

Evolutionary and heterodox innovation analysis : a study of industrial and technological development in process control and information technology

Citation for published version (APA):

Hagedoorn, J. (1988). *Evolutionary and heterodox innovation analysis : a study of industrial and technological development in process control and information technology*. [Doctoral Thesis, Maastricht University]. Rijksuniversiteit Limburg. <https://doi.org/10.26481/dis.19881201jh>

Document status and date:

Published: 01/01/1988

DOI:

[10.26481/dis.19881201jh](https://doi.org/10.26481/dis.19881201jh)

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

Download date: 06 Feb. 2023

NEDERLANDSE SAMENVATTING

In deze studie wordt een bijdrage geleverd aan zowel een aantal nieuwe ontwikkelingen in de theorie rond innovatie en industriële ontwikkeling als de concretisering en uitwerking van dergelijke theorievorming in empirisch onderzoek. Wat betreft de eerst genoemde doelstelling wordt aansluiting gezocht bij de recente discussie rond de verdere ontwikkeling van een aantal heterodoxe bijdragen, met name in het deelgebied van innovatie theorie en 'industrial economics'. Theoretische bijdragen die in dat kader in de belangstelling staan zijn te vinden in het werk van onder andere Nelson en Winter, Freeman en Rosenberg. De uitwerking van een theoretisch kader is gebaseerd op heterodoxe theorievorming gedeeltelijk gebaseerd op het werk van 'klassieke' auteurs zoals Marx en Schumpeter, maar ook op het werk vanuit neo-Schumpeteriaanse en neo-Marxistische optiek en onderzoek van een meer multidisciplinair karakter zoals dat gestalte krijgt in bijdragen aan het onderzoek rond de aard en effectiviteit van technologie-meting. In algemene zin kan gesteld worden dat in deze studie een kritische beschouwing van een aantal varianten van evolutionaire theorievorming rond technologie en industriële verandering centraal staat. Daarbij gaat het niet alleen om de theorievorming rond de veranderingen in de industriële structuur onder invloed van technologische ontwikkeling en vice-versa maar er wordt tevens uitvoerig aandacht besteed aan het karakter van technologische verandering zelf waarbij diffusie en innovatie als een organisch geheel worden gezien.

In het empirisch onderzoek dat in dit kader wordt uitgevoerd staan de technologische ontwikkelingen en veranderingen in de industriële structuur in de internationale proces controle sector centraal. Het onderzoek betreft niet zozeer een geïsoleerde sector studie maar veeleer de relatie tussen verschillende velden van technologische ontwikkeling zoals procestechologieën en informatietechnologie en veranderingen in de industriële structuur in bredere zin. Bovendien stelt dit onderzoek ons in staat aandacht te besteden aan een sector die 'verborgen' is in de officiële economische statistiek.

Zowel Marx als Schumpeter kunnen gezien worden als grondleggers van een aantal theoretische aanzetten voor evolutionaire theorievorming rond technologie en economische verandering. Een belangrijk aspect in het werk van Marx is zijn grote inhoudelijke aandacht voor het effect van technologische ontwikkeling op de maatschappij in het algemeen en veranderingen in de economische structuur in het bijzonder. Deze aandacht kreeg vooral vorm in Marx's analyse van de gevolgen van het proces van mechanisatie in de eerste helft van de 19de eeuw waarmee een eenzijdige en logisch onhoudbare economische krisistheorie werd gefundeerd hetgeen echter onverlet laat dat Marx een ongeëvenaarde diepgang in zijn analyse van de effecten van technologische ontwikkelingen introduceerde. Verspreid door het werk van Marx treft men tevens een grote aandacht voor een differentiatie van ondernemingsvormen en categorieën ondernemingen aan. In de uitwerking van een analytisch kader voor empirisch onderzoek in deze studie is gebruik gemaakt van een vergelijkbare categorisatie van ondernemingen. In de analyse van Marx zelf is echter meer aandacht besteed aan de rol van concentratie en centralisatie bij de vorming van grote ondernemingen die een dominante rol in het economisch proces zouden gaan innemen.

Schumpeter besteedde duidelijk minder aandacht aan de analyse van technologische ontwikkelingen dan Marx. In Schumpeter's economische theorie is innovatie eerst weliswaar een gedeeltelijk endogene factor terwijl technologie in het algemeen toch vooral exogeen blijft. In het latere werk wordt technologie meer endogeen waarbij met name de rol van zogenaamde 'science based' ondernemingen worden benadrukt.

Voor zowel Marx als Schumpeter heeft technologische ontwikkeling een evenwichtsverstoring effect op het proces van economische ontwikkeling.

In beide bijdragen wordt, in tegenstelling tot hetgeen in de literatuur veelal wordt gesteld, het behalen van een technologische voorsprong door innovatieve ondernemingen niet gekoppeld aan lange termijn monopoliewinsten maar eerder aan korte termijn monopolieposities. Monopolie voortkomend uit de succesvolle introductie van

nieuwe produkten en produktieprocessen heeft in de regel geen structureel karakter, het is eerder gebaseerd op tijdelijke marktmacht en niet ten principale afhankelijk van de grootte van ondernemingen.

In deze studie wordt veel aandacht besteed aan een noodzakelijk geachte differentiatie van ondernemingen naar grootte en functie. Bij Schumpeter vindt men een basis voor een verdere differentiatie in grote, veelal 'science based', ondernemingen, kleinere ondernemingen waarin de entrepreneur een centrale plaats inneemt en, vooral in zijn latere werk, kleine en middelgrote ondernemingen in een toeleveringsfunctie of opererend in specifieke markt-niches. Onder invloed van het verschijnsel van creatieve destructie waarbij nieuwe sectoren en ondernemingen gaan ontstaan worden zowel nieuw opgerichte ondernemingen als 'cross entry' categorieën die bij een analyse van structuurveranderingen kunnen worden opgenomen in een analytisch kader. In het werk van Marx vindt men tal van verwijzingen naar het belang van centralisatie en concentratie voor het ontstaan van grote ondernemingen terwijl ook het belang van kleinere innovatieve ondernemingen wordt benadrukt. In tegenstelling tot de 'jonge' Schumpeter heeft Marx weinig aandacht voor de entrepreneur als personificatie van innovatie, hetgeen gezien de aard van de ontwikkelingen van moderne technologie terecht is. Het is van belang te benadrukken dat wat betreft de analyse van de rol van grote ondernemingen in de veranderingen van marktstructuren er een grote mate van overeenstemming is tussen het werk van Marx en de latere bijdragen van Schumpeter.

Voortbouwend op het werk van Marx en vooral Schumpeter zijn er de afgelopen decennia tal van bijdragen geleverd aan de theorievorming rond technologische ontwikkeling en aspecten van economische structuurveranderingen, zoals de rol van ondernemingen van verschillende grootte en industriële concentratie.

In neo-Marxistische bijdragen kan men grofweg twee varianten binnen deze theorie onderscheiden. In een variant wordt de lijn van Marx inzake centralisatie en concentratie verder doorgetrokken naar een monopolietheorie waarin het kapitalistische economische

stelsel wordt gedomineerd door zeer grote monopolie-ondernemingen, hetgeen resulteert in een eenvoudige dichotome economische structuur met enerzijds monopolie-ondernemingen en anderzijds een groep van kleine ondernemingen. In een andere variant van de radicale politieke economie wordt veeleer aansluiting gezocht bij de klassieke economische theorie waarin monopolie, zeker in het licht van innovatie, wordt gezien als onafhankelijk van ondernemingsgrootte en eerder verbonden met het behalen van tijdelijke extrawinsten als gevolg van het behalen van een technologische voor-sprong.

In deze studie wordt de radicale theorie van het monopolie-kapitalisme zoals onder andere ontwikkeld door Sweezy bekritiseerd. Kenmerkend voor deze neo-Marxistische theorie van het monopolie-kapitalisme is, naast het reeds gememoreerde eenvoudige twee sectoren model met een monopolistische en een niet-monopolistische sector, dat het kapitalisme wordt geanalyseerd als een statisch systeem. Technologische ontwikkeling wordt niet geanalyseerd als een dynamische factor waarbij creatieve destructie tot veranderingen van industriële structuren zal leiden. Concurrentie wordt, ten onrechte, gezien als een centraal element van vroegere fasen van het kapitalisme. Een bijkomend, maar niet onbelangrijk bezwaar, is dat de operationalisatie van het begrip monopolie-kapitaal in meer concrete analyses of aanzetten daartoe nogal slordig wordt gehanteerd.

In sommige neo-Schumpeteriaanse bijdragen zien we een vergelijkbare statische variant van de theorie. Met name bij Galbraith wordt zowel de technologische als de economische ontwikkeling gedomineerd door zeer grote ondernemingen binnen een statische structuur waarin andere groepen ondernemingen en de opkomst van nieuwe sectoren weinig relevantie hebben. Een belangrijke consequentie van dergelijke theorievorming is dat zeer grote ondernemingen en een hoge graad van industriële concentratie geacht worden bevorderlijk te zijn voor de stimulering van technologische ontwikkeling.

In kritiek op dergelijke benaderingen, en gedeeltelijk aansluitend bij het vroegere werk van Schumpeter, wordt in andere theoretische bijdragen meer aandacht gegeven aan de dynamische rol die met name kleine en of nieuwe ondernemingen in het innovatie-proces spelen.

Een midden positie wordt gekozen in theorie-varianten waarin een gunstig effect op innovatieve ontwikkelingen wordt geschetst in een industriële structuur met een juiste 'mix' van kleinere en grote ondernemingen of bijdragen waarin het verband tussen innovatie en industriële concentratie of grootte van ondernemingen in een zogenaamde omgekeerde U-relatie wordt verondersteld. Vanuit theoretisch oogpunt lijken echter varianten waarin aandacht wordt besteed aan het effect van dynamische veranderingen, sectorale verschillen en inter-sectorale effecten van technologische ontwikkelingen te prefereren.

Het empirisch onderzoek naar de zogenaamde 'Schumpeter controversie' heeft geleid tot een inmiddels zeer omvangrijke verzameling studies waarin weinig echte consensus valt te onderkennen. Wel wordt in een toenemend aantal studies gepleit voor het betrekken van inter-sectorale verschillen in technologische mogelijkheden als een van de verklarende variabelen van verschillen in innovativiteit tussen ondernemingen van verschillende grootte en marktstructuren. Voortbouwend op dergelijke aanzetten wordt in deze studie gepleit voor het verbreden van de speelruimte in het onderzoek naar de relatie van ondernemingsgrootte en technologische ontwikkeling. Belangrijke bouwstenen in deze verbreding van de analyse zijn: de verdere operationalisatie van het begrip technologische mogelijkheid, de onderscheiding van een aantal categorieën van ondernemingen en het introduceren van verschillende innovatie-strategieën.

Technologische ontwikkeling dient in de eerste plaats gezien te worden als een evolutionair proces waarin zich zowel revolutionaire als incrementele veranderingen kunnen voordoen. Voor de analyse van technologische mogelijkheden als medebepalend voor verschillen tussen ondernemingen en sectoren dient dit concept eerst verder te worden geconcretiseerd. Aansluiting kan worden gevonden bij onderzoek uit de technologie dynamica en technologie meting, twee velden van onderzoek die vooral door hun multidisciplinaire benadering worden gekenmerkt. Technologische ontwikkeling kan verder worden geanalyseerd als de ontwikkeling en verandering binnen en van technologische paradigma's, enigszins

analoog aan de ontwikkeling van Kuhn's wetenschappelijke paradigma's. In een aantal stappen naar een concreter niveau van analyse verschuift het onderzoek naar de ontwikkeling van 'basic designs', naar sleutel-elementen of belangrijke componenten, om uiteindelijk uit te komen bij de analyse van technologische trajecten. Aanzetten voor een dergelijk analytisch kader vindt men in een aantal bijdragen tot een evolutionaire theorievorming over technologische ontwikkeling. Dergelijke concepten worden echter niet altijd even duidelijk gedefinieerd en vooral toegepast in een algemene schil-dering van technologische ontwikkelingen.

In dit onderzoek wordt het begrippen-apparaat duidelijker omschre-ven en in de onderlinge samenhang geplaatst. De concrete toepas-sing wordt gevonden in de analyse van veranderingen en interdepen-denties in technologische ontwikkelingen in proces technologieën, informatie technologie en proces controle. Voor de analyse van technologische ontwikkelingen in proces controle is een stap verder gegaan in de bestudering van 'basic designs' in de systeem-ontwikkeling die samenhangen met wisselingen in technologische paradigma's onder invloed van de introductie van informatie tech-nologie, met name computer technologie. Hierbij kan worden aange-toond dat er na een wisseling van paradigma sprake is van een periode met experimenten waarin geleidelijk een dominant 'basic design' naar voren komt. Vervolgens kan een systeem, zoals dat voor proces controle, worden opgedeeld in sleutel-elementen of belangrijke componenten. Het gehele systeem wordt dan onder-verdeeld naar niveau van controle van proces meting tot het top-niveau met management informatie systemen. Voor elk sleutel-element kan tenslotte een analyse van technologische trajecten worden gemaakt in termen van technische verbeteringen in een drie-tal generaties, te weten: verouderd, 'average practice' en 'best practice' en verder de toekomstige veranderingen aan de techno-logische grens.

Aangezien het economisch effect van technologische ontwikkeling niet alleen tot uitdrukking komt in de verschuiving van technische grenzen maar juist in de diffusie is het van belang om aandacht te

besteden aan diffusie als een zeer belangrijk aspect van technische verandering. In de standaard analyse van diffusie wordt dit proces veelal geanalyseerd als een statisch verschijnsel waarbij artefact noch populatie van potentiële gebruikers gedurende het diffusie proces veranderen. Hier is diffusie geanalyseerd als een dynamisch proces waarbij met name de technologie zelf gedurende het proces aan verandering onderhevig is. In theorie kan ook in zo'n benadering het diffusie proces als de bekende S-curve worden geprojecteerd alleen wordt deze in een dynamische benadering gegenereerd door de diffusie van opeenvolgende generaties. In deze analyse wordt de diffusie van informatie technologie in de internationale proces controle industrie gemeten per sleutel-element. Voor de industriële structuur wordt een onderscheid gemaakt naar een aantal grootte-klassen. Op deze wijze krijgt men een gedetailleerd beeld van het diffusie proces als een dynamisch veranderingproces in termen van technologische trajecten, de verschillen van diffusie in onderdelen van het systeem en de positie van een aantal groepen bedrijven. Eén van de conclusies van het betreffende empirische onderzoek is dat vooral de zeer grote ondernemingen het meest geavanceerd zijn bij de diffusie van informatie technologie en de participatie aan de technologische grens van proces controle.

Het empirisch onderzoek leidt vervolgens tot een verdere analyse van innovatie en veranderingen in de structuur van de internationale proces controle apparatuur industrie. Deze sector is in de afgelopen decennia gekenmerkt door een gedeeltelijk creatieve destructie die samenhangt met de wisseling van paradigma in proces controle onder invloed van de introductie van informatie technologie. Deze wisseling van paradigma dateert van rond het begin van de jaren zestig, een periode waarin ook een toetreding tot de markt van grote elektronica bedrijven en ondernemingen op het gebied van informatie technologie valt te constateren. De industrie veranderde in een korte tijd tot een 'science based industry' waarin de achterblijvers tot bepaalde, minder ontwikkelde, marktniches werden veroordeeld. De sector is geleidelijk een, aan de elektronica verwante, industrie geworden hetgeen onder andere tot

uitdrukking komt in de aantallen met informatie technologie verbonden bedrijven die door de leidende ondernemingen zijn overgenomen. De verandering van de industriële structuur heeft vooral het karakter van een 'verjonging' van een 'volwassen' meet- en regelindustrie. In die verjonging blijken zowel kleinere R&D intensieve als zeer grote en gediversificeerde ondernemingen een vooraanstaande rol te spelen.

Voor de vraag naar het verband tussen grootte van ondernemingen en innovatie is gebruik gemaakt van een grootte-indeling die nogal afwijkt van standaard indelingen en die gebaseerd is op de frequentieverdeling in een internationale context. Voor het meten van innovatie is gebruik gemaakt van verschillende indicatoren, die betrekking hebben op zowel de R&D-input, de output in nieuwe produkten, als de toepassing van 'best practice' technologie. Tevens is met behulp van principale componenten analyse een verband gezocht tussen alternatieve innovatiestrategieën en grootteklasse waarbij overigens in deze sector geen significant verband is gevonden. Wel is duidelijk dat vooral een belangrijk deel van de kleinere R&D intensieve ondernemingen en de zeer grote multinationale en multi-divisionele ondernemingen tot de meer innovatieve ondernemingen kunnen worden gerekend.

Al met al levert deze studie een bijdrage aan heterodoxe stromingen binnen het economisch onderzoek naar de gevolgen van technologische ontwikkelingen voor de industriële structuur. Uitgaande van de reconstructie van klassieke theorieën en voortbouwend op een reeks van theoretische bijdragen wordt een experimenteel analytisch kader 'getest' waarmee een 'diepte analyse' van technologische ontwikkelingen en industriële structuurveranderingen mogelijk wordt gemaakt. Centraal in deze benadering staan de asymmetrie van ondernemingen, de dynamische veranderingen in technologie en diffusie processen en de wederzijdse beïnvloeding van technologie en haar omgeving.