

Liberalisering: een zaak van instituties en technologie

Ten onrechte wordt vaak te weinig rekening gehouden met de uiteenlopende technische kenmerken van infrastructuur als mede bepalende factor voor het succes van liberalisering. Dit artikel gaat in op de wisselwerking tussen instituties en technologie in geliberaliseerde infrastructuur.

Liberalisering van infrastructuur wordt vooral gezien als een verandering van institutionele randvoorwaarden. Dit moet leiden tot meer concurrentie, privatisering en deregulering. In deze bijdrage wordt betoogd dat deze zienswijze zeer eenzijdig is. Technologie speelt een minstens even belangrijke rol. Dit besef begint pas langzaam door te dringen, nu zich in sommige infrastructuur steeds nadrukkelijker technische problemen manifesteren.

Co-evolutie tussen techniek en instituties

Techniek en instituties zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Technologische veranderingen kunnen ingrijpende gevolgen hebben voor de inrichting van economische en maatschappelijke processen, en omgekeerd kunnen institutionele veranderingen prikkels geven voor veranderingen in technologiekeuzes. Dit ondervinden we momenteel aan den eigen lijve onder andere door de talrijke technische innovaties op het gebied van de informatie- en communicatietechnologie. Zo is het nu bijvoorbeeld technisch mogelijk geworden om op autosnelwegen en in grote steden tol te heffen door middel van elektronische detectie- en betaalsystemen. Dit systeem van 'rekening rijden' kan grootschalig worden toegepast als een middel om het gebruik van ons wegennet beter te spreiden en zodoende de systeemefficiëntie te bevorderen. Het publieke goed

'wegengebruik' is tot een individueel goed geworden waarvoor prijzen gevraagd kunnen worden. Er is geen sprake meer van een fundamenteel marktfalen voor het gebruik van openbare wegen. Als gevolg van de technologische veranderingen kunnen wegen veel meer dan in het verleden als commerciële producten worden aangeboden. (Tolwegen waren in het verleden reeds gebruikelijk. Echter, de controle van het gebruik was afhankelijk van de installatie van fysieke toegangspoorten die de gebruikers moesten passeren. Dit is doorgaans alleen onder zeer specifieke voorwaarden mogelijk, zoals bijvoorbeeld bij bruggen, tunnels, of bepaalde onderdelen van autosnelwegen.) Dit heeft onder andere gevolgen voor de rol van de overheid bij de financiering en exploitatie. Het wegennetwerk kan in beginsel worden geprivatiseerd. In Nieuw-Zeeland is bijvoorbeeld geëxperimenteerd met de privatisering van wegen. In Duitsland heeft recentelijk een discussie plaatsgevonden over de mogelijke privatisering van de 'Autobahnen'. Anderzijds kunnen ook institutionele veranderingen technische innovaties uitlokken. Een recent voorbeeld is de liberalisering van de telecomsector. Nieuwe marktpartijen zoeken versterkt naar technologische vernieuwingen om tot deze lucratieve markt toe te kunnen treden. Dit heeft technologische veranderingen tot gevolg, bijvoorbeeld met betrekking tot de ontwikkeling van concurrerende netwerken. Was de telefoonkabel veertig jaar geleden nog een natuurlijk monopolie, nu zijn er tal van technische alternatieven beschikbaar zoals draadloze verbindingen, de centrale antenne kabel en de glasvezelkabel. Vergelijkbare ontwikkelingen zijn ook in de geliberaliseerde elektriciteitssector waarneembaar. Door de liberalisering is het onder andere noodzakelijk geworden om intelligente meters bij de

ROLF KÜNNEKE
 Universitair hoofddo-
 cent verbonden aan de
 faculteit Techniek,
 Bestuur en Management
 van de TU Delft,

eindverbruikers te plaatsen, die op afstand kunnen worden afgelezen. Dit zal niet alleen de meteropname vereenvoudigen, maar is de opmaat voor geavanceerde technische mogelijkheden gericht op een betere controle en management van het elektriciteitsverbruik van huishoudens (het zogenaamde 'demand side management'). Denk bijvoorbeeld aan de automatische schakeling van wasmachines, diepvriezers, airconditioning of verlichting, afhankelijk van de stoomprijs of de beschikbare eigen opwekcapaciteit. Liberalisering leidt tot productdifferentiatie en zal derhalve technologische innovaties uitlokken.

Uiteraard is het discutabel wat oorzaak en gevolg van de genoemde veranderingsprocessen is, de technologische of de institutionele verandering? Tussen beiden bestaat een wisselwerking, en derhalve wordt in de literatuur ook over co-evolutie gesproken. Van Tunzelmann (2003) omschrijft het bijvoorbeeld als volgt: "Co-evolution implies that the industrial evolution along the path of technology creation and application aligns in some fashion with the governance evolution [...]." In de afgelopen jaren wordt steeds meer aandacht aan dit fenomeen besteed. Perez (2002) geeft een indrukwekkende analyse van de historische ontwikkeling van uiteenlopende infrastructuren in het kader van een dergelijke co-evolutie. De technische levenscycli van infrastructuren zoals waterwegen, spoorwegen, telegrafie, elektriciteit en telefonie lijken allen een bepaald patroon van institutionele en maatschappelijke veranderingen te volgen, die zich overigens ook in de recente ICT bubbel heeft voorgedaan (Lemstra, 2006). Na fasen van opbouw, groei en overmatig optimisme, volgt een crisis die onder andere ingrijpende financiële gevolgen heeft. Deze crisis vormt de basis voor de maatschappelijke inbedding die de nieuwe infrastructuur tot volwassenheid ontwikkelt. Gedurende deze cyclus wordt de nieuwe infrastructuur in economisch maatschappelijke processen geïntegreerd, wat onder andere tot institutionele veranderingen leidt. De nieuwe technologie neemt als het ware zijn eigen specifieke instituties mee (zie hierover bijvoorbeeld ook Arnbak en Lemstra in deze publicatie).

Een illustratief voorbeeld uit de ontwikkeling van de elektriciteitsinfrastructuur is de introductie van elektrische straatverlichting en elektrische tramlijnen rond 1900 in grote Europese steden. Deze nieuwe toepassing van elektriciteit lokte nieuwe regulering uit, die in de beginfase tot een aanzienlijke vertraging van deze innovaties leidde (Millward, 2006).

De mogelijkheden van de elektriciteitsinfrastructuur werden tegengehouden, misschien uit onkunde of omdat de belangen van de reeds aanwezige voorzieningen (gasverlichting en vervoer met paard en wagen) beschermd werden. De doorbraak van de elektriciteitsinfrastructuur kwam later. Elektriciteit werd tot een nutsvoorziening, die voor burgers en bedrijven toegankelijk moest worden gemaakt. In Europa werden de overwegend particuliere energiebedrijven veelal door gemeenten overgenomen. Er kwamen grootschalige initiatieven voor de elektrificatie, waarin in Nederland de provincies een belangrijke rol speelden (Hesselmans, 1995).

Vandaag den dag bestaat er een recht op aansluiting op het elektriciteitsnetwerk. Deze ontwikkelingen vergden ingrijpende institutionele vernieuwingen, onder andere met betrekking tot de bevoegdheden van gemeenten, provincies en de Rijksoverheid in deze nieuwe infrastructuur.

Co-evolutie is een zeer relevant concept voor de ontwikkeling van infrastructuren. Echter, het is nogal op een hoog abstractieniveau geformuleerd en levert onvoldoende inzicht in de achterliggende relaties tussen techniek en instituties (Arthur, 1998; North, 1990).

Het verband tussen techniek en instituties in infrastructuren

De relatie tussen techniek en instituties is bij infrastructuren bijzonder frappant waar het gaat om de waarborg van essentiële technische functies die belangrijk zijn voor het functioneren van het gehele systeem. Denk bijvoorbeeld in de elektriciteitssector aan de balanshandhaving tussen de productie en het verbruik van stroom. Omdat elektriciteit niet kan worden opgeslagen, moet de productie nagenoeg op elk moment gelijk zijn aan de consumptie. Is dit niet het geval dan leidt dit tot grootschalige onderbrekingen. Ter ondersteuning van deze kritieke technische functie zijn derhalve systeembeheerders aangewezen, zoals in Nederland Tennet. Om veilig te stellen dat infrastructuren tenminste in technisch opzicht naar behoren presteren, is het noodzakelijk dat kritieke functies ondersteund worden door geëigende technische en institutionele arrangementen (Finger et al., 2005). Op basis van dit uitgangspunt is het mogelijk de relatie tussen techniek en instituties in infrastructuren verder te operationaliseren.

De technische en institutionele arrangementen ter ondersteuning van de kritieke functies kunnen op basis van hun coördinatiemechanisme nader worden gespecificeerd. De stelling is, dat een zekere mate van coherentie tussen de technische en institutionele coördinatie noodzakelijk is om de technische systeemafhankelijkheden van infrastructuren te kunnen waarborgen. Als het ware moet 'het licht blijven branden'.

Kritieke functies

In het algemeen kunnen vier kritieke functies worden geïdentificeerd die op alle infrastructuren van toepassing zijn. De kritieke functies hebben betrekking op het functioneren van de netwerken, die de ruggengraat vormen van elke infrastructuur:

Interconnectiviteit: de fysieke koppeling tussen verschillende deelsystemen. De interconnectie van telefoonnetwerken is bijvoorbeeld noodzakelijk om lange afstandsgesprekken te kunnen voeren.

Standaardisatie en harmonisatie: dit zijn technische en institutionele normen en standaarden waaronder netwerken functioneren. In de spoorwegsector moeten er bijvoorbeeld technische standaarden zijn met betrekking tot de spoorbreedte, veiligheid en signalering. Harmonisatie is onder andere noodzakelijk met betrekking tot de dienstregeling.

Capaciteitsmanagement: De schaarse capaciteit van de netwerkverbindingen en de knooppunten moet zowel op de korte als op de lange termijn zodanig worden gealloceerd dat bij gegeven systeembepalingen de wensen van de afnemers het beste bevredigd worden. De bovengenoemde balanshandhaving in de elektriciteitssector is een voorbeeld van 'real time' capaciteitsmanagement. Lange termijn capaciteitsmanagement betreft bijvoorbeeld de aanleg van nieuwe gaspijpleidingen of de exploitatie van bronnen voor de drinkwatervoorziening.

Systeemmanagement: Het betreft de instandhouding van het systeem als geheel en de waarborg van de kwaliteit van levering. Voorbeelden zijn vervangingsinvesteringen en netwerkinnovaties.

Coördinatie

De technische en institutionele coördinatie van deze kritieke functies worden ten aanzien van twee kenmerken gekarakteriseerd: het coördinatiemechanisme en de scope. Ten eerste kan het coördinatiemechanisme aangemerkt worden als gecentraliseerd, gedecentraliseerd of een netwerk van gelijken. Figuur 1 kenschetst deze coördinatiemechanismen.

Ten tweede kan de scope van de technische en institutionele coördinatie met elkaar worden vergeleken. De technische scope komt ruwweg overeen met de technisch bepaalde grenzen van het netwerk. Zo kan bijvoorbeeld de watervoorziening regionaal beperkt zijn, terwijl elektriciteitsnetwerken doorgaans internationaal gekoppeld zijn. Binnen deze technische systeemgrenzen is sprake van een sterke onderlinge complementariteit van knooppunten en verbindingen. Indien een hoog-

spanningskabel uitvalt, dan heeft dit technische gevolgen voor het gehele koppelnet. Daarentegen zijn bijvoorbeeld bij de drinkwatervoorziening de technische complementariteiten sterk regionaal beperkt. Derhalve zullen de technische gevolgen van een storing in een watersysteem beperkter zijn.

De scope van de institutionele coördinatie wordt in belangrijke mate bepaald door de toegekende eigendoms- en beslisrechten. Vaak zijn nationale of regionale beheerders van netwerken gebonden aan de politiek bepaalde grenzen van hun voorzieningsgebied. Het kan dus niet zonder meer worden verondersteld dat de technische en institutionele scope samenvallen. Dit kan tot problemen leiden.

Coherentie

Er is sprake van coherentie, indien de technische en institutionele coördinatiemechanismen alsmede de technische en institutionele scope met elkaar overeen komen. De hypothese is dat coherentie tussen de institutionele en technische coördinatie van de vier hierboven genoemde systeemrelevante functies noodzakelijk is om ervoor te zorgen dat infrastructuren ten minste in technisch opzicht naar behoren functioneren. Welke problemen zouden zich kunnen voordoen indien de technische coördinatie van deze functies bijvoorbeeld gebaseerd is op een gecentraliseerde aansturing, terwijl de instituties volgens de traditionele markttheorie decentraal worden gecoördineerd? Waarom is het wenselijk dat de scope van de technische en economische coördinatie zo veel mogelijk in overeenstemming met elkaar is?

De elektriciteitssector kan wederom als voorbeeld dienen. Als gevolg van de liberalisering is de institutionele coördinatie van de kritieke functies in sterke mate gefragmenteerd en

figuur 1

Kenmerken van verschillende coördinatiemechanismen

Coördinatiemechanisme	Technische coördinatie	Institutionele coördinatie
Gecentraliseerd	Gecentraliseerde 'top-down' controle	Geplande economie
Gedecentraliseerd	Gedistribueerde planning: 'bottom-up'	Markteconomie: 'classical contracting'
Netwerk van gelijken	'Peer-to-peer'	Relationele contracten

gedecentraliseerd (Kunneke en Fens, 2007). De voormalige monopolistische en verticaal geïntegreerde bedrijven zijn opgesplitst in verschillende onafhankelijk opererende onderdelen om concurrentie in productie en handel van elektriciteit mogelijk te maken. De netwerken worden als natuurlijke monopolies ook in geliberaliseerde markten gereguleerd. Grofweg kan het institutionele coördinatiemechanisme als gedecentraliseerd worden omschreven. Echter, voor wat betreft de technische coördinatie is de situatie vóór de liberalisering niet anders dan erna. De kritieke functies vereisen een gecentraliseerde technische coördinatie. Als gevolg van de liberalisering is er dus incoherentie ontstaan: een gecentraliseerde technische coördinatie wordt door een gedecentraliseerde institutionele coördinatie ondersteund. Waarom kan dit het technisch functioneren van de stroomsector bedreigen? Kort gezegd komt het erop neer dat in technisch opzicht alle activiteiten in de elektriciteitssector onlosmakelijk als een systeem met elkaar verbonden zijn, terwijl in een geliberaliseerde markt in beginsel autonome en onafhankelijke beslissingen worden genomen die slechts betrekking hebben op deelsystemen. Er is dus geen enkele garantie dat de autonome beslissingen van actoren in een liberale markt 'automatisch' aan de technische systeemeisen voldoen. Derhalve is ervoor gekozen om een systeembeheerder aan te wijzen, die zorg draagt voor de real time capaciteitsmanagement. Hierdoor zijn echter de problemen nog niet opgelost. De beslissingsbevoegdheden van de systeembeheerder zijn sterk beperkt. Bijvoorbeeld capaciteitsbeslissingen voor de middellange en lange termijn liggen nog steeds bij de marktpartijen. Hoe kan de technische betrouwbaarheid worden gewaarborgd als er onvoldoende investeringen in productiecapaciteit en/of netwerken plaatsvinden? Energiebedrijven zullen hun beslissingen afhankelijk maken van de optimalisatie van hun eigen portfolio, zonder rekening te houden met de belangen van het gehele systeem. Het aanhouden van reservecapaciteit is een ander voorbeeld. Voor de individuele ondernemer is dit verliesgevend, omdat deze reserves vermoedelijk maar zelden zullen worden aangesproken. Voor het gehele elektriciteitssysteem is

reservecapaciteit echter noodzakelijk om de betrouwbaarheid te kunnen waarborgen. Hiermee wordt ook het verschil tussen de technische en de institutionele scope geïllustreerd. Ondernemingen en nationale systeembeheerders zullen alleen binnen hun eigen institutionele verantwoordelijkheden beslissingen kunnen nemen om de kritieke functies te waarborgen. Grensoverschrijdende stroomstoringen, zoals recent in West Europa, maken duidelijk dat coördinatie over de institutionele (nationale) grenzen noodzakelijk is om dergelijke technische problemen te voorkomen. Het hier geschetste dilemma zou tot de conclusie kunnen leiden dat liberalisering ten koste gaat van de technische betrouwbaarheid van de elektriciteitssector. Dit is echter alleen maar het geval, indien de technologische coördinatie onveranderd blijft. Het is ook mogelijk tot een nieuwe vorm van coherentie te komen door de techniek meer op een gedecentraliseerde coördinatie te baseren. Indien we het boven geschetste denkbeeld als uitgangspunt hanteren, stelt zich de volgende vraag. Gegeven de specifieke technische en institutionele randvoorwaarden, wat zijn de perspectieven voor een zodanige herstructurering van de uiteenlopende infrastructuren dat er een nieuwe coherentie kan ontstaan tussen geliberaliseerde institutionele structuren en overeenkomstige technologische condities?

Liberalisering en co-evolutie

Belangrijke institutionele veranderingen als gevolg van liberalisering zijn de decentralisatie van de economische beslissingsbevoegdheden, de vergaande splitsing tussen netwerken (die vaak als natuurlijke monopolies worden gezien) en commerciële activiteiten. Daarnaast zal een verschil tussen de institutionele en technologische scope optreden, zoals boven voor de casus van de elektriciteitssector beschreven. In technologisch opzicht worden infrastructuren over het algemeen gekenmerkt door netwerken die een centrale coördinatie van alle hieraan verbonden activiteiten vergen. Indien meer concurrentie, privatisering en deregulering gewenst zijn, dan is dus de vraag hoe de technische coördinatie hierop eventueel kan worden aangepast. Andersom is het natuurlijk ook de vraag, hoe de regulering van sectoren aangepast zou moeten worden als zich technologische innovaties voordoen. De ervaring tot nu toe leert dat hiervoor in de verschillende infrastructuren zeer uiteenlopende mogelijkheden zijn. Enkele voorbeelden kunnen dit illustreren.

Telecommunicatie

In deze sector hebben technologische ontwikkelingen tot een sterke decentralisatie van de technische controle geleid. Daarnaast is ook concurrentie tussen netwerken mogelijk geworden. De koperen telefoondraad is geen natuurlijk monopolie meer. Er is een nieuwe coherentie ontstaan tussen techniek en instituties, waardoor de liberalisering als een succes wordt beschouwd.

Elektriciteit

In de afgelopen eeuw is de elektriciteitssector als een sterk onderling gekoppeld systeem ontwikkeld met een gecentraliseerde coördinatie. Zoals hierboven gesteld, heeft de liberalisering hierin nog geen zicht-



bare verandering gebracht. Toch zijn er duidelijke tendensen die een zekere technische decentralisatie mogelijk lijken te maken. Naast de traditionele grootschalige productie, zijn er in toenemende mate decentrale opwekeenheden die dicht bij de consument stroom tegen een vergelijkbare kostprijs kunnen produceren. Momenteel staat de zogenaamde micro-warmte-kracht centrale (een verwarmingsketel die tevens stroom produceert) in de belangstelling, die individuele huishoudens in staat moet stellen een belangrijk deel van hun elektriciteit zelf op te wekken. Binnen enkele jaren zullen intelligente meters in alle huishoudens geïnstalleerd zijn, die het mogelijk moeten maken het individuele stroomverbruik veel beter te controleren en aan te passen. Ook aan de netwerktechnologie wordt veel aandacht besteed. Er moet meer 'intelligentie' in de netten komen, bijvoorbeeld om elektriciteit gericht te transporteren. Deze ontwikkelingen maken een meer decentrale technische coördinatie mogelijk, die tot een nieuwe coherentie kan leiden.

Spoorwegen

De spoorwegsector bestaat uit verschillende onderdelen, zoals personen- en goederenvervoer, internationaal, nationaal en regionaal vervoer. Voor elk van deze onderdelen bestaat verschillende behoefte aan coördinatie. De hoogste mate van coördinatie is vereist voor internationaal personenvervoer, omdat hier de uiteenlopende technische systemen fysiek op elkaar moeten aansluiten (interconnectiviteit, standardisatie en harmonisatie). Daarnaast is het capaciteitsmanagement een belangrijk aspect, bijvoorbeeld bij de allocatie van de routes en de dienstregelingen. Voor regionale treinen is dit minder complex, zolang zij gebruik maken van eigen spoortrajecten. Het goederenvervoer kan minder complex zijn omdat er geringere eisen aan de routes en reisschema's gesteld kunnen worden. Het coördinatieprobleem is het meest nadrukkelijk aanwezig wanneer deze verschillende vervoersmodaliteiten van dezelfde trajecten gebruik maken. Naast de technische coördinatie moeten hier duidelijke politieke prioriteiten worden gesteld met betrekking tot de vraag welk vervoer voorrang krijgt indien er sprake is van capaciteitstekorten. Op basis van de huidige stand van de technologie is het moeilijk voorstelbaar hoe deze technische en institutionele coördinatie eventueel sterker gedecentraliseerd zou kunnen worden. Het capaciteitsmanagement kan aan een systeembeheerder worden overgelaten indien de netwerken gesplitst worden van de vervoersactiviteiten. De ervaring leert echter dat de coördinatieproblemen hierdoor eerder toenemen. Engeland heeft een zeer vergaande vorm van spoorwegliberalisering doorgevoerd. Nadat zich enkele opzienbare dodelijke spoorincidenten hebben voorgedaan, moest die beleid gedeeltelijk worden herzien. Bovendien zijn in Engeland de kosten significant gestegen.

Post

De postsector biedt mogelijkheden voor concurrentie tussen verschillende logistieke netwerken. Door deze concurrentie tussen netwerken bestaat er minder behoefte aan een splitsing tussen de verschillende onderdelen van de waardeketen. In beginsel kunnen verschillende geïntegreerde netwerken naast elkaar functioneren. Voor elk van deze netwer-

ken kunnen de kritische functies bedrijfsintern en centraal gecoördineerd worden, zowel institutioneel als technisch. Omdat postzendingen kunnen worden opgeslagen, is bovendien de coördinatie tussen verschillende aanbieders en netwerken een kwestie die door middel van bilaterale afspraken opgelost kan worden. In dit geval is coherentie gewaarborgd.

Drinkwater

De drinkwatersector functioneert als een regionale voorziening met onafhankelijke netwerken. De drinkwatervoorziening wordt gekenmerkt door een hoge mate van technische integratie van waterwinning, zuivering, opslag, distributie en kwaliteitscontrole. Belangrijke systeemfuncties dienen onder de huidige technologische voorwaarden centraal te worden gecoördineerd. Ten aanzien van het systeemmanagement is de bewaking van de kwaliteit van het drinkwater een zeer belangrijke taak. Alle onderdelen van de drinkwatervoorziening zijn hiermee gemoeid. Bij het capaciteitsmanagement zijn de opslag en balanshandhaving belangrijke aspecten. Drinkwater kan maar voor een beperkte periode worden opgeslagen. Derhalve moeten de productie en het verbruik ook goed op elkaar worden afgestemd. De doorstroming van water door het leidingnetwerk wordt sterk bepaald door de capaciteit van het gehele systeem. Er is geen mogelijkheid om water gericht door het netwerk te leiden. Bovendien is het transport sterk regionaal gebonden. De transportkosten zijn zeer hoog. Voor deze centrale technische coördinatie zijn onder de huidige omstandigheden geen realistische alternatieven denkbaar. Op basis van deze technologische voorwaarden is liberalisering en splitsing van de waardeketen geen optie. Wel is het denkbaar dat bijvoorbeeld grote bedrijven een eigen watervoorziening hebben die zij integraal beheren, zoals sommige papierfabrieken in de Veluwe. Dit is een voorbeeld van concurrentie tussen private en publieke netwerken. Maar ook in dit geval blijft het integrale systeembeheer behouden.

Beleidsimplicaties

Technologie speelt een belangrijke rol bij de liberalisering van infrastructuur. Aan de co-

evolutie tussen techniek en instituties zouden ook beleidsmakers veel meer aandacht moeten besteden.

Ten eerste zou veel meer rekening moeten worden gehouden met technologische verschillen tussen infrastructures. Er moet meer inzicht worden verworven in de manier waarop kritische functies gewaarborgd kunnen worden, zowel technisch als institutioneel. Dit vergt een interdisciplinaire aanpak, die veel verder gaat dan de marktanalyses van economen of de technische systeembenaderingen van ingenieurs. Dit artikel beoogt een eerste aanzet te geven voor een dergelijke benadering. Het wordt echter duidelijk, dat liberalisering verder gaat dan 'concurrentie, privatisering en deregulering'. De techniek heeft doorslaggevende betekenis voor het succes of falen van dergelijke operaties. Hierbij moet worden opgemerkt, dat niet verwacht mag worden dat de co-evolutie altijd coherentie tussen techniek en instituties impliceert. In tegendeel, een zekere mate van incoherentie kan een prikkel zijn voor innovaties. Dit mag echter niet tot de naïeve veronderstelling leiden, dat de technologie zich probleemloos zal aanpassen aan de gewijzigde institutionele randvoorwaarden. Technisch falen van infrastructures kan vergaande gevolgen hebben, zoals de spoorongelukken in Engeland en de black-outs in de elektriciteitssector duidelijk maken.

Ten tweede zou het beleid gewenste technologische veranderingen in sterkere mate moeten ondersteunen. Indien bijvoorbeeld liberalisering van de energiesector gewenst is, dan zou de technologische transitie ondersteund moeten worden. Dit kan bijvoorbeeld heel gericht gebeuren door middel van subsidies voor decentrale technologieën of investeringen in intelligente netwerken. In de energiesector worden momenteel transitie-experimenten uitgevoerd die de duurzaamheid moeten stimuleren.

Het probleem is echter, dat vaak op voorhand nog onvoldoende duidelijk is, welke technologieën uiteindelijk het meest succesvol zullen zijn en welke eigenschappen toekomstige infrastructuursysteem hebben. Beleidsmakers

kunnen daarom ook bewust mogelijkheden creëren voor experimenten. Waarom zou het bijvoorbeeld niet mogelijk zijn om in nieuwbouwwijken of industrieterreinen te experimenteren met nieuwe energieconcepten? Dit is echter gemakkelijker gezegd dan gedaan, omdat het huidige systeem vaak onvoldoende in staat is om nieuwe concepten te integreren. De verandering van één systeemelement kan tot gevolg hebben dat ook andere elementen aangepast moeten worden. Denk bijvoorbeeld aan de integratie van windenergie of kleinschalige warmte-kracht-koppeling. Vanaf een bepaalde omvang zijn netwerk-aanpassingen nodig om de balanshandhaving te kunnen waarborgen. Ook zijn er soms financiële prikkels die technische innovaties tegenwerken. De huidige netwerktarieven voor elektriciteit veronderstellen bijvoorbeeld dat in beginsel voor het gebruik van hoog-, midden-, en laagspanningsnetten betaald moet worden. Decentrale opwekkers maken echter alleen gebruik van het laagspanningsnet, maar moeten evengoed voor andere netten meebetalen.

Vóór de liberalisering werden infrastructures vaak als een technisch domein van ingenieurs gezien; na de liberalisering lijkt dit omgeslagen te zijn in een eenzijdige nadruk op de economische en maatschappelijke aspecten. We moeten ook in dit opzicht op zoek naar een nieuw evenwicht tussen techniek en instituties.

LITERATUUR

- Arnbak, J. C. en Lemstra, W. (2006) Van telefonie- naar een Internet wereld, *Economisch Statistische Berichten*, 91(4500s).
- Arthur, W. B. (1988) Arthur, W. Brian, "Self-Reinforcing Mechanisms in Economics", in Anderson, Philip, Kenneth J. Arrow and David Pines, eds. *The Economy as an Evolving Complex System*. Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity, vol. 5, Redwood City California, Addison Wesley
- Finger M., Groenewegen, J. en Künneke, R. (2005) The quest for coherence between institutions and technologies in infrastructures. *Journal of Network Industries*, vol. 6, nr. 4.
- Hesselmans, A.N. (1995) *De ware ingenieur: Clarence Feldmann. Delfts hoogleraar en grondlegger van de provinciale elektriciteitsvoorziening*. Utrecht, Stichting Histosearch
- Künneke, R.W. en Fens, T. (2007) Ownership unbundling in electricity distribution: The case of The Netherlands. *Energy Policy*.
- Lemstra, W. (2006) *The Internet Bubble and the Impact on the Development Path of the Telecom sector*. Dissertatie Technische Universiteit Delft, Delft
- Millward, R. (2005) *Private and Public Enterprise in Europe. Energy, telecommunications and transport 1830 – 1990*. Cambridge: Cambridge University Press
- North, D.C. (1990) *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge: Cambridge University Press
- Perez, C. (2002) *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Cheltenham UK, Edward Elgar Publishers.
- Van Tunzelman, N. (2003) Historical co evolution of governance and technology in the industrial revolutions. *Structural Change and Economic Dynamics*, vol.14, 365-384.

