

VAN DE ZIJLIJN: Historische tijdreeksanalyse

Jan P.A.M. Jacobs

Herziene versie: Mei 2006

Bijdrage voor *Groniek*

Samenvatting

Deze bijdrage schetst recente ontwikkelingen op het gebied van historische tijdreeksanalyse. Als illustratie worden gegevens van de economische ontwikkeling in Nederland over de laatste twee eeuwen gebruikt.

Inleiding

In 1993 kregen Robert W. Fogel en Douglass C. North The Bank of Sweden Prize in Economic Sciences in Memory of Alfred Nobel voor hun vernieuwingen op het gebied van onderzoek in economische geschiedenis door economische theorie en kwantitatieve methoden toe te passen bij het verklaren van economische en institutionele veranderingen.¹ Deze *New Economic History* (NEH) trok vrijwel zonder uitzondering economisch geschoolden met

¹Met dank aan Rainer Fremdling en de redactie voor commentaar op een eerdere versie, aan Jan-Pieter Smits voor het mogen gebruiken van gezamenlijk werk in voorbereiding, en aan mijn andere co-auteurs op economisch-historisch gebied: Jan Bonenkamp, Peter Groote, Tomek Katzur, Gerard Kuper, Jan-Egbert Sturm en Vincent Tassenaar.

een flinke bagage aan economische en econometrische theorie aan. Economische geschiedenis is daarmee een vruchtbaar onderzoeksgebied geworden voor econometristen.

Toen Peter Groote in 1995 zijn proefschrift² succesvol verdedigde, feliciteerde ik hem met de vraag: ‘Wanneer maak je je werk af?’. Hij presenteerde een schat aan informatie in de vorm van lange tijdreeksen over de infrastructuur in Nederland in de lange negentiende eeuw zonder er al teveel mee te doen.³ Deze en andere tijdreeksen zijn geconstrueerd in het kader van het project Reconstructie Nationale Rekeningen van Nederland. De belangrijkste databestanden voor de negentiende eeuw zijn beschreven in Smits, Horlings en van Zanden.⁴ In samenwerking met het CBS zijn sommige reeksen doorgetrokken tot het einde van de twintigste eeuw. Een econometrist likt zijn vingers af bij het zien van dit prachtige datamateriaal. Tijdreeksen die twee eeuwen bestrijken zijn schaars in de economie. Nochtans is een analyse van het datamateriaal met moderne statistische en econometrische technieken tot nu toe vrijwel uitgebleven. Van Zanden en Van Riel maken selectief gebruik van de data voor een als handboek bedoelde overzichtsstudie die zich vooral op de relaties tussen staat, instituties en de structuur van de economische ontwikkeling richt.⁵ Daarnaast is een aantal studies verschenen die brokstenen uit de verzameling gegevens onderzoeken. Aan een drietal heb ik zelf

²P.Groote, *Kapitaalvorming in infrastructuur in Nederland 1800-1913*, Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen (Groningen 1995).

³De waarheid gebiedt te zeggen dat Peter dit hiaat later op voortreffelijke wijze heeft ingevuld. Ons gezamenlijk onderzoeksproject, samen met Jan-Egbert Sturm, heeft geleid tot meerdere nationale en internationale publicaties.

⁴J.P. Smits, E. Horlings en J.L. van Zanden, *Dutch GNP and its components, 1800-1913* (Groningen 2000).

⁵J.L. van Zanden en A. van Riel, *The Structures of Inheritance. The Dutch Economy in the Nineteenth Century* (Princeton en Oxford 2004).

mogen meewerken. Groote, Jacobs en Sturm⁶ onderzoeken het effect van investeringen in infrastructuur op de economische ontwikkeling, Jacobs en Smits⁷ bekijken conjunctuurbewegingen in Nederland gedurende de negentiende eeuw, terwijl Bonenkamp, Jacobs en Smits⁸ de determinanten van de consumptieve vraag onder de loep nemen.

Moderne statistische en econometrische technieken worden ook niet geschuwd in het relatief jonge vakgebied van de antropometrische geschiedenis. Daarin wordt gepoogd de fluctuaties in de materiële leefomstandigheden in het verleden te reconstrueren en te verklaren op basis van kwantitatieve gegevens over het menselijk voorkomen, zoals lichaamslengte, gewicht, enzovoorts.⁹ Hoewel ik ook aan deze materie heb mogen snuffelen, laat ik dit onderzoeksveld verder buiten beschouwing.¹⁰

Al met al voldoe ik wellicht niet helemaal aan het profiel van deze nieuwe *Groniek* rubriek. In plaats van een geïnteresseerde leek aan de zijlijn, lijk ik eerder op een participerende waarnemer. Desalniettemin zal mijn bijdrage voor historici atypisch zijn. In dit artikel ga ik in op econometrisch tijdreeksonderzoek met historische data. Na een pleidooi voor samenwerking

⁶P.D. Groote, J.P.A.M. Jacobs en J.E. Sturm, 'Infrastructure and economic development in the Netherlands: 1853-1913', *European Review of Economic History* 2 (1999) 233–251.

⁷J.P.A.M. Jacobs en J.P. Smits, 'Conjunctuurbewegingen in Nederland gedurende de negentiende eeuw—met een internationale vergelijking', *NEHA jaarboek voor economische, bedrijfs- en techniekgeschiedenis* 64 (2001) 178–199.

⁸J. Bonenkamp, J.P.A.M. Jacobs en J.P. Smits, 'Determinanten van de consumptieve vraag in Nederland, 1815-1913', *Tijdschrift voor Sociale en Economische Geschiedenis* 1 (2004) 3–20.

⁹J.W. Drukker, *De revolutie die in haar eigen staart beet: hoe de economische geschiedenis onze ideeën over economische groei veranderde* (Utrecht 2003) 65.

¹⁰J.P.A.M. Jacobs en P.G. Tassenaar, 'Height, income and nutrition in the Netherlands: the second half of the 19th century', *Economics and Human Biology* 2 (2004) 181–195; J.P.A.M. Jacobs, T. Katzur en P.G. Tassenaar, 'On estimators in truncated height samples', discussion paper, EHB Conference, Strasbourg, June 22-24, 2006.

tussen data makers (economisch historici) and data gebruikers (macroeconomen en econometristen) schets ik kort enige recente ontwikkelingen op het gebied van de tijdreeksanalyse en implicaties voor kwantitatief economisch-historisch onderzoek. Als illustratie gebruik ik een tijdreeks die de economische ontwikkeling in Nederland over de laatste twee eeuwen beschrijft.

Data makers en data gebruikers

Een student van Milton Friedman ging naar Chili voor veldonderzoek. Bij terugkeer kwam hij vol trots zijn resultaten tonen aan de Nobelprijswinnaar, prachtige schattingsresultaten voor een geldvraagvergelijking. Friedman reageerde echter helemaal niet enthousiast: ‘Jouw schattingsresultaten verwonderen me niets, zó heb ik de geldhoeveelheidsreeks gemaakt!’. Dit fenomeen, waarbij de econometrist de wijze achterhaalt waarop de data maker zijn data heeft geconstrueerd, komt vaker voor.¹¹

Idealiter zou een data-analyst de historische context van zijn gegevens moeten kennen en de historicus vertrouwd moeten zijn met econometrische technieken. Dit is misschien wat te ambitieus. Een *second best* oplossing is dat data makers en data gebruikers gaan samenwerken. Hiervoor zullen wel wat vooroordelen en terminologische verwarring over en weer moeten worden

¹¹Merk op dat hier een fraaie dubbele betekenis van het data genererende proces aan het licht komt. In de econometrie wordt onder het *data generating process* het mechanisme dat de data genereert verstaan, en zeker niet de manier waarop de data zijn geconstrueerd door de maker.

weggenomen. Ik neem een aantal vooroordelen over uit Jacobs, Sturm en Groote:¹²

Van data makers op data gebruikers

- Econometristen gebruiken gegevens voor andere doelen dan de gegevens voor geconstrueerd zijn; econometristen vergelijken en combineren gegevens die gebaseerd zijn op verschillende bronnen.
- Historische gegevens worden door econometristen gebruikt om vragen te beantwoorden waarin historici niet geïnteresseerd zijn.
- Historici zijn op zoek naar de wereld die er in werkelijkheid is geweest, econometristen zijn geïnteresseerd in de wereld zoals die had kunnen zijn.

en van data gebruikers op data makers

- Data makers houden op wanneer het interessant begint te worden.
- Data makers kennen hun gegevens bijna te goed; zij vertrouwen hun gegevens liever niet toe aan econometristen om er conclusies uit te laten trekken.
- Data makers zijn niet geïnteresseerd in de gegevens zelf, maar in de verhalen die er omheen zweven. Ooit een dun boekje gezien over economische geschiedenis?

¹²J.P.A.M. Jacobs, J.E. Sturm en P.D. Groote, 'Data constructors and data users can cooperate: an illustrative case study', *Technical Report NA-089 Statistics Netherlands* (Heerlen 1999).

Tijdreeksanalyse voor historici

Tijdreeksanalyse is geen gesneden koek voor historici. Het standaard statistiekboek voor historici van Feinstein en Thomas¹³ behandelt slechts enkele basisaspecten. Voor een uitvoeriger introductie zie bijvoorbeeld Mills.¹⁴

Klassieke tijdreeksanalyse gaat ervan uit dat een waargenomen tijdreeks als volgt uiteengegrafeld kan worden

waargenomen reeks = trend + cyclus + seizoen + willekeurige component,

waarbij de trend de langetermijnonwikkeling representeert, de cyclus de cyclische schommelingen voortvloeiend uit conjunctuurgolven, het seizoen de bewegingen binnen een jaar en de willekeurige component betrekking heeft op niet-systematische bewegingen (zie bijvoorbeeld Tinbergen, 1946).¹⁵ Nadat een reeks geschoond is van seizoensbewegingen en willekeurige componenten, bestaan er diverse meer en minder geavanceerde technieken om de trend te filteren en conjunctuuronderzoek te bedrijven. Bonenkamp, Jacobs en Kuper vergelijken een vijftal filtermethoden op basis van negentiende-eeuwse data en concluderen dat de verschillen in omslagpunten aanzienlijk zijn.¹⁶

Veel historische tijdreeksen vertonen trends. Het hoeft echter niet zo te zijn dat de reeksen iets met elkaar te maken hebben. De correlatie kan

¹³C.H. Feinstein en M. Thomas, *Making history count. A Primer in quantitative methods for historians* (Cambridge 2002).

¹⁴T.C. Mills *Modelling trends and cycles in economics time series* (Houndmills, Basingstoke, en Hampshire 2003).

¹⁵J. Tinbergen, *Economische bewegingsleer* (Amsterdam 1946).

¹⁶J. Bonenkamp, J.P.A.M. Jacobs en G.H. Kuper, 'Measuring business cycles in the Netherlands, 1815-1913: a comparison of business cycle dating methods', *Technical Report 01C25, Systems, Organisation and Management* (Groningen 2001).

onecht (*spurious*) zijn, zoals de relatie tussen cumulatieve regenval en een prijsindex, twee reeksen die beide in de loop van de tijd toenemen. Recent econometrisch onderzoek laat zien dat het belangrijk is de aard van de trend te weten voordat er schattingen kunnen worden uitgevoerd. Hierbij is het onderscheid tussen een *deterministische* en een *stochastische* trend vooral van belang. Een voorbeeld van een tijdreeks y_t met een deterministische trend is

$$y_t = \alpha + \beta t + \varepsilon_t, \quad t = 1, \dots, T \quad (1)$$

waarbij α en β parameters zijn, t een lineaire trend weergeeft, and ε_t ruis voorstelt, dat is een onafhankelijk verdeeld proces met verwachting nul en constante variantie. Eenmalige schokken in ε_t hebben slechts een tijdelijk effect op het verloop van de reeks. In het algemeen geldt dat als het effect van een schok wegebt over de tijd, de reeks stationair is. Een reeks wordt *zwak-stationair* genoemd als de verwachting, de variantie en de covariantie eindig zijn, en allemaal tijdsafhankelijk. Het proces van vergelijking (1) groeit volgens een trend en wordt daarom *trend-stationair* genoemd.

Een variabele die niet de neiging vertoont terug te vallen naar zijn oorspronkelijke niveau na een schok heet *niet-stationair*. Een eenvoudig voorbeeld is de zogenaamde dronkemanswandeling (*random walk*) met drift

$$y_t = \beta + y_{t-1} + \varepsilon_t. \quad (2)$$

Herhaalde substitutie brengt de ware aard van de stochastische trend naar boven en de overeenkomst met vergelijking (1)

$$y_t = \alpha + \beta t + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{t-i} + \varepsilon_t, \quad (3)$$

waarbij we aannemen dat $y_0 \equiv \alpha$. In vergelijking (3) is $\alpha + \beta t$ de deterministische trend en $\sum_{i=1}^t \varepsilon_{t-i}$ is de stochastische trend.

Een algemener voorbeeld van een stationaire reeks is een autoregressief proces met één vertraging, een AR(1) proces

$$z_t = \gamma z_{t-1} + \varepsilon_t, \quad |\gamma| < 1.$$

Bijvoorbeeld, de consumptie in de huidige periode hangt af van consumptie in de vorige periode. Als γ gelijk is aan één in deze vergelijking, dan heeft de reeks z_t een eenheidswortel (*unit root*) en is daarmee niet-stationair. Het eerste verschil van de reeks, $\Delta z_t \equiv z_t - z_{t-1} = \varepsilon_t$, is echter wel stationair. Een stationaire reeks wordt geïntegreerd van de orde nul genoemd, aangegeven als $\Delta z_t \sim I(0)$. Een reeks waarvan de eerste verschillen stationair zijn, wordt aangeduid als $I(1)$.¹⁷

¹⁷Voor een overzicht van recente ontwikkelingen op het gebied van toetsen op eenheidswortels, zie bijvoorbeeld H. Bunzel en J.P.A.M. Jacobs, 'Powerful tests for unit roots in models with unknown deterministic structure', gepresenteerd op the MIDWEST ECONOMETRICS GROUP Fifteenth Annual Meeting, Southern Illinois University Carbondale, October 2005.

Structuurbreuken

Veel historische tijdreeksen kennen structuur- of trendbreuken. Hierbij kunnen we verschuivingen in het gemiddelde (*shift in mean*) en veranderingen in de trend (*trend shift*) onderscheiden. Hansen schetst drie belangrijke innovaties in de econometrische analyse van structuurbreuken: (i) toetsen op de aard van de trend (stochastisch of deterministisch); (ii) toetsen op het constant zijn van de parameters ten opzichte van een onbekende structuurbreuk en (iii) schatting en toetsing van het tijdstip van de structuurbreuk.¹⁸

Recent is er een verfijning bijgekomen: toetsen op een verandering in de aard van de trend in de loop van de tijd, ook wel verandering in persistentie (*change in persistence*) genoemd.¹⁹ Met name deze laatste stap lijkt veelbelovend voor historisch onderzoek. De belangrijkste eigenschap van de transitie van een pre-moderne, agrarische samenleving naar een moderne maatschappij zou wel eens kunnen zijn dat tijdreeksen overgaan van (trend-) stationaire in niet-stationaire processen. De toetsen zijn echter nog niet verfijnd genoeg om rigoreuze uitspraken te doen. Zoals ik beneden zal laten zien, zijn de schokken in de economische ontwikkeling rond de Eerste en vooral de Tweede Wereldoorlog dermate groot, dat alle andere mogelijke reeksbreuken ondergesneeuwd raken.

¹⁸B.E. Hansen, 'The new econometrics of structural change: dating changes in U.S. labor productivity', *Journal of Economic Perspectives* 15 (2001) 117–128.

¹⁹Zie bijvoorbeeld S.J. Leybourne, T.-H. Kim, V. Smith en P. Newbold, 'Tests for a change in persistence against the null of difference-stationarity', *Econometrics Journal* 6 (2003) 291–311.

Twee eeuwen economische ontwikkeling in Nederland

Ter illustratie laat Figuur 1 de economische ontwikkeling in Nederland zien aan de hand van het reële Bruto Binnenlands Product per hoofd van de bevolking. Hierbij zijn twee kanttekeningen op zijn plaats. In de eerste plaats is het wellicht wat kort door de bocht om de economische ontwikkeling op te hangen aan slechts één reeks, die alleen sterk geaggregeerde informatie bevat. Een tweede aandachtspunt is de keuze van de indicator voor economische groei zelf. Binnen de NEH wordt vaak gekeken naar de ontwikkeling in de totale factorproductiviteit (*total factor productivity*), die wordt benaderd als residu in een productiefunctie met arbeid en kapitaal als determinanten. Door een flexibele functionele vorm van de productiefunctie te kiezen, met tijdsvariërende parameters, lijkt het mogelijk een informatieve maatstaf te construeren. Echter de aard van arbeid en kapitaal is in de loop van de tijd dermate veranderd dat de uitkomst van een zogenaamde groeirekeningen (*growth accounting*) exercitie mijns inziens weinig kan opleveren. Vandaar dat ik hier de voorkeur geef aan het BBP (in constante prijzen), de som van alle goederen en diensten die in Nederland in een jaar zijn geproduceerd.

Generaties economen en historici zijn grootgebracht met het idee dat de Industriële Revolutie de beslissende breuk in de economische geschiedenis—misschien wel in de geschiedenis van de mensheid is geweest.²⁰ Voor de opkomst van de moderne industrie en het op gang komen van het proces van

²⁰J.L. van Zanden, ‘Op zoek naar de wortels van de moderne economie’, *Economisch Statistische Berichten* (2003) 612–614.

‘moderne economische groei’ in Groot-Brittannië na 1780 en in Nederland na omstreeks 1870, was er op lange termijn sprake van economische stagnatie en werd de economie gedomineerd door Malthusiaanse krachten. Opvallend is dat we deze beslissende breuk niet terugzien in de reeks van het reële Bruto Binnenland Product in Nederland.

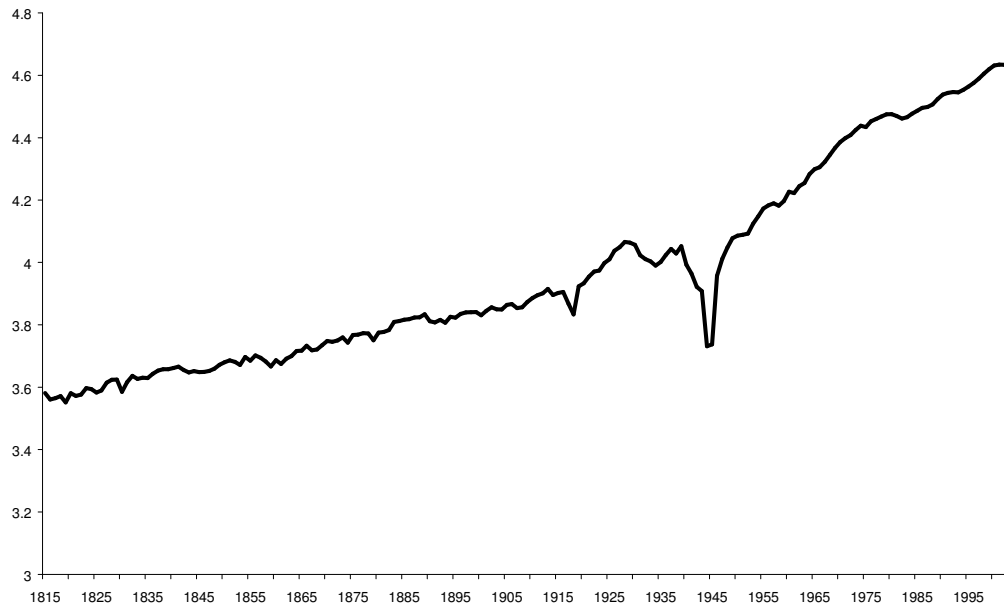
Het bovenste paneel van Figuur 1 laat zien hoe het BBP zich heeft ontwikkeld vanaf het begin van de negentiende eeuw. De reeks is gegeven in constante prijzen (gulden van 1990), en is gedefiniëerd in natuurlijke logaritmen, een gebruikelijke conventie is de macroeconomie wanneer ervan wordt uitgegaan dat de reeks zich ontwikkelt langs een constant groeipad. Het onderste paneel laat de eerste verschillen of groeivoeten zien. De groeivoeten na de beide wereldoorlogen, meer dan 20% in 1946 en rond 10% in 1919, springen er duidelijk uit. Van Eikel en Romp²¹ onderzoeken de reeks op reeksbreuken met behulp van geavanceerde technieken zoals voorgesteld door Bai en Perron²² en vinden dat de oorlogsjaren inderdaad overheersen. Alleen door data te intrapoleren voor deze perioden kunnen andere structurele breuken worden opgespoord.

²¹R. van Eijkel en W.E. Romp, ‘Multiple structural breaks in economic development of the Netherlands over the last 190 years’, mimeo (Groningen 2005).

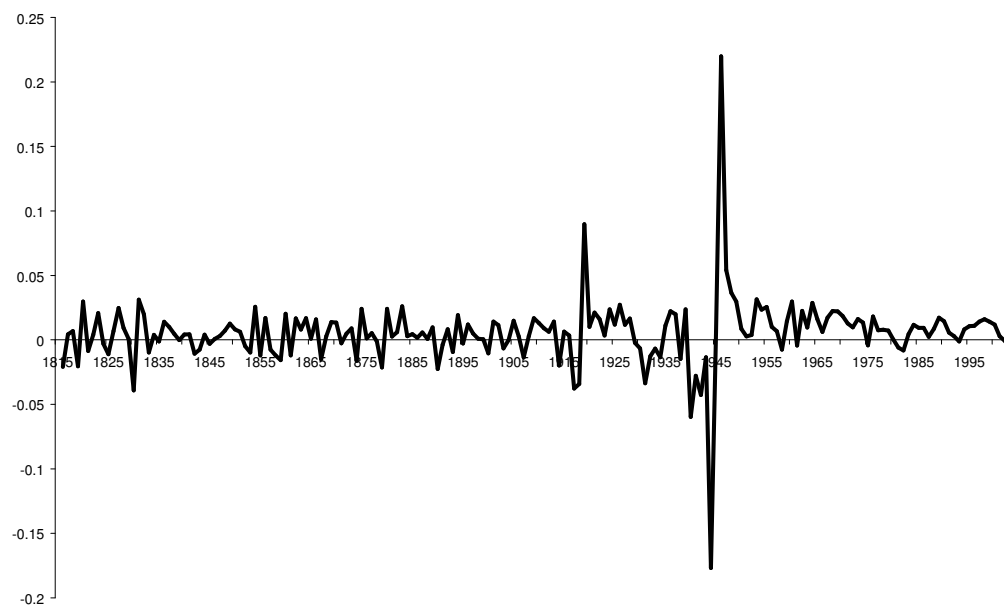
²²J.S. Bai en P. Perron, ‘Computation and analysis of multiple structural change models’, *Journal of Applied Econometrics* 18 (2003) 1–22; J.S. Bai en P. Perron, ‘Estimating and testing linear models with multiple structural breaks’, *Econometrica* 66 (1998) 47–78.

Figuur 1: Het reële Bruto Binnenlands Product per hoofd van de bevolking, 1800–2000

Niveaus (natuurlijke logaritmen)



Eerste verschillen (groeivoeten)



Bron: R. van Eijkel en W.E. Romp, 'Multiple structural breaks in economic development of the Netherlands over the last 190 years', mimeo (Groningen 2005).

Implicaties voor economisch-historisch onderzoek

Kunnen we met moderne tijdreeksstechnieken de traditionele economisch-historische onderzoeksvragen aan? Onlangs hebben Jan Bonenkamp, Jan-Pieter Smits en ondergetekende zich gebogen over de ‘Gillboy-thesis’, aansluitend bij een debat binnen de economische geschiedenis of vraag- dan wel aanbodfactoren bepalend zijn geweest in het proces van moderne economische groei.²³ We gebruiken hiervoor een recent ontwikkelde methode *counterfactual VAR* om dynamische processen te vergelijken in de periode voor de Industriële Revolutie en de periode erna. Het *Vector Autoregressive* (VAR) systeem genereert de onverwachte schokken en de wijze waarop deze doorwerken, de *propagatie*. Door nu de schokken uit de ene periode te combineren met de propagatie uit een andere periode, kunnen we uitspraken doen als: ‘Wat zou er gebeurd zijn wanneer de vraagschokken van de periode voor de Revolutie in de periode erna ook waren opgetreden?’. We vinden inderdaad dat schokken van vóór ongeveer 1870 groter zijn dan die in de periode erna. De hoogte van deze schokken houdt duidelijk verband met een wijziging in het indirecte belastingen regime. Echter, ons verhaal verliest zeggingskracht omdat we niet in staat zijn het tijdstip van de Industriële Revolutie precies te bepalen, zelfs wanneer we ons beperken tot de lange negentiende eeuw. Daarenboven vonden we niets nieuws; onze conclusies gaven geen aanleiding om de bestaande inzichten over de negentiende eeuw te herzien.

²³J. Bonenkamp, J.P.A.M. Jacobs en J.P. Smits, ‘Consumer demand in the Industrial Revolution: the Netherlands, 1815-1913’, CCSO Working Paper #2005/7 (Groningen, 2005).

Wanneer de traditionele economisch-historische onderzoeksvragen niet sporen met moderne tijdreeksanalyses kunnen we drie dingen doen: (i) de vragen aanpassen, oftewel alleen onderzoeken wat haalbaar is, wat de data toelaten; (ii) de data aanpassen, i.e. de oorlogen eruit halen of interpoleren over de oorlogsjaren; of (iii) andere economische theorieën en econometrische methoden toepassen.

ad (i) Zou het kunnen dat de grote noties waarmee economisch-historici zijn opgegroeid, zoals bijvoorbeeld het op gang komen van het proces van moderne economische groei aan het eind van de negentiende eeuw, gemendeerd moeten worden? Vooralsnog lijkt dit niet het geval. Een grondige analyse van de transitie van een pre-moderne naar een moderne samenleving zal meerdere reeksen in de analyse betrekken en ook kijken naar gedesaggregeerde informatie en institutionele ontwikkelingen. Immers, de Industriële Revolutie hoeft zich niet in alle sectoren tegelijkertijd voltrokken te hebben.

ad (ii) Hoe dan ook is een grondige analyse nodig van de breuken rond de Eerste en Tweede Wereldoorlog. Welk effect hebben de oorlogsjaren gehad op het daaropvolgend groeipad? Is er slechts sprake van een inhaalslag van het verloren terrein sinds een aantal jaren voor de oorlog of heeft de oorlog tot een institutionele omwenteling geleid? Zou de economische ontwikkeling dan toch doorslaggevend bepaald worden door cultuurgeschiedenis?²⁴

²⁴J.W. Drukker, *De revolutie die in haar eigen staart beet: hoe de economische geschiedenis onze ideeën over economische groei veranderde* (Utrecht 2003) sectie 7.10.

ad (iii) In het wereldbeeld van de economisch historicus spelen de homo economicus en productiefuncties een prominente rol. Misschien moeten we ook kijken naar structuurmodellen, al dan niet opgebouwd vanuit *first principles* (microfundering), algemeen evenwichtmodellen, kleine structurele VAR modellen, enzovoorts en meer realisme bij het modelleren van economische agenten en markten toestaan.

Natuurlijk kunnen we ook de handdoek in de ring gooien en erkennen dat het bestaande kwantitatief-descriptieve economisch-historische onderzoek à la bijvoorbeeld Maddison²⁵ en Broadberry²⁶ voldoende mogelijkheden biedt om de grote verbanden in de economische geschiedenis naar boven te brengen.

Tot slot

Het Nederlands datamateriaal die de periode bestrijkt vanaf het begin van de negentiende eeuw ligt te verstoffen op de plank, ofschoon de reeksen uitstekend gebruikt zouden kunnen worden voor historische tijdreeksanalyses. Bovendien lenen de historische nationale rekeningen zich in principe voor een modelmatige aanpak zoals bijvoorbeeld in zwang bij het CPB of in een algemeen evenwichtsmodel. Een voorbeeld van kapitaalvernietiging!

²⁵A. Maddison, *Monitoring the World Economy* (OECD Development Centre, Parijs 1995).

²⁶S.N. Broadberry, *The Productivity Race: British manufacturing in international perspective, 1850-1990* (Cambridge 1997).