *Technology Analysis and Strategic Management*, 3, 377-396.
- Cetron, M.J. & Connor, L.W. (1972). 'A method for planning and assessing technology against relevant national goals in developing countries', in: Marvin J. Cetron, Bodo Bartocha, *The Methodology of Technology Assessment*, New York.
- Collingridge, D. (1980). *The Social Control of Technology*. Londen: The Open UP/Francis Pinter.
- Drexler, K.E. (1986). *Engines of Creation*. Available online: [http://e-drexler.com/p/06/00/EOC\\_Cover.html](http://e-drexler.com/p/06/00/EOC_Cover.html)
- Edgerton, D. (2007). *The Shock of the Old. Technology & Global history since 1900*. Oxford UP.
- Ende, J. van den, Mulder, K., Knot, M., Moors, E. & Vergragt, Ph. (1998). 'Traditional and Modern Technology Assessment, towards a toolkit', in: *Technological Forecasting & Social Change*, 58, 1 & 2, 5-21.
- Flink, J.J. (1988). *The Automobile Age*. MIT Press.
- Gerard, D. & Lave, L.B. (2005). 'Implementing technology-forcing policies: The 1970 Clean Air Act Amendments and the introduction of advanced automotive emission controls in the USA', in: *Technological Forecasting & Social Change*, 72, 761-778.
- Joss, S. & Durant, J. (red.) (1995). *Public participation in science. The role of consensus conferences in Europe*. Londen: Science Museum.
- Kemp, R., Schot, J. & Hoogma, R. (1998). 'Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: The approach of Strategic Niche Management', in: *Technology Analysis & Strategic Management*, 10 (2), 175-195.
- Kreykamp, A.M.J., Praag, H. van & Steenbergen, B. van (1972-1976). *Toekomstonderzoek: theorie en praktijk*. Deventer: Kluwer.
- Kurzweil, R. (2005). *The Singularity is Near*. Penguin Group.

- Lente, H. van. *Promising Technology, the dynamics of expectations in technological developments*. Universiteit Twente, WMW-reeks.
- Medford, D. (1973). *Environmental Harassment or Technology Assessment*. New York: Elsevier.
- Mulder, K.F. (2001). *Niederlande*. In: N. Malanowski, C. Kruck, A. Zweck, *Technology Assessment und Wirtschaft, eine Länderübersicht*. Frankfurt/New York: Campus Verlag, 131-156.
- Mulder, K.F. (1996). *Maatschappelijke aanvaarding van Duurzame Technologie, een inventarisatie van culturele weerstanden*. Delft: interdepartementaal programma Duurzame Technologie Ontwikkeling, werkdocument CST2.
- Mulder, K.F. (2005). 'Managing the dynamics of technology in modern day society', in: Verburg, R., Ortt, R. & Dicke, W., *Managing Technology and Innovation. An Introduction*. Londen/New York: Routledge, 109-129.
- Nelkin, D. (red.) (1992, derde druk). *Controversy, the politics of technical decisions*. Newbury Park: Sage Publications.
- Nowotny, H. (1979). *Kernenergie, Gefahr oder Notwendigkeit, Anatomie eines Konflikts*. Frankfurt: Suhrkamp.
- Office of Technology Assessment (1993). *Policy Analysis at OTA: A Staff Assessment*. Washington DC: UNT Digital Library. <http://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc9860/>. Accessed May 17, 2011.
- Phoenix, C. & Drexler, K.E. (2004). 'Safe exponential manufacturing', in: *Nanotechnology*, 15, 869.
- Poel, I. van de (1998). *Changing Technologies: a comparative study of eight processes of transformation of technological regimes*. Enschede: Twente UP, Mumfordreeks.
- Porter, A.L., Rossini, F.A., Carpenter, S.R. & Roper, A.T. (1980). *A Guidebook for Technology Assessment and Impact Analysis*. New York/Oxford: North Holland.
- Rip, A. (1986). 'Controversies as informal technology assessment', in: *Knowledge: Creation, Diffusion, Utilization*, 8, 350.
- Rip, A., T. Misa & J. Schot (1995). *Managing Technology in Society. The approach of constructive technology assessment*. Londen: Frances Pinter.
- RTV Rijnmond (28 maart 2011). 'Argos Oil verliest miljoenen door investering in biobrandstof.' [www.rijnmond.nl/Homepage/Nieuws?view=/News/Default/2011/maart/Argos%20Oil](http://www.rijnmond.nl/Homepage/Nieuws?view=/News/Default/2011/maart/Argos%20Oil)
- Smits, R. (1984). 'De hernieuwde belangstelling voor Technology Assessment', in: *Wetenschap & Samenleving*, nr. 1, 16-25.
- Vlek, C.A.J. (1986). 'Rise Decline and Aftermath of the Dutch Societal Discussion on (Nuclear) Energy', in: Henk A. Becker & Alan L. Porter, *Impact assessment today*. Utrecht: Uitgeverij Jan van Arkel.
- Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (1994). *Besluiten over grote projecten*. Den Haag: Sdu Uitgeverij.
- Wynne, B. (1975). 'The Rhetoric of Consensus Politics: A Critical Review of Technology Assessment', in: *Research Policy*, 4, 3, 1-51.