



Doorbraaktechnologie en groei

Auteur(s):

Linders, G.M.

De auteur is verbonden aan de Vrije Universiteit te Amsterdam. Met dank aan Henri de Groot en Richard Nahuis voor nuttige suggesties en opmerkingen bij een eerdere versie.

Verschenen in:

ESB, 87e jaargang, nr. 4361, pagina 394, 17 mei 2002

Rubriek:

ABC

Trefwoord(en):

technologie

Technologische doorbraken, zoals ict, spreken tot de verbeelding. Wat zijn de economische effecten van een doorbraaktechnologie en hoe uit ze zich in productiviteitsgroei?

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 organisatie methode zijn.

Doorbraaktechnologie

Sommige drastische innovaties hebben verreikende veranderingen tot gevolg voor de economie als geheel. Economen hebben een aparte term geïntroduceerd voor zulke innovaties, namelijk doorbraaktechnologie ofwel 'general purpose technology' (gpt)¹. 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 doorbraaktechnologie te boek te gaan. Traditionele voorbeelden van in de loop van de geschiedenis opgedoemde doorbraaktechnologieën zijn het schrift, het wiel, de stoommachine, elektriciteit, de interne verbrandingsmotor en chemische techniek.

Groei vergt geduld

Een doorbraaktechnologie 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 voltooien van het implementatieproces van de doorbraaktechnologie. Omdat het implementatieproces lang duurt, treden de effecten van een doorbraaktechnologie op productiviteitsgroei in de tijd gespreid op. Verschillende formele analyses schetsen zelfs een beeld waarbij de introductie van een doorbraaktechnologie tijdelijk leidt tot een vertraging van het groeitempo, waarna uiteindelijk een versnelling optreedt².

De introductie van een doorbraaktechnologie vindt asymmetrisch plaats. Investerings in onderzoek en ontwikkeling zijn nodig voor het doorgronden van de mogelijkheden van de doorbraaktechnologie 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 doorbraaktechnologie eenmaal kunnen worden benut, treedt echter een substantiële groeiversnelling op.

Veranderingen in de organisatie van productie en distributie zijn cruciaal voor de accommodatie van afgeleide innovaties in product- en procestechologie³. Gevestigde belangen zijn gebaat bij de oude organisatie methoden en comparatieve voordelen. Adoptie van een doorbraaktechnologie hangt af van de verwachte netto baten voor de relevante markt-

partijen. De afweging rond het invoeren van een nieuwe doorbraaktechnologie kan het plotseling opduiken of achterop raken van landen in de wereldeconomie beschrijven⁴.

Kan een nieuwe doorbraaktechnologie tot een hogere structurele groeivoet leiden? Het is mogelijk dat de lange termijn groeivoet verhoogd wordt bij de introductie van een nieuwe doorbraaktechnologie. De wet der afnemende meer-opbrengsten suggereert echter dat

groei in productiviteit ooit tegen grenzen moet aanlopen. Nadat de invoering van een nieuwe doorbraaktechnologie is voltooid en de toepassingsmogelijkheden in nieuwe producten en processen uitgeput raken, gaat drastische innovatie langzaam weer over in incrementele innovatie. Een nieuwe doorbraaktechnologie is dan nodig om de productiviteitsgroei weer op te krikken.

Informatietechnologie

Zijn we in het huidige tijdperk opnieuw getuige van de implementatie van een doorbraaktechnologie, 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. Tussen 1995 en 1999 beleefde de productiviteitsgroei echter een opleving. Komt de computer haar belofte dan toch nog na?

De cijfers in tabel 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 vs 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 kapitaalgoederen⁵.

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 voor de geïndustrialiseerde landen vanaf tenminste het begin van de twintigste eeuw, kunnen we deze groei niet als vanzelfsprekend zien⁶. 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. Een 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.

Drastische innovatie of doorbraaktechnologie?

De computerindustrie heeft zowel in de vs 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 negentig voortgezet. De hoge groei in Nederland was vooral aan werkgelegenheidsgroei te danken. Gordon levert een verdere onderverdeling van de groei voor de vs. 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 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 vs in Baily geven een aanzienlijk hogere groei in multifactorproductiviteit, zowel binnen als buiten de computerindustrie.

tabel 1

Tabel 1. Verandering in de trendmatige groei van de arbeidsproductiviteit vanaf 1996 ten opzichte van de periode sinds 1973 voor de vs en Nederland, in procentpunten per jaar (marktsector)

	VS	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: 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, jrg. 14, 2000, blz. 53 en M.N. Baily, Macroeconomic implications of the new economy, Institute for International Economics, 2001, tabel 2.

-
- 1** 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.
 - 2** E. Helpman (red.), *General purpose technologies and economic growth*, MIT Press, 1998. Zie ook R. Nahuis, *Knowledge and economic growth*, CentER dissertation series, KUB, Tilburg, 2000.
 - 3** E. Brynjolfsson en L. Hitt, *Beyond computation: information technology, organizational transformation and business practices*, *Journal of Economic Perspectives*, jrg. 14, herfst 2000, blz. 23-48. Zie verder ESB dossier, *Organiseren, flexibiliseren, innoveren*, 3 december 1998.
 - 4** E.S. Brezis, P.R. Krugman en D. Tsiddon, *Leapfrogging in international competition: a theory of cycles in national technological leadership*, *American Economic Review*, jrg. 83, 1993, blz. 1211-1219.
 - 5** N. Crafts, *The Solow productivity paradox in historical perspective*, CEPR discussion paper, nr. 3142, januari 2002. Hij stelt dat ict via zowel kapitaalverdieping als multifactorproductiviteit al vóór 1995 vanuit historisch perspectief relatief veel aan groei heeft bijgedragen.
 - 6** A. Maddison, *The world economy: a millennial perspective*, OESO Development Centre Studies, 2001.