

# Doorbraaktechnologie en economische groei

G.M. Linders<sup>1</sup>

Technologische ontwikkeling is uiteindelijk de belangrijkste drijvende kracht achter economische groei. Ze komt voort uit innovaties in product, proces en organisatie. Sommige innovaties hebben daarbij een extra betekenis. Ze brengen een kettingreactie van opeenvolgende veranderingen teweeg. Hoe verloopt zo'n keten en hoe uit ze zich in economische productiviteit? Nadat we inzicht hebben verkregen in de rol van dergelijke belangrijke innovaties bespreken we ter illustratie de invloed van een bejubelde maar ook verguisde hedendaagse innovatieketen: de recente ontwikkeling in informatie- en communicatie-technologie.

## *De ene innovatie is de andere niet*

Welvaartsgroei kan op lange termijn alleen worden bereikt door voortdurende technologische vooruitgang die de productiviteit van mensen en middelen doet toenemen. Technologische vooruitgang komt voort uit verschillende vormen van *innovatie*. Allereerst zijn er de verbeteringsinnovaties die voortbouwen op bestaande technologische kennis. Gedreven door concurrentie en lerend van de dagelijkse bedrijfsvoering investeren bedrijven doelgericht maar ook indirect in het incrementeel verbeteren van hun productieproces of het vernieuwen van hun producten. Daarnaast kunnen we drastische innovaties onderscheiden, die voortkomen uit de economische toepassing van wetenschappelijke *inventies*. De effecten van incrementele innovaties hebben een beperkt bereik in het economisch systeem. Drastische innovaties brengen daarentegen een kentering in de productiemethoden binnen de betrokken sector(en) teweeg, waarop vaak additionele verbeteringen en toepassingen volgen. Dergelijke innovaties kunnen bijvoorbeeld de introductie van een superieur nieuw product, productieproces of een fundamenteel nieuwe organisatiemethode zijn.

## *Doorbraaktechnologie*

Sommige drastische innovaties hebben verrijkende veranderingen tot gevolg voor de economie als geheel. Economen hebben een aparte term geïntroduceerd voor zulke innovaties, namelijk doorbraaktechnologie ofwel 'general purpose technology' (GPT)<sup>2</sup>. Een drastische innovatie die gelegenheid biedt voor verdere verbetering en in potentie algemeen toepasbaar is over een breed scala van sectoren in de economie op een wijze die de productiemethoden in deze sectoren ingrijpend verandert, voldoet aan de vereisten om als GPT te boek te gaan. Traditionele voorbeelden van in de loop van de geschiedenis opgedoemde GPTs zijn het schrift, het wiel, de stoommachine, elektriciteit, de interne verbrandingsmotor en chemische techniek.

---

<sup>1</sup> De auteur is verbonden aan de Vrije Universiteit. Met dank aan Henri de Groot en Richard Nahuis voor nuttige suggesties en opmerkingen bij een eerdere versie. Dit artikel is geschreven naar aanleiding van de collegecyclus van P. Howitt over endogene groei tijdens de NAKE-workshop van juni 2001.

<sup>2</sup> De wijze waarop we de term doorbraaktechnologie hier gebruiken komt overeen met het begrip 'basisinnovatie', zoals gebruikt in J.J. van Duijn, *De lange golf in de economie*, Van Gorcum, Assen, 1979.

### *Hogere economische groei vergt geduld*

Een GPT vormt de sleutel tot mogelijkheden om efficiënter te produceren en leidt tot de ontwikkeling van nieuwe producten om beter aan meer behoeften te voldoen. Juist de afgeleide stroom complementaire innovaties levert uiteindelijk de grootste productiviteitswinsten op. De ontwikkeling van toepassingen in nieuwe methoden en producten kan gezien worden als het voltooiën van het implementatieproces van de GPT. Omdat het implementatieproces lang duurt, treden de effecten van een GPT op productiviteitsgroei in de tijd gespreid op. Verschillende formele analyses<sup>3</sup> schetsen zelfs een beeld waarbij de introductie van een GPT tijdelijk leidt tot een vertraging van het groeitempo, waarna uiteindelijk een versnelling optreedt. De introductie van een GPT vindt asymmetrisch plaats. Investerings in onderzoek en ontwikkeling zijn nodig voor het doorgronden van de mogelijkheden van de GPT en het ontwikkelen van toepassingen. Omdat de middelen weggetrokken worden uit productie en innovatie in gevestigde technologie, vertraagt het groeitempo initieel. Bovendien verouderen door de voortschrijdende introductie van de nieuwe technologie bestaand productiekapitaal en vaardigheden sneller. Wanneer de superieure mogelijkheden van de nieuwe GPT eenmaal kunnen worden benut, treedt echter een substantiële groeiversnelling op. Veranderingen in de organisatie van productie en distributie zijn hierbij cruciaal<sup>4</sup> voor de accommodatie van afgeleide innovaties in product- en procestechologie. Gevestigde belangen zijn gebaat bij de oude organisatiemethoden en comparatieve voordelen. Adoptie van een GPT hangt af van de verwachte netto baten voor de relevante partijen. De afweging rond het invoeren van een nieuwe doorbraaktechnologie kan het plotseling opduiken of achterop raken van landen in de wereldeconomie beschrijven<sup>5</sup>.

Kan een nieuwe GPT tot een hogere structurele groeivoet leiden? Het is mogelijk dat de lange termijn groeivoet verhoogd wordt bij de introductie van een nieuwe GPT. De wet der afnemende meeropbrengsten suggereert echter dat groei in productiviteit ooit tegen grenzen moet aanlopen. Nadat de invoering van een nieuwe GPT is voltooid en de toepassingsmogelijkheden in nieuwe producten en processen uitgewerkt raken, gaat drastische innovatie langzaam weer over in incrementele innovatie. Als de winstgevendheid en efficiëntie van onderzoek en ontwikkeling niet permanent verhoogd blijft is een nieuwe GPT nodig om de productiviteitsgroei weer op te krikken.

### *Is ICT een doorbraaktechnologie?*

Zijn we in het huidige tijdperk opnieuw getuige van de implementatie van een GPT, gerelateerd aan de mogelijkheden die de micro-elektronica ons biedt? Bijna geen uithoek van de economie wordt niet op enige wijze beïnvloed door de nieuwe informatietechnologieën (ICT). Is dit voldoende om van een doorbraaktechnologie te spreken? Het schijnbare uitblijven van enige invloed op de sinds 1973 inzakkende productiviteitsgroei leidde tot de computer-paradox. We zien de computer overal opduiken behalve in de productiviteitsstatistieken (cf. Solow, 1987). Tussen 1995 en 1999 beleefde de productiviteitsgroei echter een opleving. Komt de computer haar belofte dan toch nog na?

---

<sup>3</sup> E. Helpman (ed.), *General purpose technologies and economic growth*, MIT Press, 1998. Zie ook R. Nahuis, *Knowledge and economic growth*, CentER Dissertation Series, Tilburg University, 2000.

<sup>4</sup> E. Brynjolfsson en L. Hitt, *Beyond computation: information technology, organizational transformation and business practices*, *Journal of Economic Perspectives*, 14, herfst 2000, blz. 23-48. Zie verder het ESB dossier, 3 december 1998, *Organiseren, flexibiliseren, innoveren*.

<sup>5</sup> E.S. Brezis, P.R. Krugman en D. Tsiddon, *Leapfrogging in international competition: a theory of cycles in national technological leadership*, *American Economic Review*, 83, 1993, blz. 1211-1219.

### Box 1: Computer en productiviteit<sup>6</sup>

Tabel 1 geeft voor de V.S. en Nederland de verandering in de trendmatige groei van de arbeidsproductiviteit vanaf 1996 ten opzichte van de periode sinds 1973.

Tabel 1

in procent-punten per jaar (marktsector)	Verenigde Staten	Nederland
Trendmatige groei 1996-1999	2.1	1.1
Trendmatige groei 1973-1995	1.5	2.0
Groei verandering	0.7	-0.9
- Computerindustrie	0.5	0.2
- Inflatiemeting	0.2	n.v.t.
- Andere factoren	0.0	-1.1

Bron: H. van der Wiel (2000); n.b.: de tabel bevat afrondingsverschillen.

De computerindustrie heeft zowel in de V.S. als in Nederland een positieve bijdrage geleverd aan de groei in arbeidsproductiviteit. Toch heeft in Nederland de daling in productiviteitsgroei zich in de late jaren 90 voortgezet. De hoge groei in Nederland was vooral aan werkgelegenheidsgroei te danken. Gordon levert een verdere onderverdeling van de groei voor de V.S. Uiteindelijk stelt hij de invloed van ICT op de groei in multifactorproductiviteit (een maatstaf voor de invloed van technologische vooruitgang) vast. Het blijkt dat ICT vooral de productiviteit van kapitaalverdieping heeft vergroot en niet of nauwelijks voor een hogere groei in multifactorproductiviteit (MFP) heeft gezorgd buiten de computerindustrie en overige duurzame industrie. Dit duidt op een blijvende scheiding tussen 'oude' en 'nieuwe' sectoren. Dit bestendigt ICT als drastische innovatie, maar nog niet als doorbraaktechnologie. Ondanks de economische groeiversnelling van de laatste jaren lijkt de computer-paradox overeind te blijven. Toch is dit beeld later enigszins herzien. Herziene cijfers voor de V.S. in Baily geven een aanzienlijk hogere groei in MFP, zowel binnen als buiten de computerindustrie.

De cijfers van box 1 geven geen uitsluitsel over de status van ICT. Toch kunnen we theoretische argumenten aanvoeren voor ICT als technologische doorbraak. Het proces van verandering in de organisatie van productie en marketing is wellicht nog in volle gang. Pas recentelijk heeft de opkomst van het internet de cruciale combinatie van computer-, informatie en communicatie technologieën mogelijk gemaakt, ook wel telematica genoemd. Hiermee is de integratie van informatieverwerking, analyse, kennisvergaring, en communicatie ingezet. Dit beïnvloedt in beginsel de productiemethoden in de hele economie. Daarmee kan moderne informatie-technologie zich meten met technologische doorbraken uit het verleden, zoals elektriciteit en fysieke mobiliteit.

Een iets andere blik op de cijfers leert dat de effecten van ICT op productiemethoden door de hele economie heen wellicht al zichtbaar zijn. Een groot deel van de stijging in de arbeidsproductiviteit in de V.S. is toe te wijzen aan kapitaalverdieping, met name in de vorm van ICT kapitaalgoederen. Bij een beoordeling van de statistieken moeten we ons wellicht niet alleen op de multifactorproductiviteit concentreren. Ook de invloed van kapitaalverdieping op arbeidsproductiviteit kan worden toegewezen aan de opkomst van ICT. Dit doet recht aan de technologische oorzaken van deze stijging in de productiviteit van kapitaalgoederen<sup>7</sup>.

<sup>6</sup> De cijfers in de box zijn afkomstig van H. van der Wiel, ICT important for growth, CPB Report 2000/2, 2000, blz. 22. Zie verder R. Gordon, Does the 'new economy' measure up to the great inventions of the past?, Journal of Economic Perspectives, 14, herfst 2000, blz 53 en M.N. Baily, Macroeconomic implications of the new economy, Institute for International Economics, 2001, tabel 2. Voor discussie over de computer-controverse, zie R. Nahuis, Computers, een onvervulde belofte?, ESB, 12 juni 1998, blz. 483.

<sup>7</sup> N. Crafts, The Solow productivity paradox in historical perspective, CEPR Discussion Paper No. 3142, januari 2002. Hij stelt dat ICT via zowel kapitaalverdieping als multifactorproductiviteit al vóór 1995 vanuit historisch

### *Zonder technologie geen groei*

In het voorgaande is duidelijk geworden dat productiviteitsgroei en technologische ontwikkeling niet los van elkaar kunnen worden gezien. Hoewel cijfermateriaal over een lange tijdreeks een constante trendmatige groei laat zien<sup>8</sup> voor de geïndustrialiseerde landen vanaf tenminste het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw, kunnen we deze groei niet als vanzelfsprekend zien. Op iets kortere termijn treden belangrijke vertragingen en versnellingen op die relatieve posities tussen landen sterk kunnen wijzigen. Investing in technologische vernieuwing en, van tijd tot tijd, nieuwe technologische doorbraken zijn nodig om groei op peil te houden. Doorbraaktechnologie leidt tot grote veranderingen in de organisatiemethoden binnen de economie. Interne strijd tussen gevestigde belangen en vernieuwende krachten bepaalt mede welke landen meegaan in de dynamiek van vernieuwing en welke achterblijven. ICT is in potentie een doorbraaktechnologie ook met het oog op de toekomst. Daarbij is het optreden van organisatorische veranderingen in de economie van cruciaal belang.

*Gert-Jan Linders.*

---

perspectief relatief veel aan groei heeft bijgedragen.

<sup>8</sup> A. Maddison, *The world economy: a millennial perspective*, OESO Development Centre Studies, 2001.