

XII

Waren investeringen in infrastructuur produktief in Nederland (1850–1913)?

JAN JACOBS, PETER GROOTE EN JAN-EGBERT STURM¹

1. Inleiding

Sinds 1989 werken onderzoekers van de universiteiten van Groningen en Utrecht aan de (re)constructie van de Nederlandse nationale rekeningen over de periode 1800–1940. Hierdoor komt langzamerhand een schat aan datamateriaal beschikbaar, dat zich uitstekend leent voor verdere analyse. In dit artikel gebruiken we een klein gedeelte van het unieke cijfermateriaal om te onderzoeken wat het effect is geweest van investeringen in infrastructuur op de Nederlandse productie in de tweede helft van de negentiende eeuw. Is er in die periode een effect geweest, en zo ja was het positief of negatief?

De laatste jaren hebben macro-economen en politici het idee omarmd dat investeringen in infrastructuur heilzaam werken op economische groei. Dit idee is niet nieuw. Economische historici en ontwikkelingseconomen hebben investeringen in infrastructuur altijd een belangrijke rol toegedicht als het ging om het bewerkstelligen van economische groei. Rostow beschouwde investeringen in infrastructuur, of zoals hij ze noemde ‘social overhead capital’, als één van de voorwaarden voor de start van moderne economische groei: permanente groei kan alleen ontstaan bij

1 CCSO en Faculteit der Economische Wetenschappen, Rijksuniversiteit Groningen. Dit artikel is gebaseerd op P.D. Groote, J.P.A.M. Jacobs en J.E. Sturm, ‘Output responses to infrastructure investment in the Netherlands 1853–1913’, *Groningen Growth and Development Centre Research Memorandum* GD-24 (Groningen, 1995) en J.E. Sturm, J.P.A.M. Jacobs en P.D. Groote (1995), ‘Productivity impacts of infrastructure investments in the Netherlands 1853–1913’, *SOM Research Report* Nr. 95D30 (Groningen, 1995). We bedanken Ben Gales, een anonieme referent en de redactie van het NEHA-jaarboek 1996 voor commentaar en suggesties.

een bepaald niveau van 'social overhead capital'.² Volgens Hirschman hoeft het bereiken van een bepaald niveau van 'social overhead capital' geen belemmering te zijn voor economische groei.³ Een overschot aan 'social overhead capital' kan tot economische groei leiden. Daarnaast kan een tekort aan 'social overhead capital' schaarse financiële middelen vrijmaken in de beginfasen van economische ontwikkeling. Deze besparingen wegen vaak op tegen de iets hogere transactiekosten.

David heeft de aandacht gevestigd op mogelijke neveneffecten van investeringen in infrastructuur.⁴ Herhaaldelijk heeft hij gewezen op de rol die een 'groot technische systeem', zoals transport infrastructuur, kan spelen bij het creëren van padafhankelijkheid in de economische ontwikkeling. Volgens David hebben dergelijke systemen een veelvoud aan relaties met andere delen van de economie. In principe kunnen de potentiële voordelen dus uitgebuit worden door economische agenten in allerlei andere sectoren. Wanneer door een of andere – vaak exogene – schok een nieuw technisch systeem tot stand komt, schept dat allerlei mogelijkheden voor technologische en organisatorische verbeteringen. Een van de voorbeelden die David geeft is de opkomst van de computer, die zowel in de dienstensector als in de industrie tot grote veranderingen heeft geleid. Hoewel dergelijke voordelen achteraf gezien voor het opscheppen lijken te liggen, duurt het vaak verrassend lang voordat ze op grote schaal gerealiseerd blijken te worden. Eerst moeten economische agenten namelijk hun gedrag aanpassen, dat was gebaseerd op het inmiddels achterhaalde technische systeem en vaak over een periode van jaren of zelfs decennia was ingeslepen. Bovendien moeten ze hun vaste kapitaalgoederen afschrijven en vernieuwen en soms veranderen van vestigingsplaats. Dit alles kost tijd en geld. Wanneer economische agenten deze aanpassingen uiteindelijk hebben doorgevoerd en er kosten voor hebben gemaakt, kunnen zij vervolgens bijna niet meer overstappen op een ander groeipad: zij zijn met handen en voeten gebonden aan het gekozen technische systeem. Op microniveau kan een dergelijke padafhankelijkheid, of *hysteresis* zoals het binnen de economie ook wel wordt genoemd, de verklaring zijn voor het individuele gedrag van economische agenten. Als zodanig kan het smeulige verhalen opleveren, bijvoorbeeld over ondernemers die hun administratie zijn gaan automatiseren maar voor de zekerheid een parallelle administratie op papier blijven aanhouden. In plaats van kostenbesparingen hebben ze dan feitelijk voor kortere of langere tijd te maken met hogere kosten! Als

2 W.W. Rostow, *The stages of economic growth: a non-communist manifesto* (Cambridge MA, 1960).

3 A.O. Hirschman, *The strategy of economic development* (New Haven, 1958).

4 P.A. David, 'Clio and the economics of QWERTY', *American Economic Review* 75 (1985) 332–337; P.A. David, 'The dynamo and the computer: an historical perspective on the modern productivity paradox', *American Economic Review* 80 (1990) 355–361.

het nieuwe technische systeem inderdaad centraal staat in de economie, kan padafhankelijkheid op macroniveau van belang zijn in de verklaring van de geaggregeerde economische ontwikkeling.

De hernieuwde belangstelling van macro-economen voor het effect van investeringen in infrastructuur kan voor een belangrijk deel op het conto worden geschreven van Aschauer.⁵ Hij heeft onderzocht of de produktiviteitsvermindering in de Verenigde Staten in de jaren zeventig zou kunnen zijn veroorzaakt door een gebrek aan publieke infrastructuur. Zijn conclusies kregen veel aandacht: tussen 1949 en 1985 heeft een stijging van de publieke kapitaalgoederenvoorraad met 1% de productie *ceteris paribus* met 0,39% laten toenemen. Aschauer's resultaten waren koren op de molen van presidentskandidaat Clinton die op zoek was naar een thema voor zijn verkiezingscampagne. Hij maakte extra overheidsinvesteringen tot speerpunt van zijn binnenlands beleid.

Aschauer's onderzoek is niet geheel onomstreden. Veel economen beschouwen de gevonden elasticiteit als onwaarschijnlijk hoog, zie bijvoorbeeld Gramlich of Sturm en De Haan.⁶ Bovendien is Aschauer's werkwijze bekritiseerd. Hij gaat uit van een Cobb-Douglas produktiefunctie, waaraan publiek kapitaal als extra produktiefactor is toegevoegd. Het veronderstellen van dit type produktiefunctie is te restrictief. Econometristen hebben erop gewezen dat in veel studies à la Aschauer tijdreeks eigenschappen van de variabelen worden veronachtzaamd. Kritiek van geheel andere aard is afkomstig van Krugman.⁷ Naar aanleiding van Clintons verkiezingsprogramma vroeg hij zich af of er wel voldoende produktieve infrastructurele projecten waren om de gewenste economische groei te bewerkstelligen.

In dit artikel zullen we laten zien dat investeringen in infrastructuur in de tweede helft van de negentiende eeuw een positief effect hebben gehad op de Nederlandse produktie. We zullen dit doen door de retoriek van de economische geschiedenis te combineren met moderne econometrische technieken. Het nieuwe van het onderzoek schuilt zowel in de methode van onderzoek als in het object van onderzoek. In plaats van regressies à la Aschauer gebruiken we op tijdreeksanalyse gebaseerde econometrische technieken, die binnen de economische geschiedenis nog niet tot het standaardrepertoire behoren. Terwijl tot nu toe alleen vergelijkbaar onderzoek is verricht voor de periode na de Tweede Wereldoorlog, zijn we in staat de effecten van investeringen in infrastructuur te onderzoeken voor Nederland in

5 D.A. Aschauer, 'Is public expenditure productive?', *Journal of Monetary Economics* 23 (1989) 177–200.

6 E.M. Gramlich, 'Infrastructure investment: a review essay', *Journal of Economic Literature* 32 (1994) 1176–1196; J.E. Sturm en J. de Haan, 'Is public expenditure really productive? New evidence from the USA and The Netherlands', *Economic Modelling* 12 nr. 1 (1995) 60–72.

7 P.R. Krugman, *Peddling prosperity: economic sense and nonsense in the age of diminished expectations* (New York, 1994).

de tweede helft van de negentiende eeuw door gebruik te maken van een nieuwe, unieke verzameling gegevens. Het idee dat uitbreiding van de infrastructuur belangrijk is geweest voor de Nederlandse economie is natuurlijk niet nieuw. Onze kwalitatieve onderbouwing ervan is echter wel nieuw. Met de gebruikte methode vatten we informatie uit de gehele beschouwde periode, de tweede helft van de negentiende eeuw, samen. Daardoor zijn we helaas niet in staat uitspraken te doen over de timing van de economische groeiproces in Nederland. Het artikel presenteert eerste onderzoeksresultaten; deze hebben betrekking op korte- en middellange termijn effecten van infrastructurele investeringen.

Het is niet vergezocht om juist in deze periode het effect voor Nederland te onderzoeken. Tussen infrastructuur en economische ontwikkeling bestaat een relatie. De Vries en Van der Woude hebben erop gewezen dat de positie van Nederland als economische supermacht in het pre-industriële tijdperk voor een groot deel te danken was aan de infrastructuur.⁸ In het begin van de negentiende eeuw stagneerde de economische ontwikkeling, vanwege gebreken aan dezelfde infrastructuur.⁹ Aan het einde van de negentiende eeuw kwam de economische ontwikkeling in Nederland pas echt van de grond. Wederom wordt infrastructuur regelmatig als oorzaak aangeduid, zie bijvoorbeeld De Jonge.¹⁰

De rest van dit artikel is als volgt opgebouwd. De volgende paragraaf heeft de ontwikkeling van de Nederlandse economie in de negentiende eeuw als onderwerp. We zullen ingaan op de bij historici gangbare inzichten over de rol die infrastructuur heeft gespeeld bij het versnellen dan wel vertragen van economische groei in het verleden. Paragraaf 3 beschrijft onze data. In paragraaf 4 leggen we de econometrische technieken uit en worden de uitkomsten gepresenteerd. Het geschatte model wordt uitgebreid geanalyseerd in paragraaf 5. We zullen laten zien dat in ons model de tijdreeks van produktie een karakteristiek patroon vertoont na een éénmalige schok in investeringen in infrastructuur. We zijn evenwel in staat een plausibele onderbouwing te geven voor dit patroon. We besluiten dit artikel met onze conclusies.

2. De Nederlandse economie in de tweede helft van de negentiende eeuw

Hoewel er nog steeds geen volledige overeenstemming bestaat over de details van de Nederlandse economische ontwikkeling in de negentiende eeuw, zijn enkele

8 J. de Vries en A.M. van der Woude, *Nederland 1500-1815: de eerste ronde van moderne economische groei* (Amsterdam, 1995).

9 Zie bijvoorbeeld R.T. Griffiths, *Industrial retardation in The Netherlands 1830-1850* ('s-Gravenhage, 1979).

10 J.A. de Jonge (1968), *De industrialisatie in Nederland tussen 1850 en 1914* (Amsterdam, 1968).

gestileerde feiten inmiddels algemeen geaccepteerd. De rijkdom van de Republiek was vanaf de zestiende en de zeventiende eeuw voornamelijk gebaseerd op comparatieve voordelen in transport, landbouw, energie en gedecentraliseerde instituties.¹¹ Om beter gebruik te kunnen maken van de belangrijkste aanvoerroute, de zee, werd een goed functionerend stelsel van trekvaarten aangelegd. Turf en windenergie vormden goedkope natuurlijke energiebronnen. Een zeer productieve landbouwsector stond het uitbetalen van hoge reële lonen toe, hetgeen de binnenlandse vraag ten goede kwam. Nederland verkreeg een dominante positie in de internationale handel en het bankwezen, en veroverde een winstgevend koloniaal rijk.

Aan het begin van de negentiende eeuw teerde Nederland nog steeds op de verworvenheden van vroeger dagen: hoge produktiviteitsniveaus in internationale diensten, vooral transport en financiële diensten, in de landbouw en in de industriële verwerking van koloniale waren. In de eerste decennia van de negentiende eeuw nam de druk van buitenlandse concurrentie op de fundamente van de Nederlandse rijkdom langzamerhand toe. Tabel 1 laat zien dat in 1820 het bruto binnenlands produkt (BBP) van Nederland lager was dan het BBP van het Verenigd Koninkrijk, maar hoger dan het BBP van Duitsland. De tabel illustreert bovendien dat Duitsland na 1820 inloopt op Nederland, zonder echter ons land te passeren tot 1913.

Tabel 1. *Niveaus (in 1990 Geary Khamis dollars) en samengestelde groeivoeten (percentages) van het bbp per hoofd van de bevolking in Nederland, het Verenigd Koninkrijk en Duitsland*

	Nederland	Ver. Koninkrijk	Duitsland	Nederland	Ver. Koninkrijk	Duitsland
1820	1561	1756	1112			
1850	1888	2362	1476	0,64%	0,99%	0,95%
1890	3113	4099	2539	1,26%	1,39%	1,37%
1913	3950	5032	3833	1,04%	0,90%	1,81%

Bron: Maddison (1995), Tabel D-1a.

De relatief langzame ontwikkeling kan voor een groot deel worden verklaard uit het feit dat vroegere voordelen nadelen werden. Mokyr bijvoorbeeld, noemt hoge en starre reële lonen als een groeivertragende factor, in combinatie met een overheid die worstelde met het afbetalen van de staatsschuld die enorm was toegenomen tijdens de Franse bezetting en vervolgens onder Koning Willem I.¹² Boven-

11 Zie De Vries en Van der Woude, *Nederland 1500-1815*, 27-31.

12 J. Mokyr, *Industrialization in the Low Countries 1795-1850* (New Haven, 1976).

dien frustrerden institutionele beperkingen op lokaal niveau initiatieven van ondernemers. Het belang van institutionele verstarring is kortgeleden kwantitatief bevestigd in de dissertaties van Horlings en Smits.¹³ Griffiths wijst op de hoge kosten van ruwe grondstoffen, in het bijzonder kolen en ijzer, die moesten worden geïmporteerd bij gebrek aan natuurlijke hulpbronnen.¹⁴ Ontbrekende infrastructuur impliceerde hoge transport- en communicatiekosten. Ook in de al gememooreerde dissertatie van Horlings wordt gewezen op het achterblijven van de productie en produktiviteit van de binnenlandse transportdiensten, veroorzaakt door een uit de tijd geraakte infrastructuur.¹⁵ Kortom, gebreken aan de infrastructuur nemen een centrale positie in bij het verklaren van de relatief slechte economische prestaties van Nederland in de eerste helft van de negentiende eeuw.

In de loop van de negentiende eeuw werden kleine tekenen van een geleidelijke transformatie zichtbaar. De overheid saneerde haar uitgaven, vooral door gebruik te maken van de overschotten uit Nederlands-Indië. Hierdoor konden de zware accijnzen op eerste levensbehoeften worden afgeschaft, hetgeen leidde tot een toename van de binnenlandse vraag, en tot een reductie van de inkomensongelijkheid.¹⁶ Deze ontwikkeling werd nog versterkt doordat onze landbouwsector produkten ging afzetten op de thuismarkten van onze geïndustrialiseerde buurlanden, vooral die van het Verenigd Koninkrijk. Een ander voorbeeld van een bescheiden positieve ontwikkeling was de voltooiing in 1852 van een publiek infrastructuur project van een ongekennde schaal: de drooglegging van de Haarlemmermeer.

De grote doorbraak kwam na 1860 door een grootschalige opwaardering van de infrastructuur. Het Parlement nam in 1860 de eerste Spoorwegwet aan. Daardoor kon de centrale overheid beginnen met de aanleg van een nationaal spoorwegnet. Voor 1860 bestond het Nederlandse spoorwegnet uit vier afzonderlijke trajecten met een totale lengte van 350 kilometer. In 1885 lag er 1250 kilometer spoorweg van de overheid, en 1030 kilometer aan private spoorlijnen. De publieke en private spoorwegen waren onderling goed verbonden en vormden een geïntegreerd net. Over de periode 1860–1913 bedroeg de bruto kapitaalvorming in spoorwegen gemiddeld 11,5 miljoen gulden van 1913, met een uitschieter naar boven van 20,5 miljoen in 1866. Deze activiteiten besloegen (gewogen gemiddeld over 1860–

13 E. Horlings, *The economic development of the Dutch service sector 1800-1850: trade and transport in a premodern economy* (Amsterdam, 1995); J.P. Smits, *Economic growth and structural change in the Dutch service sector, 1850-1913: the role of trade and transport in the process of 'modern economic growth'* (Amsterdam, te verschijnen).

14 Griffiths, *Industrial retardation in The Netherlands 1830–1850*.

15 Horlings, *The economic development of the Dutch service sector 1800-1850*.

16 Zie J.W. Drukker en P.G. Tassenaar, 'The paradoxes of modernization and material well-being in The Netherlands in the nineteenth century', in R. Floud en R. Steckel (editors), *Health and welfare during industrialization* (Chicago, 1996).

1885) meer dan 1% van het nationale inkomen. Al deze gegevens zijn ontleend aan Groote.¹⁷

Tegelijkertijd werd het bestaande systeem van natuurlijke en kunstmatige waterwegen uitgebreid, verder geïntegreerd, en gemoderniseerd. Tot ongeveer 1860 vertrouwde Nederland op zijn natuurlijke en historische waterwegen, met rivieren, trekvaarten daterend uit de zeventiende eeuw, en kustwateren en riviermondingen.¹⁸ Deze waren echter ongeschikt voor de toegenomen behoefte aan transport. Verziltiging van riviermondingen belemmerde het binnenvaren van onze belangrijkste havens. De grote rivieren waren niet diep genoeg in de zomer, lagen vol met ijs in de winter, en stroomden over in de lente. Veel kleine rivieren en trekvaarten moesten worden verbreed en onderling worden verbonden, maar gebrek aan samenwerking tussen lokale overheden verhinderde dit. Tussen 1820 en 1830 werd een aantal kanalen gegraven in een eerste poging om de problemen het hoofd te bieden, maar tussen 1830 en 1850 gebeurde er niets meer.

Na 1850 werden de grote rivieren, die de verbindingen vormden tussen de havens van Amsterdam en Rotterdam en het Duitse achterland, verbeterd zodat er het gehele jaar op kon worden gevaren. Bovendien kregen Amsterdam en Rotterdam directe verbindingen met de Noordzee. In Amsterdam begon een Londens bedrijf aan de klus. Investeerders geloofden in eerste instantie dat het uitgraven van een kanaal in combinatie met landaanwinning in de omgeving van Amsterdam een winstgevende onderneming zou zijn. Dit bleek echter een vergissing: het project bleek veel duurder dan voorzien. Met steun van de centrale overheid kon het alsnog worden afgemaakt. Ook werden havens en kaden aangelegd. Al met al bereikte de kapitaalvorming in kanalen en havens een topniveau in 1870, met een bedrag van meer dan 15 miljoen guldens van 1913.

We kunnen dus aan het einde van ons historisch overzicht concluderen dat investeringen in infrastructuur de integratie van markten, die daarvoor zowel regionaal als functioneel gescheiden waren, lijkt te hebben bewerkstelligd of op zijn minst mogelijk heeft gemaakt. De Jonge heeft een prominente rol gespeeld bij de verspreiding van dit inzicht.¹⁹ Hij concludeerde dat de groeisput van de Nederlandse industrie omstreeks 1890 is begonnen na aanzienlijke verbeteringen in infrastructuur in de jaren daarvoor. In navolging van Van Zanden legt Smits de aanvang van het proces van moderne economische groei in Nederland al in de periode 1850-1870.²⁰ Ook hij legt de nadruk op de rol die de verbetering van de transport-

17 P.D. Groote, *Kapitaalvorming in infrastructuur in Nederland, 1800-1913* (Groningen, 1995).

18 Zie bijvoorbeeld A. van der Woud, *Het lege land: de ruimtelijke orde van Nederland 1789-1848* (Groningen, 1988).

19 De Jonge, *De industrialisatie in Nederland tussen 1840 en 1914*.

20 J.L. van Zanden, 'De Nederlandse economie in de negentiende eeuw en het Britse model', *Tijdschrift voor Geschiedenis* 108 (1995) 50-66; Smits, *Economic growth and structural change in the Dutch service sector, 1850-1913*.

en communicatie infrastructuur gespeeld heeft in het op gang brengen van een proces van marktintegratie.

Historici onderschrijven over het algemeen de bovenstaande beschrijving van de economische ontwikkeling, zonder hun geloof te staven aan de hand van kwantitatieve maatstaven. Door gebruik te maken van een nieuw, gedetailleerd databestand voor de tweede helft van de negentiende eeuw zijn we in staat een empirische onderbouwing te geven van de gangbare opinie dat investeringen in infrastructuur een belangrijke rol hebben gespeeld in de economische ontwikkeling van Nederland in de tweede helft van de negentiende eeuw. Voordat we echter daartoe overgaan beschrijven we in de volgende paragraaf eerst onze data.

3. De data

We gebruiken voor onze analyses een vijftal reeksen afkomstig uit het onderzoeksproject 'Reconstructie van de Nationale Rekeningen voor Nederland, 1800–1940', namelijk het bruto binnenlands produkt (BBP), de investeringen in machines, en de investeringen in infrastructuur als geheel, en vervolgens deze uitgesplitst naar hoofdspoorwegen en de rest (zie verder beneden). Aangezien we de aandacht willen vestigen op infrastructuur gaan we daar in deze paragraaf dieper op in, en volstaan we met voor het bruto binnenlands produkt te verwijzen naar Horlings e.a., en voor de investeringen in machines naar Clemens e.a.²¹ De reeksen voor BBP en investeringen in machines zijn afgebeeld in figuur 1.

De gegevens over de infrastructurele ontwikkeling komen uit Groote.²² Hij geeft jaarcijfers voor de investeringen in infrastructuur en de kapitaalgoederenvoorraad ervan, zowel in lopende als in constante prijzen, en uitgesplitst naar sector of type. Hij heeft zich consequent gehouden aan het systeem van nationale rekeningen van de Verenigde Naties en gewerkt volgens de *perpetual inventory*-methode van Goldsmith.²³ Infrastructuur kent een aantal kernkarakteristieken, zoals publiek van karakter, van fundamenteel belang voor andere sectoren, de investeringen zijn niet-verhandelbaar en geschieden schoksgewijs, en er is sprake van ondeelbaarheden in technische en ruimtelijke zin. Infrastructurele investeringen geschieden in achttien sectoren op het gebied van transport, telecommunicatie, openbaar nut en waterstaat. Naast spoor- en tramwegen, wegen, scheepvaartwegen, havenwerken en

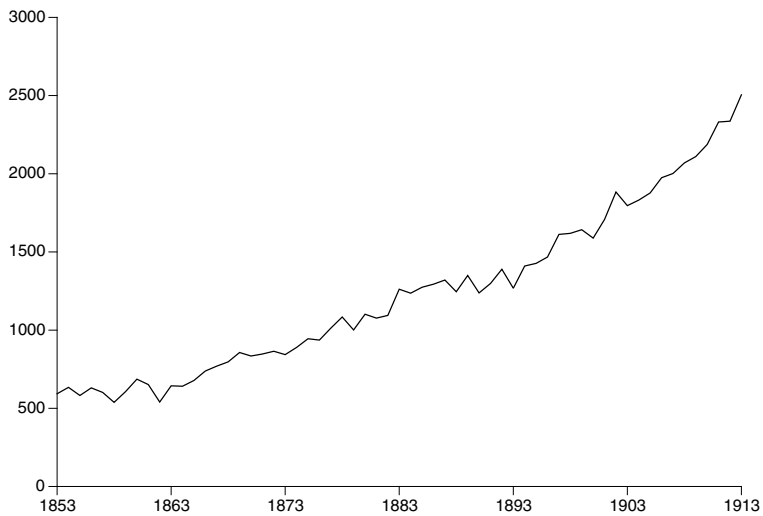
21 E. Horlings, J.P. Smits en J.L. van Zanden, 'Economic growth and structural change in the Dutch economy', *Economic and Social History in the Netherlands* (te verschijnen); A. Clemens, P.D. Groote en R. Albers, 'Growth theory applied to the role of physical and human capital in economic growth: The Netherlands, 1850-1913', *Economic and Social History in the Netherlands* (te verschijnen).

22 Groote, *Kapitaalvorming in infrastructuur in Nederland, 1800–1913*.

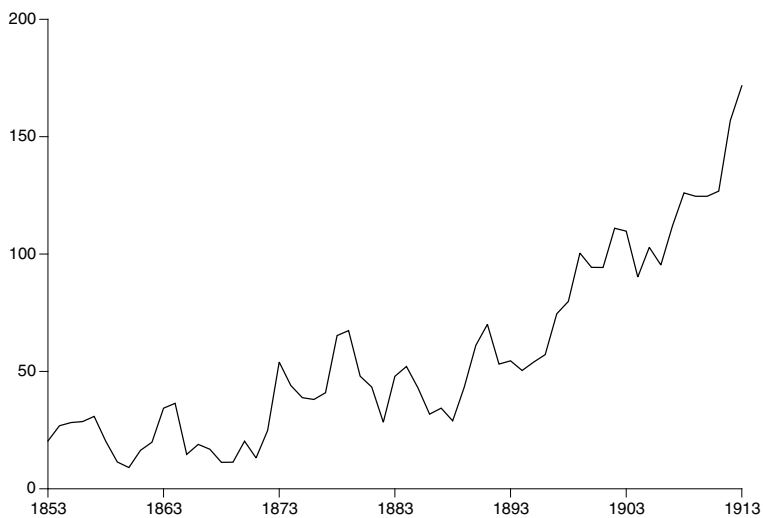
23 R.W. Goldsmith, *A perpetual inventory of national wealth* (New York, 1951).

Figuur 1. *Bruto binnenlands produkt en investeringen in machines in Nederland 1850–1913 (constante prijzen, guldens van 1913)*

bruto binnenlands produkt



investeringen in machines

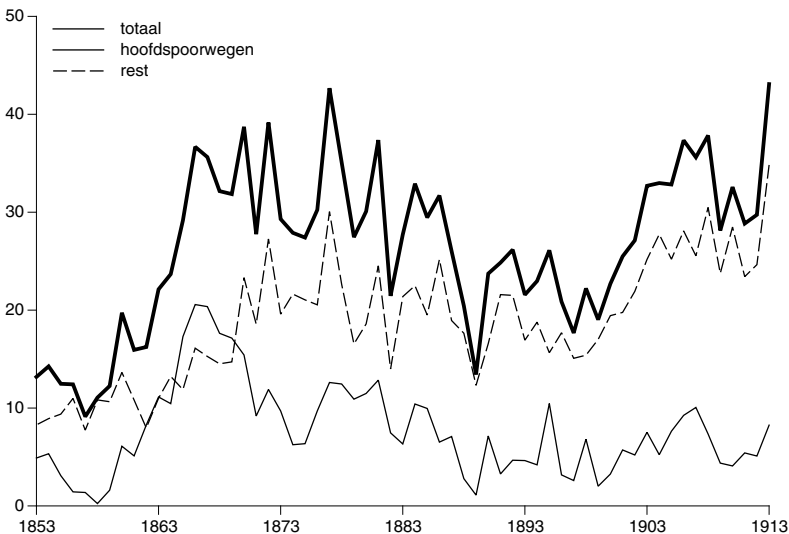


kaden worden telegrafie en telefonie, gas, waterleiding en elektriciteit, afwatering en drainage, zee- en rivierdijken en landaanwinning onderscheiden. Hierbij worden alleen investeringen met echte infrastructuur kenmerken meegenomen, dit betekent bijvoorbeeld dat de vaste spoorweglijnen wel worden meegenomen, maar het rollend materieel niet.

De tijdreeksen zijn opgebouwd vanaf het microniveau, uitgaand van boekhoudingen van individuele bedrijven, overheidsrapporten en andere bronnen. De detailgegevens zijn sectorsgewijs geaggregeerd tot bruto kapitaalvorming. De onderverdeling maakt het mogelijk sectorspecifieke deflatoren en veronderstellingen over levensduur en afschrijvingen van de *perpetual inventory*-methode te gebruiken. Dit alles komt de transparantie van de tijdreeksconstructie ten goede. Bovendien betekent het dat de uiteindelijke tijdreeksen eenvoudig kunnen worden gesaggregeerd. In dit artikel maken wij gebruik van deze mogelijkheid door te bekijken wat het effect is geweest van investeringen in hoofdspoorwegen alleen. Figuur 2 toont het verloop van de investeringen in infrastructuur en het aandeel van de hoofdspoorwegen daarin.

Onze steekproef begint in 1853. Hierdoor wordt de piek van 1852 vermeden, die zoals boven is beschreven valt terug te voeren op de drooglegging van de Haarlemmermeer. Wat betreft investeringen in infrastructuur hadden we eerder

Figuur 2. *Investerings in infrastructuur, totaal en uitgesplitst naar hoofdspoorwegen en de rest: Nederland 1850–1913 (constante prijzen, guldens van 1913)*



kunnen beginnen; hierover zijn vanaf 1800 gegevens beschikbaar. De reeksen voor BBP en investeringen in machines gaan (voorlopig) niet verder terug dan 1850. Alle reeksen zijn vooraf omgezet in natuurlijke logaritmen. Tijdreeks analyse heeft het trend-stationaire karakter van de door ons gebruikte reeksen aan het licht gebracht, d.w.z. de reeksen fluctueren rondom een trend.²⁴ We hebben de reeksen geschoond voor de trend en gebruiken dus niet de niveaus van de reeksen (in logs) maar de afwijkingen ten opzichte van de trendmatige ontwikkelingen. Onze analyses kunnen hierdoor geen uitsluitsel geven over effecten op de lange termijn. De effecten op de korte en de middellange termijn zijn nochtans niet onaanzienlijk.

In onze analyses hebben we ervoor gekozen om cijfers over investeringen in infrastructuur te gebruiken in plaats van gegevens over de kapitaalgoederenvoorraad, omdat het schatten van de kapitaalgoederenvoorraad voor infrastructuur inherent lastig is.²⁵ Bovendien drukken we de variabelen niet uit per hoofd van de bevolking vanwege theoretische redenen.²⁶

4. De methode en de uitkomsten

Om te bekijken of investeringen in infrastructuur het bruto binnenlands produkt hebben beïnvloed in Nederland in de tweede helft van de negentiende eeuw gebruiken we *causaliteitstoetsen van het type Granger*. Hogere investeringen in infrastructuur *veroorzaken* een verandering van het bruto binnenlands produkt *in de zin van Granger* wanneer de voorspelling van het bruto binnenlands produkt uit zijn eigen verleden beter wordt als vertragingen van investeringen in infrastructuur worden toegevoegd. Deze interpretatie van causaliteit is – zeker voor historici – intuïtief aantrekkelijk en heeft daardoor algemeen ingang gevonden.

Het kan natuurlijk zo zijn dat er sprake is van simultane effecten, d.w.z. dat extra investeringen in infrastructuur een verandering van het bruto binnenlands produkt veroorzaken in de zin van Granger, maar dat tegelijkertijd ook het omgekeerde geldt. Om dit probleem te vermijden wordt causaliteit van het type Granger vaak geanalyseerd in een Vector AutoRegressief (VAR) model. In een VAR model wordt slechts een beperkt aantal variabelen onderscheiden, die worden verklaard uit de eigen en elkaars vertragingen. Indien noodzakelijk completeren deterministische variabelen als een constante en/of een trend het stelsel vergelijkingen. Een voordeel van deze benadering is dat we in tegenstelling tot de gebruikelijke procedures

24 Zie Groote e.a., 'Output responses to infrastructure investment in The Netherlands 1853–1913'.

25 Zie C.H. Feinstein, *Domestic capital formation in the United Kingdom, 1920-1936* (Cambridge, 1968).

26 Voor details zie Groote e.a., 'Output responses to infrastructure investment in the Netherlands 1853–1913'.

bij het specificeren en schatten van stelsels van vergelijkingen vooraf niets opleggen over de richting van de causaliteit.

We hebben ervoor gekozen om naast het bruto binnenlands produkt en investeringen in infrastructuur ook investeringen in machines op te nemen. Het valt moeilijk te verkopen dat alle produktiegroei afkomstig zou zijn van investeringen in infrastructuur; we mogen het effect van investeringen in machines niet veronachtzamen. Wanneer we er vanuit gaan dat er niet meer dan p vertragingen in het VAR model voorkomen, ziet het VAR model voor onze endogene variabelen bruto binnenlands produkt y , investeringen in infrastructuur i en investeringen in machines m er als volgt uit:

$$\begin{pmatrix} y \\ i \\ m \end{pmatrix}_t = A_1 \begin{pmatrix} Y \\ i \\ m \end{pmatrix}_{t-1} + \dots + A_p \begin{pmatrix} y \\ i \\ m \end{pmatrix}_{t-p} + \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{pmatrix}_t. \tag{1}$$

Hierbij stellen de A_i 's, $i=1, \dots, p$, (3×3) matrices van parameters voor, en de u 's storingstermen. De storingstermen hoeven niet onderling onafhankelijk te zijn.

Het toetsen op causaliteit van het type Granger in de context van een VAR model komt neer op het bepalen of de som van de parameters van de vertragingen van investeringen in infrastructuur in de vergelijking voor het bruto binnenlands produkt verschilt van nul: een significant positieve som duidt erop dat extra infrastructurale investeringen leiden tot een stijging van het BBP. Normaal gesproken gebruiken we hiervoor F -toetsen voor restricties op meerdere parameters binnen één vergelijking. Deze toetsen kunnen we echter in ons VAR model niet gebruiken omdat de storingstermen mogelijkwjs gecorreleerd zijn, zodat investeringen in infrastructuur niet alleen direct het bruto binnenlands produkt kunnen beïnvloeden maar ook indirect via de verstoringen. Een advies opvolgend van Geweke e.a. gebruiken we daarom *Wald* toetsen.²⁷ De toetsgrootheid volgt een χ^2 verdeling met evenveel graden van vrijheid als er restricties worden opgelegd.²⁸

Een praktisch nadeel van VAR modellen is dat het aantal te schatten parameters snel kan oplopen. In ons geval met drie variabelen levert iedere extra vertraging in het model negen extra te schatten parameters op. De graden van vrijheid zijn dan snel opgesoupeerd. Een groot aantal parameters wijkt vaak echter nauwelijks af van nul.

Gelukkig hoeven we niet voor alle vergelijkingen evenveel vertragingen op te nemen. Sterker nog, de parameterschattingen kunnen worden verziekt wanneer we

27 J. Geweke, R. Meese, en W. Dent, 'Comparing alternative tests of causality in temporal systems: analytic results and experimental evidence', *Journal of Econometrics* 21 (1983) 161–194.

28 Zie bijvoorbeeld R. Davidson en J.G. MacKinnon, *Estimation and inference in econometrics* (Oxford, 1993) 88–90.

dat wel doen en bovendien zou het kunnen leiden tot foute uitspraken over de richting van de causaliteit zoals Ahking en Miller en Thornton en Batten hebben laten zien.²⁹

Met behulp van het *finale voorspelfout* criterium van Akaike is voor iedere variabele in iedere vergelijking de optimale vertragsingsstructuur bepaald.³⁰ Omdat hierdoor niet iedere vergelijking dezelfde verzameling verklarende variabelen bevat, kan niet meer worden volstaan met de gewone kleinste kwadraten methode, maar dient het stelsel als systeem te worden geschat. Het ligt voor de hand om de schatter te gebruiken die Zellner heeft voorgesteld in de situatie van schijnbaar onafhankelijke regressies.³¹ Deze schatter houdt expliciet rekening met gecorreleerde verstoringen, en werkt in twee ronden.³²

Na deze aanloop zijn we toe aan de presentatie van onze resultaten. Het VAR model is geschat voor de periode 1853–1913. Omdat de geschatte coëfficiënten niet veel informatie verschaffen, presenteren we de uitkomsten van het model in gecomprimeerde vorm. In tabel 2 wordt per vergelijking aangegeven hoeveel vertragingen er voor iedere variabele in het model zijn opgenomen, en of de som van parameters van de vertrapte variabelen positief dan wel negatief is. Tevens geven we aan of de som significant van nul afwijkt, dit is de uitkomst van de Wald toets.

Tabel 2. *Het VAR model en de uitkomsten van de Wald toets*

vergelijking variabele	bbp		invest. in mach.		invest. in infrastr.	
	vertr.	som	vertr.	sl som	vertr.	som
bbp	1	pos.	0		4	neg.
invest. in mach.	2	neg.	2	pos.*	0	
invest. in infrastr.	5	pos.*	0		1	pos.*

Schattingsperiode: 1853–1913.

*: significant op het 1%- niveau (Wald toets).

29 F.W. Ahking en S.M. Miller, 'The relationship between government deficits, money growth and inflation', *Journal of Macroeconomics* 7 (1985) 447–467; D.L. Thornton en D.S. Batten, 'Lag-length selection and tests of Granger causality between money and income', *Journal of Money, Credit, and Banking*, 17 nr. 2 (1985) 164–178.

30 H. Akaike, 'Fitting autoregressive models for prediction', *Annals of the Institute of Statistical Mathematics* 21 (1969) 203–217; H. Akaike, 'Statistical predictor identification', *Annals of the Institute of Statistical Mathematics* 22 (1970) 203–217.

31 A. Zellner, 'An efficient method of estimating seemingly unrelated regressions and tests of aggregation bias', *Journal of the American Statistical Association* 57 (1962) 348–368.

32 De methode werkt als volgt. Eerst worden alle vergelijkingen geschat met de gewone kleinste kwadraten methode, en wordt de variantie-covariantie matrix van de residuen

Bij de regressie van de drie variabelen spelen de eigen vertragingen een belangrijke rol. Als aanvulling op de gepresenteerde resultaten merken we op dat de eigen vertraging wel een significante bijdrage levert aan het bruto binnenlands produkt, maar dat deze parameter niet significant van nul afwijkt.

De belangrijkste uitkomst gegeven onze vraagstelling is de significant positieve waarde van de som van de parameters voor investeringen in infrastructuur in de vergelijking van het bruto binnenlands produkt. Het effect werkt blijkbaar rechtstreeks. We vinden geen bewijzen voor een indirecte werking via investeringen in machines op het bruto binnenlands produkt. Hoewel vertragingen van het bruto binnenlands produkt voorkomen in de vergelijking voor investeringen in infrastructuur, en de som van de parameters negatief is, is er geen sprake van een causaal verband in de omgekeerde richting: de waarde verschilt niet significant van nul. Kortom, onze hypothese wordt bevestigd – of juist uitgedrukt, kan niet worden verworpen: in de tweede helft van de negentiende eeuw heeft een verhoging van investeringen in infrastructuur in Nederland een stijging in het bruto binnenlands produkt veroorzaakt in de zin van Granger.

Zoals tabel 3 laat zien komt het positieve effect in de zin van Granger op het bruto binnenlands produkt voor een groot gedeelte voor rekening van hoofdspoorwegen.³³

Tabel 3. *Het VAR model en de uitkomsten van de Wald toets: hoofdspoorwegen en de rest*

vergelijking variabele	bbp		invest. in mach.		hoofdspoorw.		rest	
	vertr.	som	vertr.	som	vertr.	som	vertr.	som
bbp	1	pos.	0		2	neg.**	3	pos.
invest. in mach.	5	pos.**	2	pos.*	0		0	
hoofdspoorwegen	4	pos.*	0		4	pos.*	5	pos.*
rest	0		3	pos.	1	pos.	2	pos.*

Schattingsperiode: 1853–1913.

*: significant op het 1%- niveau (Wald toets).

** : significant op het 5%- niveau (Wald toets).

berekend. Deze wordt vervolgens gebruikt in een gegeneraliseerde kleinste kwadraten methode.

³³ Deze conclusie geldt – zij het in iets mindere mate – ook voor kanalen, zie Groote e.a., ‘Output responses to infrastructure investment in The Netherlands 1853–1913’.

Alleen voor investeringen in hoofdspoorwegen vinden we een significant positief effect op het bruto binnenlands produkt. Ook investeringen in machines spelen nu een belangrijke rol. Het effect van investeringen in machines op het BBP is positief en significant op het 5%-niveau. Zoals in het historisch overzicht al beschreven heeft de ontwikkeling van het hoofdspoorwegennet zich niet in een vacuum voltrokken. De laatste twee kolommen van tabel 3 illustreren dat de ontwikkeling van hoofdspoorwegen en de rest gelijk op is gegaan en elkaar onderling positief beïnvloeden. Hierdoor kan het positieve effect op het BBP niet alleen op het conto van investeringen in hoofdspoorwegen worden geschreven. Zonder investeringen in de andere infrastructuur categorieën zouden de investeringen in de hoofdspoorwegen het doel voorbij zijn geschoten.

Als investeringen in hoofdspoorwegen dan zo belangrijk zijn geweest zijn voor de groei van de economie, hoe valt dat te rijmen met het negatieve Granger-causale effect van het bruto binnenlands produkt op de investeringen in hoofdspoorwegen? Het antwoord op die vraag ligt precies in de lijn die we tot nu toe hebben geschetst; het komt door het speciale karakter van de spoorwegaanleg. In de tweede helft van de negentiende eeuw had de economie een net van hoofdspoorwegen nodig om te functioneren. Toen dat net er eenmaal lag en het bruto binnenlands produkt inderdaad ging groeien, konden de beschikbare besparingen aangewend worden voor investeringen in aanvullende infrastructuur en in machines. Het was niet meer nodig om nog een net van hoofdspoorwegen aan te leggen, want één basisnet was genoeg. Toen verdichting van het transportnet nodig bleek, konden lokaalspoorlijnen, tramwegen en straatwegen worden gekoppeld aan het hoofdspoornet.

5. Analyse van het VAR model

Zoals boven geschreven levert het schatten van ons VAR model een veelvoud aan parameters op. Het is lastig uitspraken te doen over de hoogte van individuele parameterschattingen. Sims, die de VAR methode voor het eerst toepaste binnen de economische wetenschap, kwam met een acceptabel alternatief.³⁴ Hij stelde voor het model te beoordelen aan de hand van de reactiepatronen die het model laat zien wanneer de variabelen worden onderworpen aan schokken. Daartoe wordt het model omgeschreven in een ander gedaante. In een VAR model worden de te verklaren variabelen verklaard uit het verleden van de variabelen [zie vergelijking (1)]. De zogenaamde *impuls reacties* worden berekend met een model in voortschrijdend gemiddelde (MA) vorm, waarin de variabelen worden verklaard uit gesommeerde vertragingen van de storingstermen

34 C.A. Sims, 'Macroeconomics and reality', *Econometrica* 48 nr. 1 (1980) 1-48.

$$\begin{pmatrix} y \\ i \\ m \end{pmatrix}_t = B_0 \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{pmatrix}_t + B_1 \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{pmatrix}_{t-1} + \dots \tag{2}$$

waarbij $B_i, i=0,1,\dots$, matrices van parameters voorstellen die rechtstreeks volgen uit de geschatte parameters van het VAR model. Ons model — of beter gezegd het stationaire karakter van de reeksen in ons model — laat de conversie van AR in MA vorm probleemloos toe.³⁵

Er schuilt een addertje onder het gras. Wanneer de storingstermen onderling zijn gecorreleerd beïnvloeden schokken alle variabelen tegelijkertijd, en zijn we niet meer in staat het effect van een individuele schok te bepalen. Sims stelt voor een causale ordening op te leggen, dit wil zeggen vooraf te bepalen in welke volgorde de variabelen reageren. De causale ordening vormt een zwakke plek in de VAR benadering. Er zijn meerdere ordeningen mogelijk en het verdient aanbeveling ook voor andere volgordes de impuls reacties te bepalen. Indien echter de covarianties tussen de residuen van de vergelijkingen niet echt groot zijn, heeft een andere ordening weinig effect op de uiteindelijke conclusies. Dit is in ons model het geval.³⁶ Experimenten met andere causale schema’s leiden niet tot andere conclusies.

In deze paragraaf onderwerpen we het eerste VAR model, het model waarin de infrastructuur in zijn totaliteit wordt beschouwd, aan een uitgebreide analyse. We gebruiken de volgende rangorde: investeringen in infrastructuur, investeringen in machines, en het bruto binnenlands produkt. Investerings in infrastructuur zijn het meest exogeen, schokken erop werken niet in dezelfde periode door op de andere twee variabelen. Deze keuze is gebaseerd op het karakter van deze investeringen, de omvang ervan wordt bepaald door de nagenoeg exogene overheid. Het bruto binnenlands produkt reageert direct op alle schokken. Dit is in overeenstemming met uitkomsten van onderzoeken à la Aschauer. Bovendien sluit het goed aan bij onze studie naar het effect van investeringen in infrastructuur op de produktie.

De impuls reacties worden vaak grafisch gepresenteerd. Hierdoor kunnen we een indruk krijgen over de omvang van de reacties en de tijdsduur. Voor iedere variabele kunnen we laten zien wat de reactie is van een schok, dit levert ons negen patronen. We zullen ons hier beperken tot één reactiepatroon. Figuur 3 toont hoe het bruto binnenlands produkt reageert op een eenmalige schok in investeringen in infrastructuur. De horizontale as geeft het aantal jaren aan dat is verstreken na een eenmalige schok in periode 0, terwijl de verticale as de reacties weergeeft als

35 Zie Sturm e.a., ‘Productivity impacts of infrastructure investments in the Netherlands 1853–1913’.

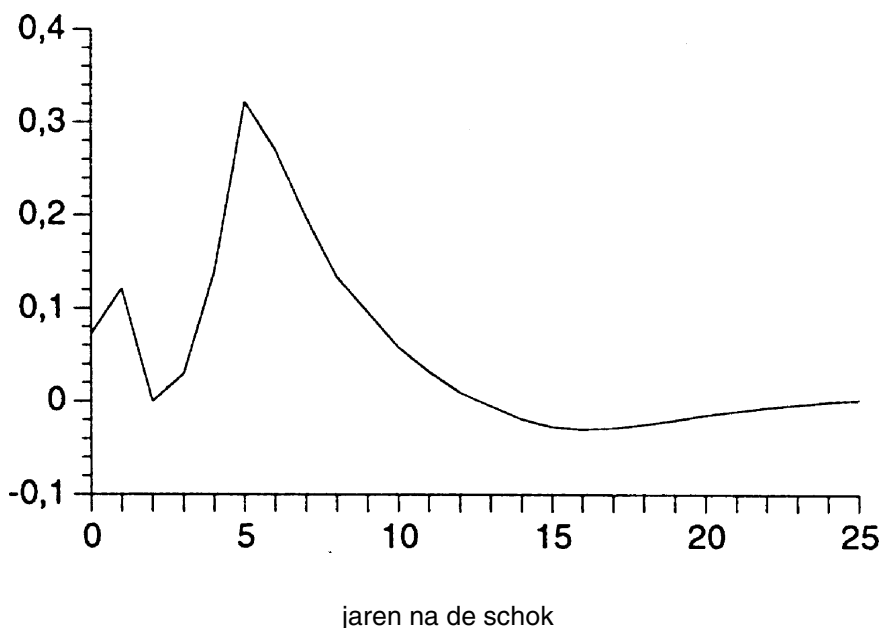
36 *Ibidem*.

fractie van de schok. We merken op dat niet uit de grafiek kan worden geconcludeerd dat een eenmalige schok in 1860 heeft geleid tot een stijging van het BBP in 1865. De grafiek is gebaseerd op informatie over de gehele steekproef, en vormt slechts een andere manier van het samenvatten van deze informatie.

De figuur bevestigt onze hypothese. Het effect van investeringen in infrastructuur op het bruto binnenlands produkt is positief en aanzienlijk, en houdt bovendien aan. Na een jaar of 10 jaar is er nog steeds sprake van een positief effect. De lijn vertoont een karakteristiek verloop. We zien een positieve reactie aan het begin, gevolgd door een periode waarin het effect afneemt en uiteindelijk uitdempt. Pas na een aantal jaren wordt het effect sterk positief, bereikt een piek na een jaar of 5, en dempt daarna langzaam uit.

Hoe kunnen we dit patroon na een schok in investeringen in infrastructuur verklaren? De eerste reactie, een lichte stijging na de schok, is het rechtstreeks gevolg van de investering zelf. De werkzaamheden werden voornamelijk uitgevoerd door in te zetten mankracht. Groote heeft berekend dat in 1877 ongeveer 3% van de Nederlandse beroepsbevolking, 43.000 manjaren, werkten aan het verbeteren van

Figuur 3. *Reactie van het bruto binnenlands produkt op een schok in investeringen in infrastructuur*



de infrastructuur.³⁷ Het verdiende loon werd uitgesmeerd over een aantal jaren besteed, hetgeen een toename van de binnenlandse vraag tot gevolg had.

De effecten op de toeleverende industrie waren in Nederland minder groot. Zo werden spoorrails vrijwel volledig uit het buitenland betrokken.³⁸ In de periode 1861-1892 kwam 42% van de rails (gemeten naar de waarde) rechtstreeks uit Duitsland, 20% uit België en 18% uit Groot-Brittannië. Slechts de overige 20% werd via de Nederlandse tussenhandel verkregen, en ook dan nog uit het buitenland. De levering van bouwmaterialen, zoals hout, zand, grind, baksteen of beton, vond wel voor een groot deel binnenlands of via de binnenlandse tussenhandel plaats en genereerde daarmee bestedingseffecten.

Na verloop van tijd wordt het effect positief. Ondernemers die gebruik maken van voorzieningen op het gebied van infrastructuur zien hun kosten dalen, vooral de transportkosten. Er is hier sprake van afnemende meeropbrengsten, zodat het positieve effect een afname vertoont. Het positieve effect treedt echter niet direct op. Een systeem kan zich niet direct aanpassen aan nieuwe omstandigheden, die een fundamentele wijziging inhouden voor de economie. Deze verklaring wordt bevestigd door conclusies van andere studies. Clement en Van der Knaap bijvoorbeeld hebben gewezen op de geleidelijke, doch niet geringe, locatie-effecten van verbeteringen aan infrastructuur, in het bijzonder kanalen en havenwerken en kaden in de door ons beschouwde periode.³⁹

Het fenomeen geldt ook in het huidige tijdsgewricht. David vergelijkt de invoering van de computer met de introductie van de dynamo aan het begin van de twintigste eeuw.⁴⁰ In beide gevallen trad de produktiviteitsstijging pas na een aantal jaren op. Eerst moesten de dynamo en de computer worden ingepast in bestaande technologieën of de technologieën worden aangepast aan de nieuwe produktie-middelen. Vernieuwingen worden het snelst opgepikt door jonge, relatief kleine sectoren. Ondernemers in deze sectoren zien mogelijkheden om van de vernieuwingen te profiteren. Oudere sectoren zitten meer vastgeroest aan bestaande technologieën en hebben meer tijd nodig om zich aan te passen. Vanwege het feit dat ze een groter deel van de productie voor hun rekening nemen, duurt het even voordat positieve effecten op het macroniveau zichtbaar worden.

37 P.D. Groote, *Infrastructure and Dutch development: a new long run data set for the Netherlands 1800-1913* (FRW RuG / KNAG Groningen / Utrecht).

38 De cijfers in deze paragraaf zijn ontleend aan R.M. Albers en P.D. Groote, 'Kapitaalvorming in spoor- en tramwegen in Nederland, 1838-1913', *NEHA-jaarboek voor economische, bedrijfs- en techniekgeschiedenis* 57 (1994) 348-369; ze zijn berekend op basis van de gedetailleerde aanbestedingen van leveringen van rails.

39 M. Clement, *Transport en economische ontwikkeling: analyse van de modernisering van het transportsysteem in de provincie Groningen (1800-1914)* (Groningen, 1994); G.A. van der Knaap (1978), *A spatial analysis of the evolution of an urban system: the case of The Netherlands* (Rotterdam, 1978).

40 David, 'The dynamo and the computer'.

Het bovenstaande past goed in recente verhalen over hoe economische agenten – en daarmee het nationale inkomen – reageren op technologieschokken. Mokyr heeft het onderscheid tussen macro-uitvindingen en micro-uitvindingen geïntroduceerd.⁴¹ Macro-uitvindingen zijn technologische doorbraken die voor ondernemers de theoretische mogelijkheid bieden hun productieproces radicaal te veranderen. Ze ontstaan vaak exogeen aan het economische proces ('Willie Wortel-uitvindingen') en zijn daarmee onvoorspelbaar.⁴² Macro-uitvindingen stimuleren echter de creatie van weer nieuwe technieken, vaak in de vorm van micro-uitvindingen. Deze zijn weliswaar technologisch gezien minder baanbrekend, maar blijken in de praktijk vaak belangrijker. Voor ondernemers bieden ze namelijk meer praktische mogelijkheden om het productieproces geleidelijk aan te passen. Micro-uitvindingen komen vaak tot stand door aanpassing van een bestaande techniek, bijvoorbeeld onder invloed van de ervaringen opgedaan in het productieproces (in economen jargon 'learning-by-using' en 'learning-by-doing' genoemd). Bekeken vanuit een technologische invalshoek had de groei van de productie en de produktiviteit tijdens de Britse industriële revolutie veel hoger moeten zijn. Blijkbaar konden de macro-uitvindingen niet meteen volledig tot hun recht komen omdat de micro-investeringen nog even achter bleven.

Tot nu toe hebben we het meest rechtse gedeelte van figuur 3 buiten beschouwing gelaten. Het lijkt alsof verbeteringen aan infrastructuur uiteindelijk averechts werken, dat het effect negatief wordt. David's theorie over de grote technische systemen kan ook hiervoor een verklaring geven. Grote technische systemen komen namelijk niet uit het niets, ze worden boven op een bestaand systeem geplaatst, zie bijvoorbeeld Gökalp.⁴³ Spoorweginieurs bijvoorbeeld gingen bij de aanleg van nieuwe spoorwegen uit van het bestaande net van wegen en waterwegen. Verouderde systemen worden niet zonder meer vervangen door een nieuw systeem, ook al is het nieuwe systeem beter en zou het meer winst kunnen genereren. Soms neemt het oude systemen alleen kenmerken van het nieuwe over.⁴⁴ Hoge (verborgen) kosten, en nauwe relaties met de rest van het sociaal-economische systeem, zorgen ervoor dat het verouderde systeem het langer en hardnekkiger volhoudt dan we zouden verwachten. Hierdoor wordt de produktiviteit natuurlijk negatief beïnvloed. David gebruikt in dit verband het voorbeeld van het QWERTY-toetsenbord.⁴⁵ Ondanks verschillende pogingen is het nog niemand gelukt een

41 J. Mokyr, *The lever of riches: technological creativity and economic progress* (Oxford, 1990).

42 Zie N.F.R. Crafts, 'Macroinventions, economic growth, and 'Industrial Revolution' in Britain and France', *Economic History Review* 48 nr. 3 (1995) 591–598.

43 I. Gökalp, 'On the analysis of large technical systems', *Science, Technology, and Human Values* (1992) 57–78.

44 Zie R. Fremdling, 'Van voorsprong en achterstand naar convergentie en divergentie: denkbeelden in de economische geschiedenis' (Groningen, 1990).

45 David, 'Clio and the economics of QWERTY'.

ander toetsenbord in de markt te zetten. Het vasthouden aan verouderde systemen brengt pad-afhankelijkheid in het systeem. Verbeteringen in de infrastructuur zijn lang niet altijd in staat deze pad-afhankelijk te doorbreken. Maar zoals gezegd in paragraaf 3, de eigenschappen van ons datamateriaal laten lange-termijn bespiegelingen niet toe.

6. Besluit

In dit artikel hebben we datamateriaal afkomstig uit het project ‘Reconstructie van de Nationale Rekeningen van Nederland: 1800–1940’ onderworpen aan economische tijdreeks technieken. We hebben een vector autoregressief (VAR) model geschat voor het bruto binnenlands produkt, investeringen in machines, en investeringen in infrastructuur over de periode 1853–1913. De uitkomsten laten zien dat verbeteringen in de infrastructuur een positief effect hebben gehad op de produktie (dat extra investeringen in infrastructuur een toename van de produktie hebben veroorzaakt in de zin van Granger). Door gedetailleerde kennis te gebruiken over hoe de reeks was geconstrueerd, zijn we in staat de investeringen in infrastructuur te splitsen in een investeringen in hoofdspoorwegen en andere infrastructurele investeringen. Het positieve effect blijkt al te gelden voor investeringen in hoofdspoorwegen.

Het VAR model met de totale investeringen in infrastructuur is onderworpen aan een nadere analyse, waarin is gekeken hoe produktie reageert op een schok in de investeringen in infrastructuur. Na een initiëel bestedingseffect, duurt het enige tijd voordat de verbeteringen in de infrastructuur gaan werken. Aanpassingen van het gedrag van economische agenten geschieden niet van de ene periode op de andere. We kunnen dit patroon in de reactie van de produktie uitstekend plaatsen in David’s theorieën over grote technische systemen.

De hypothese dat investeringen in infrastructuur belangrijk zijn geweest voor de produktie groei die in Nederland is opgetreden aan het eind van de vorige eeuw vervult een centrale rol in historische beschrijvingen. We hebben de stelling voor het eerst kwantitatief onderbouwd. Onze bevindingen reiken echter niet verder dan de middellange termijn, omdat de analyse is gebaseerd op reeksen die zijn geschoond voor de trend. Vervolgonderzoek zal moeten uitmaken of, en in welke mate, verbeteringen in de infrastructuur tot een hoger lange-termijn groeipad voor de produktie hebben geleid.