

CPB Document

No 41

December 2003

Op zoek naar productiviteitsgroei

Effecten van ICT en innovatie op bedrijfsniveau in Nederland

Henry van der Wiel en George van Leeuwen

Centraal Planbureau
Van Stolkweg 14
Postbus 80510
2508 GM Den Haag

Telefoon (070) 338 33 80
Telefax (070) 338 33 50
Internet www.cpb.nl

ISBN 90-5833-147-4

Inhoud

Ten geleide	5
1 Inleiding	7
2 Algemene relatie ICT, innovaties en productiviteit	11
2.1 Inleiding	11
2.2 Enkele theoretische noties	12
2.3 Belang ICT in cijfers	15
2.4 Belang innovaties in cijfers	22
2.5 Gezamenlijke rol ICT en innovaties?	24
3 Relatie ICT, innovatie en productiviteit in de praktijk	27
3.1 Inleiding	27
3.2 Modelaanpak	28
3.2.1 Modelleren van ICT- en innovatie-effecten	28
3.2.2 ICT-spillover-indicator	31
3.3 Resultaten	33
3.3.1 Directe bijdrage ICT-kapitaal	33
3.3.2 Effect innovatie op de productiviteit	34
3.3.3 Belang opeenvolgende innovatie-activiteiten	36
3.3.4 Rol ICT in innovatieproces	37
3.3.5 Vergelijking met andere onderzoeken	40
3.4 Rendementen ICT-investeringen	42
3.5 Vertaling naar bedrijfstak- en macroniveau	45
4 Conclusies, beleidsimplicaties en onderzoeksagenda	51
4.1 Belangrijkste conclusies	51
4.2 Mogelijke beleidsimplicaties	54
4.3 Bouwstenen onderzoeksagenda	58
Referenties	61
Bijlage A : Overzicht gebruikte begrippen	67
Abstract	71

Ten geleide

Nederland kampt in nationaal en internationaal perspectief met een tegenvallende arbeidsproductiviteitsontwikkeling. In de zoektocht naar mogelijke oorzaken, biedt dit document een blik op de Nederlandse productiviteitsprestaties op individueel bedrijfsniveau. Gekeken is naar wat in de periode 1994-1998 ICT en innovaties afzonderlijk en in combinatie hebben betekend voor de arbeidsproductiviteit voor een bedrijf en uiteindelijk voor de economie als geheel. Dit document is een vervolg op Van der Wiel (2001a), waarin de effecten van ICT op macro- en bedrijfstakniveau werden geanalyseerd. Innovaties bleven toen buiten het analysekader.

Dit onderzoek laat zien dat door het bedrijfsleven behoorlijke productiviteitsverbeteringen zijn behaald door gebruik van ICT en innovaties. Bedrijven profiteerden nog meer als ze ICT en innovaties combineerden, omdat deze elkaar versterken. Innoveren is bovendien een kwestie van lange adem, want regelmatig innoveren loont meer dan een ad-hoc strategie. Omdat er nog veel bedrijven zijn waar nog relatief weinig in ICT is geïnvesteerd, lijkt deze technologie nog steeds groeipotentieel te hebben voor de toekomst.

Het onderzoek is uitgevoerd door George van Leeuwen en Henry van der Wiel met ondersteuning van Fred Kuypers, allen van de projectgroep ICT en arbeidsproductiviteit. Dit onderzoek is deels gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken (AEP/EZ) en uit dien hoofde begeleid en becommentarieerd door George Gelauff, Stephan Raes, Pieter van Winden (allen AEP/EZ) en Piet Donselaar (DGI/EZ). Dank is verder verschuldigd aan de deelnemers van de EZ-workshop van 12 juni 2003 en aan CPB-collega's Marja Appelman, Maarten Cornet, Machiel van Dijk, Harold Creusen, Free Huizinga, Taco van Hoek en Henk Kox voor zinvol commentaar en suggesties. Delen van dit onderzoek zijn uitgevoerd op het Centre for Research of Economic Microdata (CEREM) van het CBS.

F.J.H. Don
Directeur CPB

1 Inleiding

In dit document analyseren we de Nederlandse productiviteitsprestaties op bedrijfsniveau. Specifiek wordt gekeken wat informatie- en communicatietechnologie (ICT) en innovaties afzonderlijk en in combinatie kunnen betekenen voor de productiviteit in Nederland.

Al tijden gaat het niet echt goed met de ontwikkeling van de arbeidsproductiviteit in Nederland. Zowel in historisch als in internationaal perspectief blijft de groei in delen van de economie achter. Op lange termijn wordt de economische groei bepaald door de toename van het arbeidsaanbod en de arbeidsproductiviteit. Gezien het teruglopend arbeidsaanbod in Nederland wordt de toekomstige (duurzame) economische groei dus meer afhankelijk van de arbeidsproductiviteitstoename (Don, 2001). Met het oog op de toekomst is verhoging van de arbeidsproductiviteit een belangrijke doelstelling van economisch beleid. ICT en innovatie kunnen middelen zijn om de productiviteit te verhogen.

Waarom schort het nu in Nederland? Waarom wil de structurele productiviteitsgroei maar niet omhoog? Een duidelijk antwoord op die vraag is niet eenvoudig, daar bedrijven hun arbeidsproductiviteit op velerlei wijze kunnen verbeteren. Toepassing van de jongste meest efficiënte productietechnieken – waaronder ICT –, het slimmer inrichten van het productieproces, gebruikmaken van goed opgeleide mensen, nieuwe producten produceren of opwaarderen van de kwaliteit van een bestaand product (al dan niet door ICT) zijn belangrijke opties. De keuze die bedrijven maken wordt in sterke mate bepaald door prikkels als concurrentie en omgevingsfactoren waarop bedrijven niet altijd invloed hebben. Zodra bedrijven geen prikkels ervaren kan dat een reden zijn dat bedrijven onvoldoende ‘investeren’ om de productiviteit te verbeteren.

Dit document richt zich op het belang van ICT en innovatie voor de productiviteit in Nederland. In “*Does ICT boost Dutch productivity growth?*” kwantificeerde Van der Wiel (2001a) op macro- en bedrijfstakniveau het gebruik van ICT in het productieproces. De conclusies waren dat op het gebied van ICT-investeringen en het gebruik ervan Nederland in Europees perspectief eerder voorop lijkt te lopen dan achterblijft. Wel bleek dat het gebruik van ICT de arbeidsproductiviteit van het bedrijfsleven maar mondjesmaat heeft bevorderd in de jaren negentig. Toch was er een duidelijke verbetering zichtbaar in de totale factor productiviteit (TFP), wat mogelijk samenhang met het gebruik van ICT.¹ Volledige duidelijkheid daarover bestond niet, want TFP is een productiviteitscomponent die door vele andere factoren wordt beïnvloed waaronder innovaties. Zeker op geaggregeerd niveau zijn die factoren moeilijk te scheiden.

Dit document is een vervolg op Van der Wiel (2001a). Het kijkt deze keer naar de Nederlandse productiviteitsprestaties op het niveau van het bedrijf in de periode 1994-1998 en neemt bovendien de effecten van innovaties mee. Op innovatiegebied scoort Nederland de

¹ TFP groei is de productiegroei die ‘ontstaat’ bij gelijkblijvende inputs van het productieproces.

laatste jaren niet echt goed. Zowel de Eurostat innovatiesurvey (CIS) als het Global Competitiveness Report duiden er op dat het met het Nederlandse innovatievermogen minder goed gesteld is.²

Bekend is dat achter het macro- en bedrijfstakkenbeeld een grote mate van heterogeniteit schuilgaat onder bedrijven. Door op lager niveau te kijken ontstaat een vollediger beeld van het belang van ICT en innovaties voor bedrijven. Centraal in dit document staan de volgende vragen:

- Wat levert ICT aan productiviteitswinst op?
- Wat levert innovatie aan productiviteitswinst op?
- Wat is het belang van opeenvolgende innovatie-activiteiten?
- Wat is de rol van ICT in het innovatieproces?

Aan dit document liggen vier technische papers ten grondslag (zie kader). Dit document doet verslag van de belangrijkste resultaten zonder al te diep in te gaan hoe die resultaten tot stand zijn gekomen. Daarvan geven de achtergrondpapers verantwoording.

Het document is verder als volgt opgezet. Hoofdstuk 2 zet in het kort de algemene, theoretische, relatie tussen ICT, innovatie en productiviteit uiteen. Daarnaast toont het enkele beschrijvende statistieken om een indruk te krijgen van de relevantie van deze variabelen. Hoofdstuk 3 gaat dieper in op de belangrijkste (econometrische) uitkomsten van dit onderzoek en de betekenis van ICT en innovaties voor de productiviteit op verschillende aggregatieniveaus. In hoofdstuk 4 worden de belangrijkste conclusies samengevat en worden implicaties voor beleid geschetst. Tot slot formuleert het hoofdstuk een onderzoeksagenda waarmee de zoektocht naar de determinanten van productiviteitsgroei verder kan worden voortgezet.

² Alhoewel enige voorzichtigheid op de plaats is over de implicaties, stond volgens het Report Nederland in 2002 op de vijftiende plaats van de ranglijst van het concurrentie- en innovatievermogen van landen, terwijl het in 2000 nog tot de top drie van de wereld behoorde.

Korte schets 4 achtergrondpapers

In de vier achtergrondpapers zijn met individuele CBS-bedrijfsgegevens verschillende econometrische schattingen uitgevoerd om de rol van ICT en innovaties op bedrijfsniveau in kaart te brengen voor Nederland. Hier geven we een korte schets van deze papers:^a

Relatie ICT-kapitaal en productiviteit

Dit paper beschrijft de constructie van ICT-kapitaal en laat de (directe) effecten van ICT-kapitaalverdieping zien op de productiviteit. Opvallend is dat er grote verschillen in ICT-intensiteit zitten tussen bedrijven binnen een bedrijfstak, maar dat een inhaalslag plaatsvindt onder bedrijven met een lage ICT-intensiteit.

ICT, innovaties en productiviteit

In dit onderzoek is de relatie tussen ICT, innovaties en productiviteit onderzocht. Het onderzoek laat zien dat ICT en innovaties afzonderlijk maar ook in combinatie een hogere productiviteit opleveren. Wel laat het zien dat de (directe) effecten van ICT-kapitaalverdieping op de arbeidsproductiviteit kleiner worden als rekening wordt gehouden met de gevolgen van innovatie.

ICT en totale factor productiviteit: Levert ICT-spillovers in Nederland?

Dit paper introduceert een (externe) ICT-spillover-indicator in de productiefunctie. Deze indicator blijkt in belangrijke mate bij te dragen aan de productiviteit. Het negeren van 'spillovers' kan daardoor ook een overschatting van de bijdrage van ICT-kapitaalverdieping aan de arbeidsproductiviteit van afzonderlijke bedrijven opleveren.

Marktdynamiek en ICT in de dienstensector

In dit paper staat centraal of er een relatie is tussen ICT-gebruik en leeftijd van bedrijven en of ICT-intensieve bedrijven marktaandeel winnen. De leeftijd blijkt inderdaad een rol te spelen. Hoe jonger een bedrijf, hoe ICT-intensiever het bedrijf is. Er bestaan echter geen duidelijke aanwijzingen dat ICT-intensieve bedrijven marktaandeel winnen.

^a Zie Van Leeuwen, G. en H.P. van der Wiel, 2003 a t/m d.

2 Algemene relatie ICT, innovaties en productiviteit ³

2.1 Inleiding

ICT leek het toverwoord van de jaren negentig. De succesverhalen uit vooral de VS, dat ICT de productiviteit omhoog stuwde en zelfs kon zorgen voor een structureel hogere productiviteitsgroei, konden niet op. Aangekomen in de 21e eeuw, lijkt er weinig meer over van de ICT-potenties en lijkt het eerder op een mythe. Dit lijkt ook te gelden voor Nederland. De economische groei in Nederland liep fors terug, meer dan in Europa als geheel, en de ICT-sector kreeg mede daardoor forse klappen (Van Dijk et al., 2003). Ook het nut van ICT voor een productiviteitsverbetering wordt vooral in de media in twijfel getrokken, getuige krantenkoppen als 'ICT-uitgaven brengen geen productiviteit'.⁴

Over het algemeen getuigen de opvattingen van economen van behoedzaamheid en realiteitszin in de periodes van hype én mythe (zie o.a. Van Ark (2000), Gelauff et al. (2000) en Van der Wiel (2003)). Van belang is te onderkennen dat de gevolgen van ICT op langere termijn moet worden beschouwd en dat we ons niet zozeer moeten laten leiden door toppen en dalen op korte termijn.⁵ Een goed voorbeeld van realiteitszin zijn ook de publicaties van de OESO. Het OESO-rapport 'The new economy beyond the hype' (2001) benadrukte het belang van ICT voor productiviteitsverbetering: "Crucially, ICT seems to have facilitated productivity enhancing changes in the firm...". Het rapport wees tegelijkertijd nadrukkelijk op andere factoren die daarbij van belang zijn. Zo zijn grotere bekwaamheden van het personeel en veranderingen in de organisatie tevens van betekenis. In het recente rapport "Seizing the Benefits of ICT in a Digital Economy" (2003) stelt de OESO dat alle overheden meer kunnen doen om de potenties van ICT ten volle te benutten. Naast algemene macro beleidsdoelstellingen, als het nastreven van lage inflatie - en werkloosheidspercentages, zouden overheden zich moeten richten op het waarborgen van veiligheid, vertrouwen en het versterken van innovatie, menselijk kapitaal, concurrentie en ondernemerschap.

Dit hoofdstuk zet eerst in algemene (theoretische) noties kort uiteen hoe ICT en innovaties de productiviteit zouden kunnen bevorderen. Om een eerste indruk te krijgen van deze kernvariabelen en hun mogelijke samenhang, behandelt dit hoofdstuk vervolgens enkele beschrijvende statistieken voor Nederland, gebaseerd op individuele bedrijfsgegevens.

³ Bijlage A geeft in alfabetische vorm een omschrijving van de meeste gebruikte termen in dit document.

⁴ Het Financieele Dagblad, 18 november 2002.

⁵ Net als iedere andere investering zijn ICT-investeringen gevoelig voor de stand van de conjunctuur.

2.2 Enkele theoretische noties

Technologische innovaties

Technologische innovaties bestaan uit procesinnovatie en productinnovatie. Beide kunnen de arbeidsproductiviteit op een hoger niveau tillen. *Procesinnovaties* bieden de mogelijkheid het werk 'slimmer' uit te voeren. Ze vergroten de efficiëntie van het productieproces en verminderen daarmee het beslag dat de productie van goederen en diensten legt op schaarse inputs van onder meer arbeid en kapitaal.

De arbeidsproductiviteit kan ook omhoog door *productinnovaties*. Bij productinnovaties gaat het om nieuwe goederen en diensten en om een verhoging van de kwaliteit van bestaande goederen en diensten.

In de regel creëren innovaties een grotere welvaart, of anders gezegd een groter totaal (consumenten en producten) surplus. Dit geldt niet voor iedere innovatie. Zo kan een nieuw product dat slechts marginaal beter is dan een bestaand product de hele markt veroveren. Als de gemaakte ontwikkelingskosten en destructiekosten groter zijn dan het extra nut, treedt maatschappelijk gezien een welvaartsverlies op (zie CPB, 2002).

Onderscheid innovaties moeilijk, vooral in dienstensector

Alhoewel het onderscheid product-, procesinnovaties en niet-technologische innovaties in theorie nog wel voorstelbaar is, is dit onderscheid in de praktijk minder makkelijk toepasbaar. Vooral in de dienstensector is dit het geval, want daar vindt de productie en de consumptie van een dienst dikwijls tegelijkertijd plaats. Een diensteninnovatie is veel meer direct gerelateerd aan de organisatorische dimensie van innovatie (zie Van Ark et al., 2003 en de Jong et al., 2003). Een nieuwe dienst (i.c. productinnovatie) gaat vaak meteen gepaard met veranderingen in het bezorgingsproces en klantencontact.

Niet-technologische innovaties

Het begrip innovatie omvat meer dan alleen technologische innovaties. Niet-technologische innovaties kunnen voor bedrijven ook een middel zijn om de productiviteit te verbeteren en daarmee de welvaart te verhogen.

Bij niet-technologische innovaties wordt al snel gedacht aan nieuwe organisatievormen, maar dit type innovatie is breder te definiëren. Het gaat ook om zaken als marketing-, managementconcepten en strategische visie. Vanuit theoretisch oogpunt zijn deze typen niet alleen gericht op het wegnemen van X-inefficiëntie, maar ook op het tot stand brengen van dynamische efficiëntie. Overigens is in de praktijk het onderscheid in innovaties moeilijker vast te stellen (zie kader).

Het belang van niet-technologische innovaties werd in eerste instantie vooral vanuit de managementliteratuur verkondigd, maar wordt nu in bredere kring als belangrijk beschouwd. Zo concludeerde Chandler (1990) zelfs dat organisatorische bekwaamheden de echte schaalvoordelen in productie en pakketsamenstelling zijn. Deze zijn nodig om de

technologische potenties te realiseren. Ook McKinsey benadrukt al enige tijd in hun studies dat de wijze waarop de organisatie is ingericht en hoe de taken zijn verdeeld kritische succesfactoren zijn voor het bereiken van een hogere productiviteit (zie bv. McKinsey, 1993). Uit de studies blijkt dat bedrijven met een zelfde productpakket en productieproces toch in productiviteit verschillen doordat ze het werk anders organiseren.

ICT: een belangrijke innovatie

ICT is zonder twijfel een majeure technologische innovatie. ICT heeft alle kenmerken van een doorbraaktechnologie. ICT evolueert, heeft een groot bereik in de economie en is op veel plaatsen te vinden (bv. Gelauff et al., 2000). Verder heeft ICT een grote variëteit aan toepassingen, zoals besturing van vliegtuigen, scans in de gezondheidszorg, communicatie, data- en tekstverwerking. Daarnaast is ICT complementair met bestaande of potentieel nieuwe technologieën. Belangrijkste voorbeeld hiervan is het internet.

In theorie kan ICT de groei van de arbeidsproductiviteit op drie manieren bevorderen (zie ook kader):⁶

- Via het produceren van ICT-goederen en -diensten.
- Via het toepassen van ICT in het productieproces van gebruikende bedrijfstakken.
- Via een hogere TFP-groei bij gebruikende bedrijfstakken door spill-over effecten en netwerkexternaliteiten en door het tot stand brengen van productinnovaties.

Een centrale rol is hierbij weggelegd voor veranderingen in transactiekosten (o.a. zoekkosten) en kennisproductie. Zo verlaagt ICT de transactiekosten binnen en tussen ondernemingen, en tussen ondernemingen en consumenten. Het brengt daarmee een betere aansluiting tussen vraag en aanbod tot stand op bijvoorbeeld de product- en arbeidsmarkt. ICT kan ook zorg dragen voor een structureel hoger groeitempo van de arbeidsproductiviteit omdat het de kennisproductie productiever kan maken in de vorm van meer innovaties (zie Bartelsman en Hinlopen, 2000).

⁶ Zie voor een uitgebreidere toelichting Van der Wiel (2001a).

Hoe beïnvloedt ICT productiviteit? Een voortslepend debat onder economen

Dat ICT de productiviteit per werknemer kan verhogen, is geen twistpunt onder economen. Wel de manier waarop. In feite zijn er twee stromingen rondom de rol van ICT, waarbij de aandacht vooral uitgaat naar het al of niet bestaan van 'spillover'effecten door ICT.

De eerste stroming ziet de bijdrage van ICT aan de productiviteitsgroei uitsluitend via kapitaalintensivering verlopen. In deze puur neo-klassieke redenering is er geen plaats voor een ICT-effect op de TFP-groei omdat de door prijsdalingen geïnduceerde investeringsgroei van ICT uitsluitend een beweging langs de 'production frontier' representeert. ICT leidt hier dus niet tot een verschuiving van de grenzen van de productiemogelijkheden zelf.

Aan de andere kant van het spectrum vinden we de redenering dat de effecten van ICT op de economie vooral verband houden met het feit dat ICT-goederen zich bij uitstek lenen voor het realiseren van externaliteiten. Hierbij wordt veelal onderscheid gemaakt tussen zgn. rent spillovers, technologie/kennis spillovers en netwerkexternaliteiten. Alle worden geacht de productiviteit van alle inputs in theorie positief te beïnvloeden. Ze verwijzen dus juist wel naar een verschuiving van de productiemogelijkheden (zie bijvoorbeeld Bartelsman en Hinlopen, 2000). Er is sprake van netwerkexternaliteiten als het nut voor een gebruiker van een bepaald product of technologie toeneemt met het aantal gebruikers van producten die compatibel zijn. Hoe meer mensen e-mail hebben hoe nuttiger het is zelf een e-mail-adres te hebben (schaalvoordelen). ICT-netwerken dragen ertoe bij dat de eigen ICT-investeringen van een bedrijf productiever worden naarmate men meer investeert in ICT. Dit geldt zowel voor de communicatie (in brede zin) binnen een willekeurig bedrijf als voor de interacties van hetzelfde bedrijf met haar externe omgeving (bijvoorbeeld met afnemers en/of leveranciers). Kennisspillovers hebben te maken met kennis die voor andere bedrijven, zowel concurrenten als bedrijven in andere sectoren, beschikbaar komt zonder dat zij er 'moeite' voor moeten doen. Rentspillovers zijn waarden voor de gebruikers (i.c. afnemers en consumenten) waarvoor zij niet volledig voor hebben hoeven te betalen.

Het onderscheid in externaliteiten of externe effecten passen we in dit document niet echt toe, omdat deze begrippen door dataproblemen op microniveau moeilijk operationeel zijn te maken.

Samenhang ICT, technologische innovaties en niet-technologise innovaties

ICT en innovatie hangen met elkaar samen. Het alleen plaatsen van ICT-kapitaalgoederen of het lanceren van een innovatie is voor een bedrijf vaak niet voldoende om productiviteitswinsten te realiseren.

ICT maakt het voor bedrijven mogelijk om meer informatie te verwerken en te absorberen. Computers kunnen het onderzoekers gemakkelijker maken om data te verzamelen en te bewerken, waardoor de kennisproductie omhoog kan. Innovaties komen in het bedrijfsleven daarnaast tot stand via netwerken, interne en externe relaties van bedrijven. ICT kan daarbij behulpzaam zijn. Het verhoogt de kans op innovatie en langs deze weg kan ICT de productiviteit (van kenniscreatie) ook verder bevorderen. Ook is voor een bepaalde innovatie een aantal specifieke additionele innovaties nodig in gerelateerde technologieën (denk bijvoorbeeld aan relatie e-commerce en internet). ICT biedt dan mogelijkheden voor verbetering van die gerelateerde technologieën. Deze samenhang geldt niet alleen voor de ontwikkeling van producten, maar ook voor productieprocessen, marketing, financiering en organisatie in ondernemingen. Andersom dient een bedrijf te investeren in niet-technologise innovaties

zoals organisatorische aanpassingen, nieuwe managementtechnieken en dienen vaardigheden van werknemers te veranderen om ICT efficiënt te maken.

De samenhang tussen ICT en allerlei typen innovaties wordt bevestigd door empirisch onderzoek. Uit verschillende buitenlandse studies blijkt herhaaldelijk dat de leereffecten van het toenemend gebruik van ICT groter zijn als dit ook gepaard gaat met niet-technologische innovaties, bijvoorbeeld door het vernieuwen of verbeteren van werkprocessen (zie o.a. Brynjolfson en Hitt, 2000 en Bresnahan e.a., 2002). Uit empirisch onderzoek blijkt ook dat continuïteit in innovatie valt te prefereren boven een ad hoc aanpak. Zo vindt Hempell (2002) voor de Duitse dienstensector dat eenmalige innovaties niet voldoende zijn om productiviteitswinsten van ICT te realiseren. Het succes van ICT hangt af van een meer continue innovatiestrategie, waarbij voortdurend innovaties op de markt komen. Dit houdt vermoedelijk ook verband met concurrentie en de verkorting van technologie-, product- en conceptlevenscycli (zie Jacobs en Waalkens, 2001). Hierdoor moet de snelheid waarmee innovaties ontstaan omhoog.

In welke mate soortgelijke verbanden zichtbaar zijn in Nederland is tot dusver niet bekend. In dit document willen we die kwantificeren. Na de uiteenzetting van de algemene relaties tussen ICT, innovaties en productiviteit, laten we in de volgende paragrafen de cijfers spreken.

2.3 Belang ICT in cijfers

Tabel 2.1 presenteert het aandeel van ICT-kapitaal in de totale kapitaalgoederenvoorraad voor een aantal bedrijfstakken uit het complete panel (zie kader). De verschillen in intensiteit tussen de bedrijfstakken sluiten goed aan bij à priori kennis (zie o.a. van Ark, 2002, en van der Wiel, 2001a). De tertiaire diensten blijkt gemiddeld genomen iets ICT-intensiever dan de industrie. Binnen de tertiaire diensten is de groothandel verreweg het meest ICT-intensief⁷, gevolgd door de zakelijke diensten.⁸ Ondanks de investeringsgolf in ICT is aan het eind van de jaren negentig het aandeel van ICT in de totale kapitaalgoederenvoorraad nog steeds beperkt in omvang. Dit aandeel (uitgedrukt in constante prijzen) ligt nog ruim onder de 10%.⁹

Een belangrijke kanttekening bij de cijfers is wel dat investeringen in software niet geheel konden worden meegenomen, doordat delen van dit type investering ontbreken in de CBS-gegevens op bedrijfsniveau. Inclusief alle software-investeringen zou het aandeel van ICT-kapitaal veel groter zijn dan nu uit tabel 2.1 naar voren komt.

⁷ De verschillen in ICT-intensiteit tussen groot- en detailhandel corresponderen met het onderzoek van Broersma e.a. (2002) over de periode 1987-1994.

⁸ Bij de zakelijke diensten zijn, en dat is niet verwonderlijk, vooral de computerservice-bedrijven zeer ICT-intensief.

⁹ Merk op dat ICT een relatief kortere levensduur heeft dan de meeste andere kapitaalgoederen.

Tabel 2.1 Aandeel ICT-kapitaal in totaal kapitaal (in constante prijzen 1995), 1994 en 1998^a

	1994	1998
	aandeel in % totaal	
Industrie	1,1	2,1
Tertiaire diensten	1,6	3,3
w.v. Groothandel	2,6	5,7
Detailhandel	0,8	1,7
Zakelijke diensten	1,6	3,4
Overig tertiaire diensten	0,9	1,0

^a Berekeningen gebaseerd op complete panel en op basis van opgehoogde totalen.

Relevante bronnen en sectoren van het onderzoek

Voor dit onderzoek hebben we gebruik gemaakt van twee CBS-bronnen met individuele Nederlandse bedrijfsgegevens: Productiestatistieken (PS) en de Community Innovation Survey (CIS). Deze bronnen omvatten gegevens van de industrie en de tertiaire diensten^a

Het CBS verzamelt jaarlijks PS-data door middel van een steekproef onder een groot deel van het Nederlandse bedrijfsleven. Daarbij worden bedrijven die meer dan 20 werknemers in dienst hebben integraal geënquêteerd. Bedrijven met minder dan 20 werknemers worden via een gestratificeerde steekproef onderzocht, waarbij het percentage bedrijven dat onderzocht wordt sterk afneemt naarmate de bedrijfsgrootte kleiner wordt. Na ophoging van de laatste groep vormen deze beide groepen de bron voor de PS. De belangrijkste variabelen van de PS voor dit onderzoek betreffen: het aantal werkzame personen, totale omzet ofwel bruto productie, intermediair verbruik en investeringen in ICT en andere investeringsgoederen.

Van de CIS-enquête beschikken we over twee opeenvolgende enquêtes (CIS 2 en CIS 2,5) die de periode 1994-1998 bestrijken. De CIS-enquête geeft een beeld van de innovatiekracht van bedrijven. Zo levert de enquête informatie over of bedrijven wel of niet technologische innovaties en niet-technologise innovaties hebben uitgevoerd. De steekproefomvang is, vooral onder kleine bedrijven, minder groot dan bij de PS.

Op basis van deze twee bronnen zijn twee zgn. balanced panels aangemaakt. Het complete panel is volledig gebaseerd op de PS en omvat individuele bedrijfsgegevens over de jaren 1994-1998. De industrie is daarin met 2558 bedrijven vertegenwoordigt en de tertiaire diensten met 7828 bedrijven. Met dit panel zijn op bedrijfsniveau kapitaalgoederenvoorraden geconstrueerd bestaande uit ICT-kapitaal en overig kapitaal. Het tweede, het innovatie panel, is gemaakt door het eerste panel te koppelen met de twee CIS-enquêtes. Dit innovatiepanel bestaat uit 1091 industriële bedrijven en 1451 dienstverlenende bedrijven.

Om selectiviteitsproblemen rond de scheve verdeling van de bedrijfsgrootte te beperken, wordt in de econometrische analyse in hoofdstuk 3 hiervoor gecorrigeerd.

^a De tertiaire diensten kunnen nog verder worden onderverdeeld in groothandel, detailhandel, autohandel en autoservice bedrijven, zakelijke diensten en overige tertiaire diensten (incl. horeca). Vanwege dataproblemen of ontbreken van data zijn het vervoer en bank- en verzekeringswezen niet meegenomen in dit onderzoek.

Niettemin is in de periode 1994-1998 het relatieve belang zowel in de industrie als in de tertiaire diensten verdubbeld. Dit geldt ook voor de meeste onderdelen binnen de tertiaire diensten. Enige uitzondering daarop zijn de overige diensten zoals de horeca en milieudienstverlening, waar het aandeel van ICT nauwelijks is toegenomen.

De toename van het aandeel komt goed tot uitdrukking in de groeicijfers van ICT-kapitaal (zie tabel 2.2). In zowel de industrie als in de tertiaire diensten was in de onderzoeksperiode sprake van een forse groei van ICT-kapitaal, waarbij de ontwikkeling in de dienstensector net wat sterker was.

Tabel 2.2	Groeitempo kapitaalgoederenvoorraad (in constante prijzen), 1995-1998 ^a	
	ICT KGV mutaties per jaar in %	Totale KGV
Industrie	23	4
Tertiaire diensten	25½	4½

^a Berekeningen op basis van complete panel en opgehoogde totalen.

De sterke toename van ICT heeft te maken met zowel de relatieve prijsontwikkeling als andere belangrijke prikkels. De prijsontwikkeling van computers en de meeste andere ICT-goederen bleef voortdurend aanzienlijk achter bij die van andere kapitaalgoederen. De prijzen van computers daalden zelfs sterk in de jaren negentig. Hierdoor zijn bedrijven relatief meer gaan investeren in dit type kapitaalgoed, mede aangemoedigd door de positieve geluiden uit de VS over de impact van ICT op de productiviteitsstijging. De investeringen in ICT kregen ook een zet in de rug door andere prikkels zoals de opkomst van het internet (i.c. netwerkeffecten), de Euro-conversie en niet te vergeten de millenniumwisseling.

Grote heterogeniteit binnen bedrijfstakken

Zoals in hoofdstuk 1 al is benadrukt, gaat achter het macro- en bedrijfstakkenbeeld vaak een grote mate van heterogeniteit schuil onder bedrijven. Bedrijven binnen een zelfde afgebakende bedrijfstak verschillen onder meer sterk in omvang, personeelssamenstelling, productiviteitsniveau en ICT-intensiteit. Van dat laatste presenteren we enkele resultaten om hiervan een indruk te geven. ICT wordt eind jaren negentig niet overal in dezelfde mate ingezet in het productieproces. Dit blijkt duidelijk als we bedrijven binnen één bedrijfstak onderverdelen in ICT-intensieve bedrijven en ICT-extensieve bedrijven (zie tabel 2.3).¹⁰

¹⁰ De indeling baseren we op het ICT-aandeel in de kapitaalgoederenvoorraad in 1994: alle bedrijven boven (beneden) de mediaan van het ICT-aandeel zijn ICT-intensief (respectievelijk ICT-extensief). De indeling is gebaseerd op de 3-digit SBI-code detaillering. Andere indicatoren zoals de verhouding ICT-kapitaal en toegevoegde waarde leveren min of meer dezelfde resultaten op. Het jaar 1994 is gekozen als 'benchmark' om enigszins tegemoet te komen aan het mogelijke causaliteitsprobleem tussen ICT en productiviteitsgroei: Bevordert ICT de productiviteitsgroei of kunnen bedrijven door een hogere productiviteitsgroei meer investeren in ICT?

Tabel 2.3 Aandeel ICT-kapitaal: verschillen tussen bedrijven, 1994 en 1998^a

	ICT-intensieve bedrijven		ICT-extensieve bedrijven	
	1994	1998	1994	1998
	%			
Industrie	2,3	3,1	0,4	1,5
Tertiaire diensten	3,4	5,1	0,4	2,0

^a ICT-kapitaal als percentage van totale kapitaalgoederenvoorraad (in constante prijzen 1995). Berekeningen op basis van complete panel en opgehoogde totalen.

Tabel 2.2 liet al zien dat er door bedrijven fors geïnvesteerd is in ICT. Opvallend is dat het vooral de ICT-extensieve bedrijven waren die hoge groeicijfers voor ICT lieten zien in de onderzochte periode (zie tabel 2.4). Zulke verschillen in groeivoeten tussen ICT-intensieve en ICT-extensieve bedrijven zijn niet zichtbaar bij de overige kapitaalgoederen. Er is blijkbaar sprake van een geweldige inhaalslag onder ICT-extensieve bedrijven. Deze inhaalslag is aan het eind van de jaren negentig nog niet voltooid. Immers, in beide sectoren lag in 1998 de ICT-kapitaalintensiteit van de ICT-extensieve bedrijven nog onder die van de ICT-intensieve bedrijven in 1994.¹¹

Tabel 2.4 Groeitempo kapitaalgoederenvoorraad (KGV), 1994-1998^a

	ICT-extensieve bedrijven		ICT intensieve bedrijven	
	ICT KGV	overig KGV	ICT KGV	overig KGV
	mutaties per jaar in %			
Industrie	49¼	4	11¼	3¼
Tertiaire diensten	61¼	3¼	16	4½

^a Berekeningen op basis van complete panel en opgehoogde totalen.

¹¹ Alhoewel in tabel 2.3 geaggregeerde cijfers vermeld staan, komen de resultaten goed overeen met die op een lager aggregatieniveau.

Overinvesteringen ICT?

In de discussie rond ICT speelt de vraag of (sommige) bedrijven in de loop van de jaren negentig niet teveel hebben geïnvesteerd in ICT. Hierbij wordt vaak gewezen op de mogelijkheid dat bedrijven zich hebben laten meedrijven in de hype en daardoor teveel zouden hebben geïnvesteerd. Voeding aan dit argument geeft de ontwikkeling in de periode 2000-2003. Die laat zien dat de ICT-investeringen op hoger aggregatieniveau onder druk stonden. Signalen uit de markt (zie Van Dijk et al., 2003) duiden echter weer op betere tijden.

De vraag of er sprake is geweest van overinvesteringen is niet makkelijk te beantwoorden, want het datamateriaal op bedrijfsniveau reikt niet verder dan eind jaren negentig. We volstaan met een kanttekening.

Belangrijk is de wetenschap dat bedrijven ook andere prikkels dan de hype hadden om veel te investeren in die periode. Mogelijke problemen rondom de millenniumwisseling en de euro-conversie dwongen de meeste bedrijven hun ICT-investeringen naar voren halen. Bedrijven deden dat met de gedachte dat de investering zich later weer terug zou verdienen en vanzelf beter benut zou worden. Zodoende waren de ICT-investeringen tijdelijk hoger dan trendmatig zou zijn te verwachten en was er enige overcapaciteit. Vanuit dat oogpunt komt het verloop in de eerste jaren van deze eeuw niet vreemd over.

De grote divergentie in ICT-intensiteit binnen een bedrijfstak die dit document signaleert zal zeker door de hype en andere prikkels enigszins vertekend zijn. De verschillen tussen ICT-intensieve en -extensieve bedrijven zijn echter dermate groot dat we verwachten dat een deel daarvan reëel is. Bovendien vinden we verderop (in paragraaf 3.4) geen duidelijke aanwijzingen voor overinvesteringen in ICT als dit gerelateerd wordt aan investeringen in overige kapitaalgoederen.

Waarom verschilt ICT-intensiteit binnen bedrijfstak?

De cijfers laten een grote verscheidenheid in ICT-intensiteit binnen een bedrijfstak zien. Wat zit hierachter? De literatuur kent vele verklaringen voor een geleidelijke verspreiding van nieuwe technologieën.¹² De centrale gedachte is dat bedrijven verschillen in één of meer elementen van de investeringsbeslissing. Aannemende dat bedrijven investeren in ICT-projecten met een positieve netto contante waarde, dan is deze beslissing afhankelijk van:

- de (verwachte) kosten
- (verwachte) opbrengsten
- gehanteerde discontovoet

Verschillende kosten ICT?

Beginnend met de kosten, liggen verschillen in aanschafkosten van ICT op een zelfde tijdstip niet voor de hand. De prijzen van ICT-kapitaalgoederen zijn voor ieder bedrijf min of meer gelijk. Deze prijzen worden in grote mate bepaald op de wereldmarkt. De sterk dalende (relatieve) prijzen van ICT-goederen in combinatie met de grotere technische mogelijkheden in

¹² Zie voor een overzicht o.a. Thritle, C.G. en V.W. Ruttan, 1987.

de afgelopen jaren, zou in principe elk bedrijf dezelfde prikkel moeten hebben gegeven om in ICT te investeren.¹³

Verschillen in operationele kosten waaronder de aanpassingskosten kunnen een andere verklaring zijn. De mensen die de apparatuur moeten bedienen dienen opgeleid te worden om er mee te kunnen werken (leereffecten). Het kennisniveau van het personeel is dus een bepalende factor. Daarnaast moet een bedrijf ook haar interne bedrijfsprocessen aanpassen. Daarbij speelt ook het verleden een rol. Toepassing van een nieuwe technologie hangt immers ook af van eerdere gedane investeringen in kennis en technologie (absorptievermogen).

Verschillende opbrengsten ICT?

De opbrengsten van ICT hangen onder meer af van de marktstructuur waarbinnen bedrijven opereren. Bij min of meer homogene bedrijven die opereren op dezelfde markt liggen verschillen in verwachte opbrengsten niet voor de hand.

Verschillende discontovoet?

Tot slot kunnen verschillen in de discontovoet leiden tot divergenties in ICT-intensiteit onder bedrijven. In de discontovoet komt onder meer het verschil in risicogedrag van bedrijven tot uiting. Sommige bedrijven zullen, zeker bij een nieuwe technologie, de kat uit de boom kijken. Deze bedrijven zijn meer afkerig van risico's dan anderen.¹⁴

Uiteenlopende kennisniveaus van personeel, aanpassing van interne bedrijfsprocessen en verschillend risicogedrag lijken op voorhand het meest voor de hand te liggen om de gesignaleerde verschillen in ICT-intensiteit onder bedrijven te verklaren. Ook netwerkeffecten kunnen meespelen. Bedrijven ondervinden voordelen van een groeiend netwerk (bv. internet of EDI) – soort omgekeerd ‘first mover advantage’ – waardoor bedrijven alsnog besluiten om te investeren in ICT. Hierdoor kan de timing bij bedrijven anders liggen.

Helaas laat het beschikbare datamateriaal niet toe dit uitgebreid verder te onderzoeken. Op deze plaats hebben we alleen gekeken naar de samenhang met de leeftijd van een bedrijf. In theorie wordt rond nieuwe technieken onderscheid gemaakt tussen vintage-effect en leeftijdseffect. Schumpeter (1934) stelde dat nieuwe toetreders op de markt nieuwe technologieën met zich meebrengen die concurreren met bestaande bedrijven met conventionele technologieën. In deze

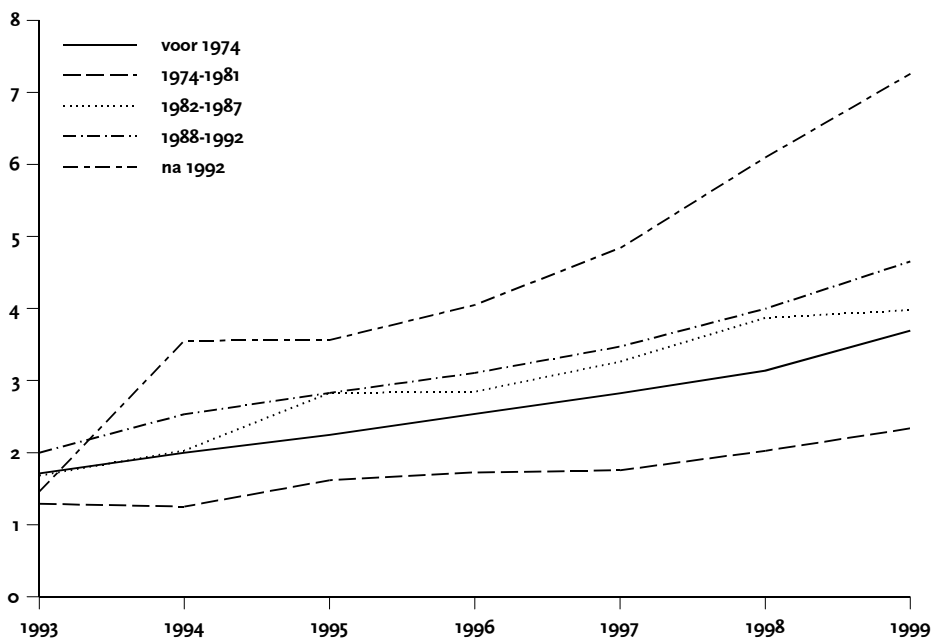
¹³ Feitelijk is niet de aanschafprijs van een ICT-goed de doorslaggevende variabele in de investeringsbeslissing maar de kapitaalkosten (user cost of capital).

¹⁴ Ander risicomijdend gedrag van bedrijven of de managers daarvan kan bestaan door bewust intern inefficiënt opereren. Deze bedrijven hebben enige marktmacht en zijn actief op niet-perfecte markten. Deze bedrijven hebben er geen direct belang bij om hun productieproces te verbeteren.

gedachte is de 'best practice' van nieuwe technieken met name belichaamd in toetreders. Dit effect wordt wel het vintage-effect oftewel het jaargangeneffect genoemd. Daarnaast onderscheidt de literatuur ook het zgn. leeftijdseffect (of overlevingseffect). Als bedrijven ouder worden, hebben de managers en werknemers in het algemeen meer ervaringen opgedaan, durven de bedrijven meer te investeren in bepaalde nieuwe technieken en profiteren ze eventueel van schaalvoordelen.

Figuur 2.1 laat de uitkomsten zien voor de samenhang tussen leeftijdsgroepen en ICT-intensiteit. In het algemeen geldt dat hoe jonger een bedrijf is hoe ICT intensiever. Dit wekt de indruk dat nieuwe technieken zoals ICT vooral door nieuwe bedrijven wordt opgepakt en dat dus het vintage-effect belangrijker is dan het leeftijdseffect.

Figuur 2.1 ICT-intensiteit naar cohortgroepen ^a



^a Bedrijven zijn ingedeeld in cohorten op basis van jaartal ontstaan. Hier is niet gecorrigeerd voor onder meer bedrijfstak en bedrijfs grootte. Het beeld blijft overeind na correctie.

In hoofdstuk 3 komen we nog op de verschillen in intensiteit terug als we kijken naar het rendement op ICT-investeringen en de mogelijke verschillen tussen ICT-intensieve en ICT-extensieve bedrijven. Niettemin lijkt verder onderzoek op dit terrein interessant.

2.4 Belang innovaties in cijfers¹⁵

Technologische en niet-technologische innovaties

Afgaande op een internationale vergelijking scoort Nederland niet goed op innovatiegebied (zie Van Ark et al., 2003). Dit is volledig toe te schrijven aan de prestaties van de dienstensector. De innovatie-uitgaven liggen voor deze sector ruimschoots onder het gemiddelde van de Europese Unie. De Nederlandse industrie daarentegen doet het aan de inputkant van het innovatieproces niet slecht en scoort rond het gemiddelde. De innovatie-uitgaven zeggen echter nog niets over de resultaten van deze inspanningen. Daarvoor moet naar de output kant worden gekeken.

Puur kijkend vanuit het nationale perspectief naar de output kant van het productie-proces is het opvallend dat heel veel bedrijven wel innoveren in Nederland (zie tabel 2.5).¹⁶ Zo voerde bijna 90% van alle Nederlandse dienstverlenende bedrijven in de periode 1994-1998 wel een bepaald type innovatie eenmalig of twee keer uit. In de industrie is dit percentage nog hoger.

Tabel 2.5 Innovatie-activiteiten en typen, 1994-1998^a

	Innovaties			Geen	Totaal
	alleen technologisch	alleen niet-technologisch	combinatie		
	% bedrijven				
Industrie	8	9	77	6	100
Tertiaire diensten	5	28	54	13	100

^a Op basis van innovatiepanelen tertiaire diensten (n=1451) en industrie (n= 1091).

Een markant verschil tussen de industrie en de tertiaire diensten bestaat als we kijken naar de twee typen innovatiemogelijkheden: technologische innovaties en niet-technologische innovaties. Bedrijven in de tertiaire diensten voeren veel vaker uitsluitend niet-technologische innovaties uit, terwijl dit in de industrie veel meer in combinatie wordt gedaan met technologische innovaties.¹⁷

Bij bedrijven in de tertiaire diensten ligt het zwaartepunt van de twee innovatie-typen duidelijk bij niet-technologische innovaties (zie ook Van der Wiel, 2001b). Uit tabel 2.5 blijkt dat ruim 80% van de dienstverlenende bedrijven een niet-technologische innovatie rapporteerde in

¹⁵ De cijfers in deze paragraaf zijn gebaseerd op het innovatiepanel. Dit panel bestaat uit veel minder bedrijven dan het complete panel. Ook zijn de relatief kleine bedrijven minder sterk vertegenwoordigd. Met dit selectiviteitseffect is hier geen rekening gehouden. Bij de econometrische resultaten in hoofdstuk 3 wel.

¹⁶ Zoals ook gesignaleerd in Van der Wiel (2001a), lijkt Nederland relatief lage innovatie-uitgaven te combineren met een hoog innovatiepercentage. Dit suggereert een effectief innovatieproces, maar verder onderzoek op dit terrein zou nuttig zijn. Dit valt echter buiten het kader van dit onderzoek.

¹⁷ Mogelijk komt het lagere percentage aan technologische innovaties in de dienstensector deels voort uit het feit dat dienstverlenende bedrijven zich minder gemakkelijk herkennen in de vraagstelling van de CIS.

de periode 1994-1998. Daartegenover gaf 59% van de bedrijven in deze sector op dat ze een technologische innovatie hadden uitgevoerd. Bij industriële bedrijven is geen duidelijk zwaartepunt te onderkennen in de beide innovatietype. Beide percentages liggen ruim voorbij de 80%.

Naast het onderscheid in type innovatie kunnen we ook kijken of bedrijven incidenteel of volgtijdelijk innoveren.¹⁸ Tabel 2.6 laat de resultaten daarvan zien. Niet-technologische innovaties op een meer permanente basis overheersen bij de tertiaire diensten. Bij de industrie zijn dat de technologische innovaties. Hiervoor constateerden we al dat de industrie meer technologische innovaties lanceert dan de tertiaire diensten. Het grote verschil tussen beide is vooral het groter aantal industriële bedrijven dat opeenvolgend technologisch heeft geïnnoveerd.¹⁹

Tabel 2.6 Innovatie-activiteiten en typen, 1994-1998^a

	Technologische innovaties		Niet-technologische innovaties	
	permanent	incidenteel	permanent	incidenteel
	% bedrijven			
Industrie	61	24	55	31
Tertiaire diensten	24	35	47	35

^a Op basis van innovatiepanel tertiaire diensten (n=1451) en industrie (n= 1091).

Opvallend is dat een groot aantal bedrijven zowel technologische als niet-technologische innovaties hebben uitgevoerd in de onderzochte periode (zie tabel 2.7). Het gaat in beide sectoren om meer dan de helft van de bedrijven, waarvan een aanzienlijk deel dit op permanente basis doet. In de tertiaire diensten voeren 2 op de 10 bedrijven beide innovatietypen op permanente basis uit. Voor de industrie ligt dit cijfer nog hoger: 4 op de 10 bedrijven.

¹⁸ Door de twee achtereenvolgende CIS-enquêtes met elkaar te vergelijken, zijn innoverende bedrijven in te delen in twee typen: Ten eerste, bedrijven die incidenteel innoveren (i.c. hetzij technologische of niet-technologische innovaties): of in de periode 1994-1996 of in de periode 1996-1998; Ten tweede, bedrijven die permanent innoveren omdat ze in beide innovatie-enquêtes opgaven innoverend (wederom hetzij technologische of niet-technologische innovaties) te zijn geweest.

¹⁹ Zonder af te doen aan de uitkomsten is enige voorzichtigheid rond interpretatie wel nodig daar het onderscheid tussen typen innovatie moeilijk is (zie paragraaf 2.1).

Tabel 2.7 Combinatie innovatietypen, 1994-1998^a

	Combinatie technologische en niet-technologisch	
	permanent	incidenteel
	% bedrijven	
Industrie	42	35
Tertiaire diensten	18	36

^a Op basis van compleet innovatiepanel tertiaire diensten (n=1451) en industrie (n= 1091).

2.5 Gezamenlijke rol ICT en innovaties?

Tabel 2.8 geeft een eerste, partiele, indruk van de mogelijke samenhang tussen innovatie, ICT en arbeidsproductiviteitsniveau en -groei. Bij een partiele analyse staat alleen de directe samenhang tussen twee variabelen centraal zonder rekening te houden met de mogelijkheid dat andere factoren beide variabelen kunnen beïnvloeden.²⁰

De belangrijkste conclusie die op grond van de partiele analyse kan worden getrokken is dat het *niveau* van de arbeidsproductiviteit en innovativiteit positief gecorreleerd lijken te zijn.

Bedrijven die innoveren hebben een hoger arbeidsproductiviteitsniveau dan bedrijven die niet innoveren. Of, bedrijven met een hogere arbeidsproductiviteit innoveren meer.

Tabel 2.8 Innovatie, ICT en groei, 1995-1998

Type innovatie	Arbeidsproductiviteit	ICT-kapitaal ^a	ICT-kapitaal	Werkgelegenheid	Arbeidsproductiviteit
	niveau 1994 (in euro *dzd)	%	mutaties per jaar in %		
Industrie					
w.v. geen	50,6	1,0	21¼	0	1¼
incidenteel	59,3	0,8	23¼	-½	4
permanent	77,4	0,9	28¾	¾	2
Tertiaire diensten					
w.v. geen	21,8	2,2	19¼	¾	2½
incidenteel	37,3	1,6	18¼	5½	3½
permanent	33,3	1,5	28¾	3¼	3¾

^a Aandeel ICT-kapitaal in totale kapitaalgoederenvoorraad voor het jaar 1994.

²⁰ Bovendien doen we op deze plaats geen uitspraken hoe de causaliteit verloopt. Zoals al eerder aangehaald kan ICT de productiviteit bevorderen maar kan de samenhang ook andersom lopen.

Deze positieve samenhang is ook enigszins zichtbaar tussen innovatie en productiviteits-groei. De verschillen tussen incidenteel en permanent innoverende bedrijven zijn echter minder eenduidig. Permanent innoveren gaat niet altijd samen met een gemiddeld hoger productiviteitsniveau en -groei dan bedrijven die incidenteel een innovatie hebben uitgevoerd. Zo is de productiviteitsstijging van incidentele innoverende bedrijven in de industrie groter dan die van permanente innovatoren. Bij de diensten valt het verschil wel licht in het voordeel van permanente innoverende bedrijven uit, maar hun productiviteitsniveau is weer lager.

Bij de relatie tussen ICT en innovatie valt op dat bedrijven die permanent innoveren ook het ICT-kapitaal het sterkst toeneemt in de periode 1995-1998. Wat bij deze relatie vraagtekens oproept is dat niet-innoverende bedrijven, vooral in de dienstensector, een hogere ICT-intensiteit hebben dan innovatoren. Deels wordt dit bepaald doordat hier geaggregeerde resultaten worden getoond.²¹ Op lager aggregatieniveau hebben niet-innovatoren veelal een lagere ICT-intensiteit. Kijkend naar de arbeidsproductiviteit is bovendien niet alleen ICT-kapitaal hiervoor bepalend. Ook andere kapitaalgoederen en de kwaliteit van arbeid spelen bijvoorbeeld mee. Anderzijds kan er best een diepere economische betekenis achter zitten en verband houden met verschillende bedrijfsstrategieën. Bedrijven die niet innoveren zouden best een strategie van (relatieve) kostenreductie kunnen volgen in plaats van een innovatiestrategie of een combinatie van beide. Door juist te investeren in ICT proberen deze bedrijven de (arbeids)kosten van de productie te drukken. De productiviteitsontwikkeling is dan gedreven door kapitaalverdieping. Een aanwijzing hiervoor geeft de werkgelegenheidsstijging van niet-innovatoren in de tertiaire diensten. Deze blijft sterk achter bij die van innovatoren.

Hoewel de beschrijvende analyse van tabel 2.8 suggereert dat productiviteit(sgroei), ICT en innoveren positief gecorreleerd zijn, zijn de verbanden niet altijd eenduidig. Een reden hiervoor kan zijn dat de groeicijfers betrekking hebben op gewogen gemiddelden. In de berekening krijgen grote bedrijven dus een groter gewicht dan kleine bedrijven. Groei en grootte zijn echter niet per definitie positief gecorreleerd.²² Anderzijds is het wel zo dat de kans op (meer permanent) innoveren toeneemt met de grootte van bedrijven. Om tegemoet te komen aan de problemen bij een partiele analyse, duikt hoofdstuk 3 via econometrische schattingen dieper in de mogelijke onderlinge verbanden tussen ICT, innovatie en productiviteit.

²¹ De hogere ICT-intensiteit van niet-innovatoren wordt in belangrijke mate bepaald door uitkomsten in de zakelijke dienstverlening.

²² Tal van onderzoeken naar het verband tussen groei en grootte wijzen eerder in de richting van een negatief verband tussen groei en grootte.

3 Relatie ICT, innovatie en productiviteit in de praktijk

3.1 Inleiding

Productiviteitsverbeteringen op bedrijfsniveau kunnen tot stand komen door determinanten die niet direct gerelateerd zijn aan ICT en het innovatieproces zoals de invloed van andere kapitaalgoederen, schaalveranderingen en wijzigingen in de marktstructuur.²³ Bij de partiële analyse van hoofdstuk 2 was het niet mogelijk om verschillende determinanten van productiviteit gelijktijdig te beschouwen. Dit is wel mogelijk als we een modelaanpak – in de vorm van een productiefunctie – kiezen en daarbij alle bedrijven even zwaar laten wegen.

Dit hoofdstuk presenteert de resultaten van deze modelaanpak. De belangrijkste vragen waarop we via deze weg een antwoord willen krijgen zijn:

- Wat levert ICT direct aan productiviteitswinst op?
- Wat levert innovatie aan productiviteitswinst op?
- Wat is het belang van opeenvolgende innovatie-activiteiten?
- Wat is de rol van ICT in het innovatieproces?

We baseren, zoals gezegd, de antwoorden op onderzoek van individuele Nederlandse bedrijfsgegevens over de periode 1994-1998. Bij de schattingen van de productiefunctie maken we om twee redenen onderscheid tussen de industrie en de tertiaire diensten. Ten eerste is uit eerder onderzoek gebleken dat de productiviteitsontwikkeling van (delen) van de Nederlandse dienstensector in historisch en internationaal perspectief tegenvalt (Van der Wiel, 2001a). Dit geldt niet of nauwelijks voor de industrie. De dienstensector lijkt bovendien de uitgesproken sector waarvoor de bekende Solow paradox opgaat. Solow heeft ooit gezegd dat we overal computers zien maar niet in de productiviteitscijfers van de statistieken.²⁴ Weliswaar zijn de meeste Nederlandse dienstentakken sterk ICT-gericht, maar ICT lijkt daar nog niet voor een versnelling in de arbeidsproductiviteit te hebben gezorgd. Door de industrie en de tertiaire diensten – waar mogelijk – met elkaar te vergelijken voegen we een extra dimensie toe aan de onderzoeksvragen.

De verdere opbouw van dit hoofdstuk verloopt langs de volgende lijnen. In paragraaf 3.2 schetsen we eerst de modelaanpak en enkele econometrische details. Diegenen die alleen geïnteresseerd zijn in de resultaten kunnen deze paragraaf overslaan en naar paragraaf 3.3 gaan,

²³ Op geaggregeerd niveau komen productiviteitsverbeteringen ook tot stand door reallocatie van inputs tussen bedrijven. Op dit aspect komen we terug in paragraaf 3.5.

²⁴ Overigens tekenen we hierbij aan dat Solow doelde op de TFP-groei en niet op de toename van de arbeidsproductiviteit.

waar de resultaten op de vragen grafisch worden toegelicht. Vervolgens laat paragraaf 3.4 zien wat de rendementen zijn op investeringen in ICT. De laatste paragraaf van dit hoofdstuk maakt een vertaling van de micro resultaten naar hoger aggregatieniveau.

3.2 Modelaanpak

3.2.1 Modelling van ICT- en innovatie-effecten

Om de onderzoeksvragen te beantwoorden kiezen we voor een modelaanpak waarin afhankelijk van de onderzoeksvraag extra variabelen aan de basisspecificatie van de productiefunctie worden toegevoegd. Naast de standaard verklarende factoren – arbeid en kapitaal, waarbij kapitaal is opgesplitst in ICT-kapitaal en overig kapitaal – worden dan aan de productiefunctie verklarende variabelen toegevoegd. Zo houden we rekening met innovatie, ICT-spillover-effecten en de mogelijke samenhang tussen ICT en innovatie.

Het basismodel voor het complete panel betreft de volgende specificatie van de Cobb-Douglas productiefunctie. In logaritmische vorm geeft dit voor bedrijf i in jaar t :

$$y_{it} = \beta_1 k_{it}^{ict} + \beta_2 I_i k_{it}^{ict} + \beta_3 k_{it}^o + \beta_4 I_i k_{it}^o + \beta_5 I_{it} + TFP_{it} \quad (1)$$

met

y : de toegevoegde waarde in constante prijzen;

k^{ict} : ICT-kapitaal;

k^o : niet ICT-kapitaal;

I : arbeid in werkzame personen;

I : dummy-variabele voor initiële ICT intensiteit (ι = ICT-intensief, o = ICT-extensief);

TFP : Totale Factor Productiviteit

Spillover-effecten en ICT-intensiteit

De schattingen voor vergelijking (1) geven inzicht in de directe productiviteitseffecten van de productiefactoren arbeid, ICT- en overig kapitaal, waarbij eventueel onderscheid gemaakt kan worden tussen ICT-intensieve en ICT-extensieve bedrijven. Om rekening te houden met mogelijke effecten van spillovers en het belang van een bepaalde beginvoorraad ICT-kapitaal is de TFP-variabele verder ontbonden in:

$$TFP_{it} = c_i + \gamma_1 I_i + \gamma_2 K_{it}^{ICT} \quad (2)$$

In (2) is c_i een bedrijfsspecifieke efficiencyparameter en K^{ICT} een ICT-spillover-indicator. Op de laatste gaan we in paragraaf 3.2.2. uitgebreider in.

Innovatie

Om de bijdrage van ICT en innovatie op productiviteit in kaart te brengen gebruiken we het innovatiepanel. Vergelijking (1) wordt daarbij uitgebreid met twee innovatie dummies – incidentele innovatie en volgtijdelijke innovatie – en hun mogelijke interactie met ICT:

$$y_{it} = \beta_1 k_{it}^{ict} + \beta_2 E_i k_{it}^{ict} + \beta_3 P_i k_{it}^{ict} + \beta_4 k_{it}^o + \beta_5 E_i k_{it}^o + \beta_6 P_i k_{it}^o + \alpha_i + \gamma_1 E_i + \gamma_2 P_i + \gamma_3 K_{it}^{ICT} \quad (3)$$

met

E Incidentele innovatie (dummy=1 voor innovatie in periode 1994-1996 of 1996-1998)

P Permanente innovatie (dummy=1 voor innovatie in periode 1994-1996 en 1996-1998)

De coëfficiënten β_1 tot β_3 meten het totale directe effect van ICT-kapitaalverdieping inclusief de mogelijke interactie met innovatie. Dus β_1 en β_2 geven het directe effect voor een bedrijf dat incidenteel innoveert, respectievelijk β_1 en β_3 dat voor permanent innoveren. De laatste vier termen aan de rechterkant betreft een verdere uitsplitsing van TFP, waarbij de coëfficiënten γ_1 en γ_2 de bijdrage van incidentele respectievelijk permanente innovatie weergeven. α_i is een niet-waargenomen bedrijfsspecifieke parameter.

De schattingen hebben betrekken op het *niveau* (in logs!) van de productie (of arbeidsproductiviteit). Eenvoudig kan worden aangetoond dat de meeste coëfficiënten ook betrekking hebben op een verklaring van de *groei* van de arbeidsproductiviteit. Dit is echter niet het geval bij de innovatiedummies. Dit zijn zgn. categoriale variabelen, waarbij de veranderingen dus geen groei-effect geven. Verder merken we op dat bij de schattingen (in niveaus) waar mogelijk rekening wordt gehouden met verschillen in bedrijfstak door middel van dummies.²⁵

De schattingen zijn gebaseerd op de zgn. SYS-GMM schattingstechniek (zie Arellano en Bover, 1995, en Blundell en Bond, 1998). Deze methode is ontwikkeld met het doel om in econometrisch onderzoek rekening te houden met endogeniteits- en simultaniteitsproblemen (twee benamingen voor dezelfde problematiek). Deze techniek komt erop neer dat simultaan groei- en niveauvergelijkingen in de schattingsprocedure worden meegenomen. Daarbij worden de groeivergelijkingen 'geïnstrumenteerd' met niveauvariabelen en de niveauvergelijkingen met groeicijfers. Hiermee worden dus niet alleen simultaniteitsproblemen aangepakt, maar ook niet-waargenomen bedrijfsspecifieke parameter- en meetfouten.

Het oplossen van het simultaniteitsprobleem is niet onbelangrijk voor dit onderzoek. Aangezien niet duidelijk is hoe de causaliteit loopt tussen innovatie en productiviteit moet

²⁵ Met het belang van de grootte van een bedrijf is impliciet rekening gehouden in de vorm van de omvang van de werkgelegenheid.

hiervoor op een of andere manier gecorrigeerd worden. Immers, de prestaties van een bedrijf zullen samenhangen met innovatie-activiteiten uit het verleden. Op hun beurt hangen de innovatie-activiteiten van vandaag weer samen met de productie en de verwachtingen in de toekomst. Vanwege ontbreken van lange tijdreeksen op bedrijfsniveau kan niet gewerkt worden met vertragingstructuren om dit te ontrafelen. De schattingstechniek van SYS-GMM ondervangt dit probleem deels.

Voordelen modelaanpak

Het voordeel van deze modelaanpak is dat het geheel overzichtelijk blijft. Het aantal te schatten parameters is niet zo groot dat dit ten koste gaat van de nauwkeurigheid. De aanpak stelt ons verder in staat na te gaan langs welke wegen ICT en innovatie de productiviteit beïnvloedt, waarbij directe en indirecte ICT effecten van elkaar kunnen worden onderscheiden.

Onder *directe ICT-effecten* verstaan we de gevolgen voor de arbeidsproductiviteit- (ontwikkeling) door de toename van de hoeveelheid ICT-kapitaal per werknemer (de bijdrage van ICT-kapitaalverdieping). Met *indirecte ICT-effecten* bedoelen we de bijdrage van ICT aan de TFP. ICT kan de productiviteit op meer indirecte wijze langs verschillende wegen beïnvloeden. Een mogelijkheid is dat ICT andere innovaties productiever maakt. In dat geval omvat de bijdrage van innovatie aan de productiviteit dus als het ware ook een ICT component. Ook door spillover-effecten kan de productiviteit omhoog. Daarnaast onderzoeken we wat het effect van innovatie is zonder een link naar ICT.

Beperkingen modelaanpak

Elk model is een simplificatie van de werkelijkheid. Onze aanpak kent ook beperkingen die in sterke mate samenhangen met de beperkte beschikbaarheid van het datamateriaal op bedrijfsniveau. Ondanks de goede eigenschappen van de SYS-GMM schattingstechniek valt niet uit te sluiten dat bekende min of meer standaardbeperkingen zoals niet-waargenomen variabelen, selectiviteits-, endogeniteits- en simultaneiteitsproblemen dit type econometrisch onderzoek toch parten spelen.

Zo kunnen sommige variabelen die eventueel gecorreleerd kunnen zijn met ICT en/of innovatie niet worden meegenomen. Hierbij valt onder meer te denken aan het belang van human capital, R&D en investeringen in software.²⁶ De SYS-GMM-methode houdt rekening met de bijdrage van niet gespecificeerde variabelen als deze niet sterk in de tijd variëren. Het hangt er dus vanaf in welke mate de samenstelling van bijvoorbeeld human capital over hoger en lager

²⁶ Uit menig onderzoek blijkt dat de groei van R&D-kapitaal een verklaring kan zijn van de structurele TFP groei. In dit document laten we deze 'weg' buiten beschouwing, omdat voor de diensten niet of nauwelijks gegevens over R&D data of –nog beter– innovatiekosten op bedrijfsniveau beschikbaar is. Bovendien richten deze gegevens zich op de inputkant en zeggen ze niets over de outputkant: nl. innovatie. In dit document nemen de innovatie output mee via een dummy.

gekwalficeerd personeel substantieel is gewijzigd onder invloed van het toegenomen ICT-gebruik. Mocht dit het geval zijn dan kan dit leiden tot een bias in de schattingen voor de effecten van ICT (spillover) en innovatie sec.

Door de korte tijdreeksen kunnen we ook niet werken met vertragingstructuren in de verklarende variabelen. We veronderstellen impliciet dat ze een onvertraagd effect hebben op de productiviteit. Om een aantal redenen treden in werkelijkheid vertragingen op. Zo is tijd gemoeid met het ontstaan van de gerelateerde innovaties en structurele veranderingen op een veelheid van gebieden waaronder human capital. Het efficiënt werken met ICT vergt een leerproces en daarmee tijd. Daarnaast ontstaan niet-technologische innovaties juist vaak door voortschrijdende inzichten.

Overigens plaatsen we daarbij de kanttekening dat door gebruik te maken van een ICT-kapitaalgoederenvoorraad in plaats van ICT-investeringen wel enigszins rekening wordt gehouden met mogelijke vertragingen.

Onder- of overschatting van ICT en innovatie-effecten?

Levert het model door beperkingen in het datamateriaal een onder- of overschatting van de effecten van ICT en innovatie op de productiviteit op? Het antwoord op bovenstaande vraag kan beide kanten op.

Enerzijds zouden de gevonden productiviteitseffecten een ondergrens kunnen zijn, doordat nog niet alle 'productiviteitswinsten' worden opgepakt. Immers, zowel ICT als innovaties hebben tijd nodig om resultaat op te leveren. Verder beschikken we niet over alle software-investeringen en alleen over een relatief korte periode met maar twee innovatie-enquêtes.

Anderzijds ontbreken er variabelen in het model zoals human capital en investeringen in sommige software waarvan het effect op de productiviteit nu mogelijk wordt opgepikt door de ICT en/of innovatie-variabelen.

3.2.2 ICT-spillover-indicator

Een cruciale variabele in dit onderzoek die enige uitlegt verdient, is de ICT-spillover-indicator. Zoals uiteengezet in hoofdstuk 2, levert ICT flinke discussies op onder economen over de vraag of ICT al of niet via spillovers ook bijdraagt aan een hogere TFP-groei. Tegelijkertijd zijn spillovers interessant voor beleidsmakers daar ze duiden op externe effecten en dus op marktfalen. Positieve spillover-effecten duiden op een groter maatschappelijk dan privaat rendement en zou een beleidslegitimering kunnen geven voor ICT-beleid.

In theorie lijkt ICT zich bij uitstek te lenen voor het realiseren van externaliteiten en spillovers. ICT-investeringen stelt bedrijven in staat informatietechnologie te kunnen exploiteren. ICT is ook een netwerktechnologie. ICT-netwerken dragen ertoe bij dat de eigen ICT-investeringen van een bedrijf productiever worden naarmate anderen meer investeren in ICT (denk aan EDI en B2B-activiteiten). Dit geldt zowel voor de communicatie (in brede zin) binnen een willekeurig bedrijf als voor de interacties van hetzelfde bedrijf met haar externe

omgeving (bijvoorbeeld met concurrenten, afnemers en/of leveranciers). Ook is het aannemelijk dat positieve leereffecten gegenereerd worden door het toenemend gebruik van ICT. Deze leereffecten zijn groter als de groei van ICT-kapitaal gepaard gaat met andere innovaties, bijvoorbeeld het vernieuwen of verbeteren van werkprocessen (zie o.a. Black and Lynch, 2000, Bresnahan e.a., 2002, en Van Leeuwen en Van der Wiel, 2003b).

Een moeilijk punt is echter hoe de spillover-indicator te operationaliseren en te implementeren in een model met individuele bedrijfsgegevens. Op geaggregeerd niveau is het mogelijk om spillovers in kaart te brengen door gebruik te maken van de (technische) relaties uit input/output-tabellen (zie o.a. Mun and Nadiri, 2002). Op individueel bedrijfsniveau is dit niet mogelijk en is er naar ons weten nog geen ander voorbeeld uit de literatuur beschikbaar.

Analoog aan de procedure die vaak voor R&D spillovers is gevolgd (zie b.v. Jacobs et al., 2002) definiëren we voor een willekeurig bedrijf een ‘externe spillover-pool’ als de totale voorraad ICT-kapitaal (na ophoging) voor zijn/haar sector en brengen hierop de voorraad van het bedrijf zelf in mindering.²⁷

In technische bewoordingen gezegd, de geconstrueerde indicator beïnvloedt de positie en structuur van de productiefunctie van een bedrijf. De gedachte is dat ICT-spillovers als het ware belichaamd zijn in een externe fictieve kapitaalgoederenvoorraad (spillover-pool) die diensten levert aan een bedrijf.²⁸ Deze indicator duidt aan in welke mate de directe omgeving van een bedrijf in ICT heeft geïnvesteerd en daarmee de mogelijkheden van een bedrijf aangeeft te ‘communiceren’ met andere (soms concurrerende) bedrijven. De focus ligt dus op technologische spillovers (inclusief kennis-spillovers) en netwerkexternaliteiten. Eventuele positieve externe ICT-effecten via ‘rent-spillovers’, waarbij de gemeten prijzen hoger zijn dan de feitelijke prijzen, blijven in dit onderzoek buiten schot.

Beperkingen spillover-indicator

Het hoeft geen betoog dat de ICT-spillover-indicator niet meer dan een benadering kan zijn. Er zijn enkele kanttekeningen te noemen.

Ten eerste, de spillover-indicator richt zich vooral op de onderlinge relaties tussen bedrijven in een bedrijfstak en niet op de afzetrelatie met andere bedrijfstakken of actoren. Door het gebruik van individuele bedrijfsdata is het niet mogelijk om die relaties volledig in beeld te krijgen. Het mogelijke ‘meetprobleem’ is vermoedelijk echter minder groot. Vooral

²⁷ Een sector is gedefinieerd als het CPB-aggregatieniveau van de IO-tabel (IO-regels).

²⁸ Deze aanpak berust op de veronderstelling dat de toegenomen ‘externe’ ICT-adoptie ‘technologise’ ICT-spillovers genereren.

bedrijven/branches in de zakelijke dienstverlening blijken in sterke mate onderling aan elkaar te leveren.²⁹

Een voor de hand liggend ander punt van kritiek zou kunnen zijn dat het gekozen aggregatieniveau te laag is. ICT kent immers in principe geen grenzen. Een tegenargument is echter dat de meeste bedrijven van de onderzoekspopulatie eerder op lokale – of regionale – dan op wereldmarkten opereren. Daarnaast houdt een te hoog aggregatieniveau echter het risico in dat de groei van ICT-spillover-kapitaal niet goed is te onderscheiden van een trend. Om de effecten van ICT-spillovers en de exogene (niet-belichaamde) technologische vooruitgang toch uit elkaar te kunnen houden nemen we in de vergelijkingen ook bedrijfstakdummies op.

3.3 Resultaten

In de volgende subparagrafen zullen we de vier onderzoeksvragen langslopen en de antwoorden in grafische vorm presenteren. We gebruiken daartoe de econometrische schattingsresultaten van de beide panels en de onderliggende data om de gemiddelde effecten van ICT en/of innovatie op de arbeidsproductiviteit of TFP in kaart te brengen.³⁰

3.3.1 Directe bijdrage ICT-kapitaal

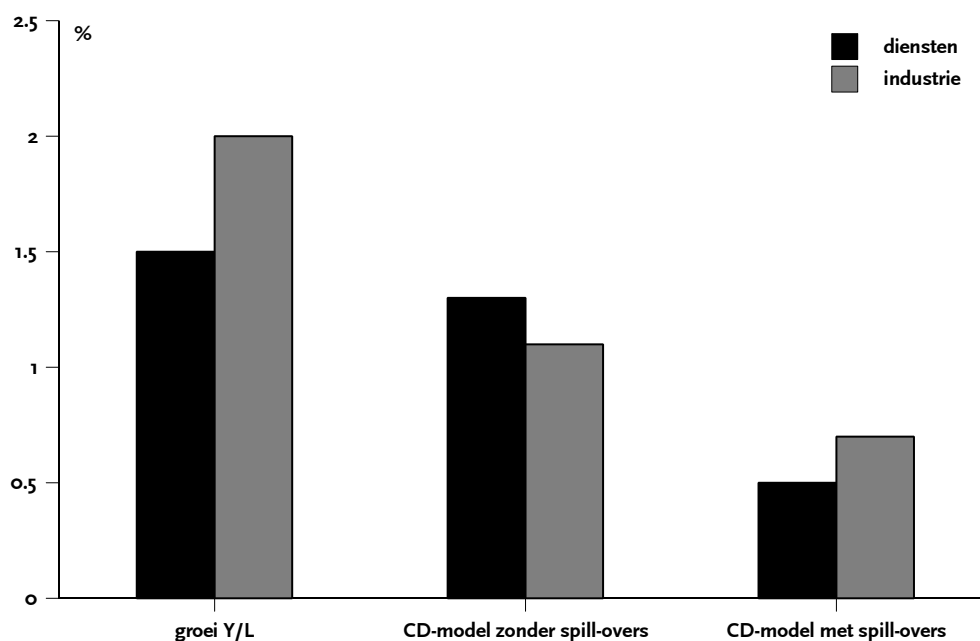
ICT-kapitaal bevordert de productiviteitsgroei zowel in de industrie als in de diensten. Figuur 3.1 geeft voor beide sectoren de geschatte directe bijdrage van ICT-kapitaal aan de productiviteitsgroei voor het model zonder en met ICT-spillovers.³¹ Gemiddeld kwam de arbeidsproductiviteitsgroei in de industrie met 2% iets hoger uit dan in de diensten (i.c. 1½%) in de periode 1995-1998. Een opvallend verschil tussen beide sectoren is dat in het model zonder spillovers het directe ICT-effect – de bijdrage van ICT-kapitaalverdieping (CD) aan de productiviteitsgroei – in de diensten in absolute en relatieve zin hoger is dan in de industrie.

²⁹ Zo ontvangt de branche 'Juridische -, boekhoudkundige - en economische dienstverlening haast de helft van haar verbruik uit de branche zelf.

³⁰ Dataproblemen en complexiteit van het model verhinderen een schatting van een model waarbij met alle mogelijke verbanden tegelijkertijd rekening wordt gehouden.

³¹ We herinneren eraan dat de hoeveelheid ICT-kapitaal in werkelijkheid hoger zal zijn doordat we niet over alle software-investeringen beschikken. Het kapitaalverdiepingseffect van ICT zal dus vermoedelijk groter zijn geweest dan hier berekend.

Figuur 3.1 Directe bijdrage ICT-kapitaal aan arbeidsproductiviteitsgroei ($=Y/L$), 1994-1998^a



^a Resultaten gebaseerd op complete panel, waarbij dummies voor ICT-intensiteit weg zijn gelaten.

Figuur 3.1 laat daarnaast zien wat er gebeurt als we wel rekening houden met spillover-effecten. Door een spillover-indicator op te nemen in de modelspecificatie toetsen we een mogelijk verband tussen ICT en TFP. Dit heeft tot gevolg dat de directe bijdrage van ICT aan de productiviteitsgroei behoorlijk omlaag gaat, vooral in de dienstensector. Het belang van ICT-kapitaalverdieping komt daar nu in relatieve termen overeen met dat in de industrie. ICT-spillovers blijken dus met name te spelen in de dienstensector. Dit duidt erop dat ICT mogelijk een andere rol in de diensten vervult dan in de industrie, waarbij netwerken e.d. belangrijker zijn.

Wat betekent dit verder? Economisch gezien wordt een deel van de gevonden sterke bijdrage van ICT-kapitaalverdieping tot stand gebracht doordat een bedrijf ook de voordelen benut van zijn 'ICT-rijke' omgeving. Door daar expliciet in het model rekening mee te houden, is de bijdrage van kapitaalverdieping door eigen ICT minder groot.

3.3.2 Effect innovatie op de productiviteit

Niet geheel verwonderlijk blijkt dat innoveren loont voor de productiviteit. Figuur 3.2 laat dit zien voor bedrijven uit de diensten (zie voor industrie het kader). Bedrijven die *technologische innovaties* (TI) en *niet technologische innovaties* (NTI) doorvoeren hebben een hogere productiviteit dan bedrijven die niet innoveren.

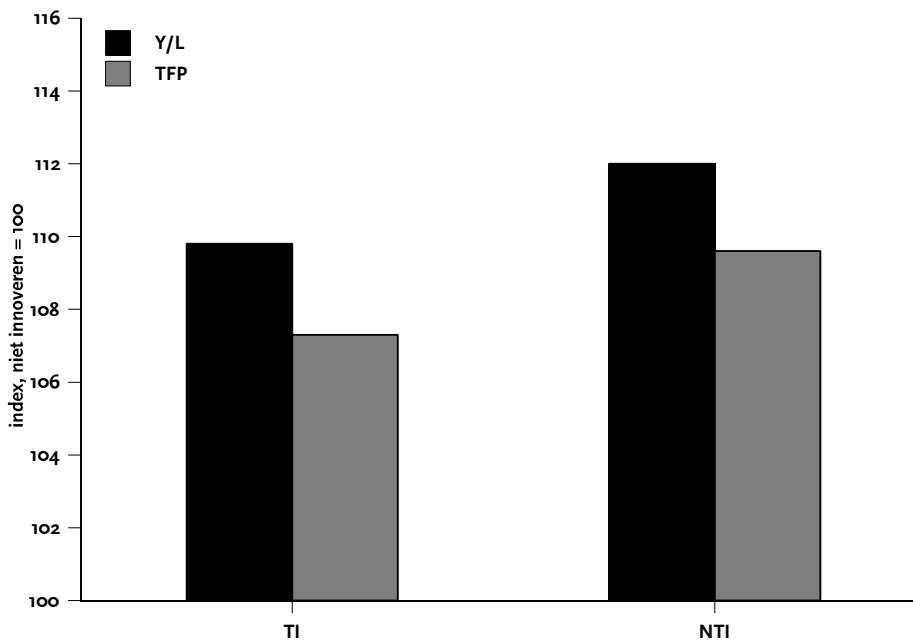
Innovatie-effecten in de industrie

Voor de industrie is innovatie anders te modelleren dan voor de diensten. Voor de industrie hebben we namelijk de beschikking over een alternatieve (continu) indicator voor innoveren: het aandeel nieuwe en/of verbeterde producten in de omzet. Daar deze variabele voor de diensten niet in alle jaren beschikbaar is, werken we in deze laatste sector met innovatie dummyvariabelen.

Voor de industrie vinden we evenals voor de dienstensector positieve effecten van innovatie op productiviteit. Uitgaande van een representatief bedrijf met een aandeel van nieuwe en/of verbeterde producten in de omzet in de orde van grootte van 20% (de mediane score voor de industrie), leidt 10% meer innovatieve omzet tot een (extra) productiviteitsgroei in de orde van grootte van 1¼% (zie Van Leeuwen en Van der Wiel, 2003b).

Een bedrijf is hier gedefinieerd als zijnde een innovator als het in 1994-1996 en/of 1994-1998 één van de typen innovaties heeft doorgevoerd. Wat opvalt in figuur 3.2 is dat de effecten van niet-technologische innovaties op het niveau van de arbeidsproductiviteit en het niveau van de TFP groter blijken te zijn dan die van technologische innovaties.

Figuur 3.2 Samenhang innovaties en productiviteitsniveau in diensten, 1998

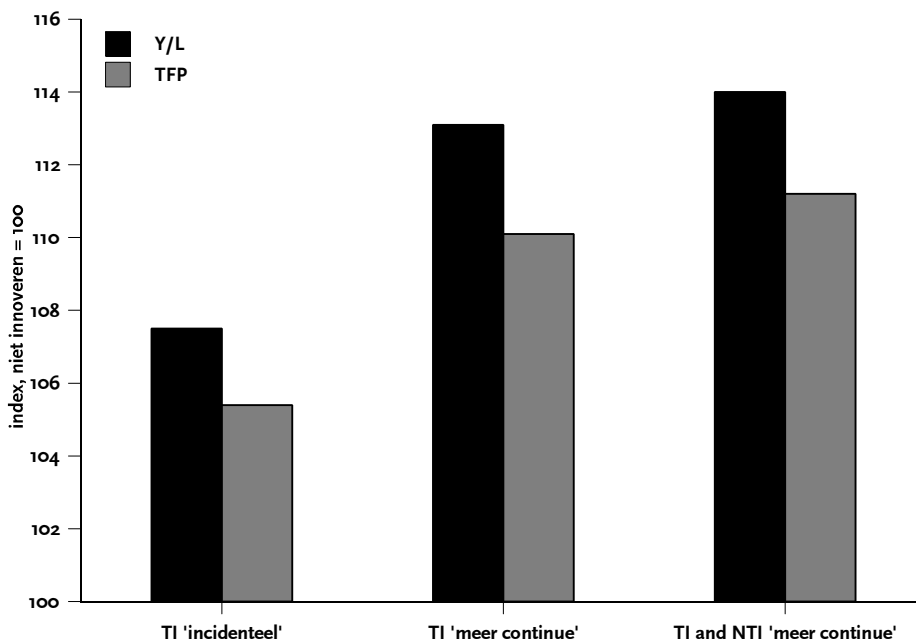


3.3.3 Belang opeenvolgende innovatie-activiteiten

Het onderzoek bevestigt het belang van opeenvolgende innovatie-activiteiten van bedrijven. Bedrijven die structureel innoveren hebben via de bijdrage van innovatie aan TFP een hoger niveau van arbeidsproductiviteit dan bedrijven die dat eenmalig doen. Dit komt tot uiting in figuur 3.3 waar we voor de diensten de productiviteitsverschillen van zowel incidenteel als volgtijdelijk (i.c. continu) innoveren in kaart hebben gebracht ten opzichte van niet innoveren. Bedrijven die in de gehele onderzoeksperiode technologische innovaties hebben toegepast hadden in 1998 zo'n 6% hoger arbeidsproductiviteitsniveau dan de bedrijven die eenmalig innoveerden. In vergelijking met niet innoverende bedrijven lag hun productiviteit zo'n 13% hoger.

In termen van schaalopbrengsten zijn de uitkomsten van de innovatie-inspanningen niet geheel eenduidig en zijn harde uitspraken niet echt mogelijk. Al naar gelang de productiviteitsdefinitie (i.c. arbeidsproductiviteit of TFP) tendeert het beeld naar afnemende tot constante meeropbrengsten. Het verschil in arbeidsproductiviteitsniveau tussen volgtijdelijk innoveren en incidenteel innoveren is namelijk iets kleiner dan het verschil tussen de laatste en niet innoverende bedrijven. Bij TFP zijn de verschillen ongeveer even groot. Waar we echter geen goed zicht op hebben is op de kostenkant van innoveren en of volgtijdelijk innoveren ook tot lagere marginale kosten leidt. Bovendien kijken we alleen naar de effecten van innovatie op korte termijn. Niet duidelijk is wat op langere termijn de verschillen in opbrengsten tussen een ad hoc versus een meer permanente strategie zijn.

Figuur 3.3 Belang opeenvolgende innovatie-activiteiten in diensten, 1998



Hoofdstuk 2 liet zien dat veel bedrijven technologische innovaties en niet-technologische innovaties tegelijkertijd toepassen. Ons onderzoek geeft aan dat zo'n gezamenlijke strategie tot een hoger productiviteitsniveau leidt dan een eenzijdige strategie op alleen technologische innovaties of niet-technologische innovaties. Dit sluit aan bij eerdere buitenlandse onderzoeken (o.a. Hempell, 2002) die vonden dat productiviteitswinsten door ICT en (andere) technologische innovaties niet vanzelf uit de lucht komen vallen. Het vraagt om additionele investeringen in werknemers, management, organisatie en strategie.

3.3.4 Rol ICT in innovatieproces ³²

In hoofdstuk 2 is eveneens uitgelegd in welke zin ICT een rol kan spelen in het innovatieproces en andersom. Dit onderzoek bevestigt de gedachte dat ICT en innovaties elkaar aanvullen.

Voor de Nederlandse dienstverlenende bedrijven wijzen de modelschattingen erop dat de elasticiteiten van ICT-kapitaal van bedrijven die permanent technologisch innoveren hoger zijn dan van bedrijven die incidenteel innoveren. Verder vinden we voor laatstgenoemde categorie ongeveer dezelfde elasticiteit van ICT-kapitaal als de bedrijven die niets doen aan innovatie. Deze resultaten illustreren dat innovaties en ICT-gebruik complementair zijn. Bovendien, bedrijven worden nog productiever als meer investeren in ICT gepaard gaat met volgtijdelijk innoveren.

ICT een speciaal kapitaalgoed?

Naast dat dit document aanwijzingen vindt voor spillover-effecten door ICT, duidt de samenhang met innovatie er ook op dat ICT speciaal is. Speciaal wil in dit geval zeggen, anders dan de overige kapitaalgoederen. Voor deze laatste categorie vinden we namelijk geen significante samenhang met de verschillende typen innovaties.

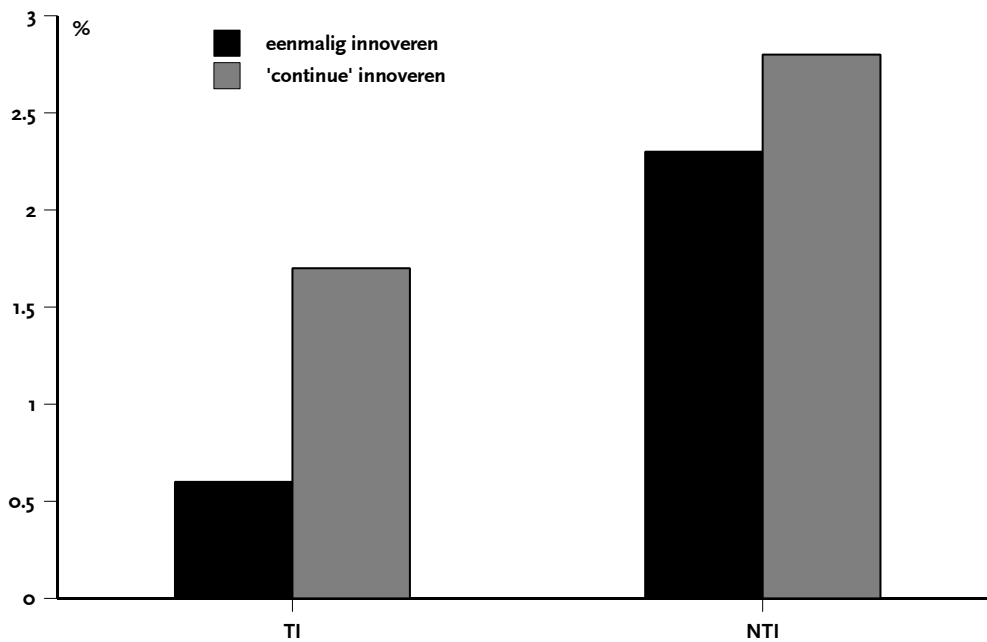
Deze resultaten tonen echter nog niet aan dat ICT kenniscreatie bevordert en op deze wijze innovaties productiever maakt. Om dit te onderzoeken hebben we de modellen die rekening houden met innovatie doorgerekend en gekeken naar de verschillende bijdragen van innovatie aan TFP(groei) voor ICT-intensieve - en ICT extensieve bedrijven. Dit onderscheid veronderstelt impliciet dat bedrijven een zeker niveau van ICT moeten hebben bereikt om de vruchten van ICT voor het innovatieproces te kunnen plukken.

In figuur 3.4 geven we de verschillen in TFP-niveau in 1998 tussen ICT-intensieve en ICT-extensieve bedrijven in de diensten. We vergelijken daarbij de TFP-niveaus bij technologische - en niet-technologische innovaties wanneer bedrijven incidenteel en meer volgtijdelijk innoveren. De algemene conclusie is dat bedrijven die (relatief) ICT-intensief waren in 1994 in 1998 een hoger TFP-niveau hadden dan hun ICT-extensieve concurrenten. Dus de bijdrage van innovatie

³² In het model dat het belang van innovatie voor de productiviteit onderzoekt zijn naast innovatiedummy variabelen voor de TFP component van de productiviteit ook interactie termen voor innovatie en ICT-kapitaal opgenomen. Bij technologische innovaties zijn de coëfficiënten van deze interactietermen significant, bij niet-technologische innovaties echter niet.

aan TFP (en daarmee aan de arbeidsproductiviteit) is hoger als bedrijven meer ICT-technologie tot hun beschikking hadden. Dit verschil is het grootst bij het volgtijdelijk toepassen van niet-technologische innovaties. Bedrijven die zowel ICT-intensief waren in 1994 als in alle jaren van de periode 1994-1998 niet-technologisch innoveerden hadden in 1998 een bijna 3% hoger TFP-niveau dan vergelijkbare bedrijven met een relatief geringe ICT-adoptie in 1994.³³

Figuur 3.4 TFP-niveaoverschil tussen ICT-intensieve - en ICT-extensieve bedrijven in diensten ^a



^a Resultaten gebaseerd op innovatiepanel waarbij interactie-effect voor innovatie en ICT-kapitaalverdieping en bijdrage van innovatie aan TFP zijn meegenomen. Er is echter geen rekening gehouden met mogelijke spillover-effecten.

Verschillende rol ICT bij technologische - en niet-technologische innovaties in diensten

Een opvallend resultaat in figuur 3.4 is dat het productiviteitsverschil tussen incidenteel en volgtijdelijk innoveren groter is bij technologische innovaties dan bij niet-technologische innovaties. Dit duidt op hogere meeropbrengsten bij technologische innovaties. Weliswaar gaat een niet-technologische innovatie samen met hoger productiviteitsniveau, maar in termen van meeropbrengsten zijn de verschillen tussen volgtijdelijk en eenmalig innoveren groter bij technologische innovaties.

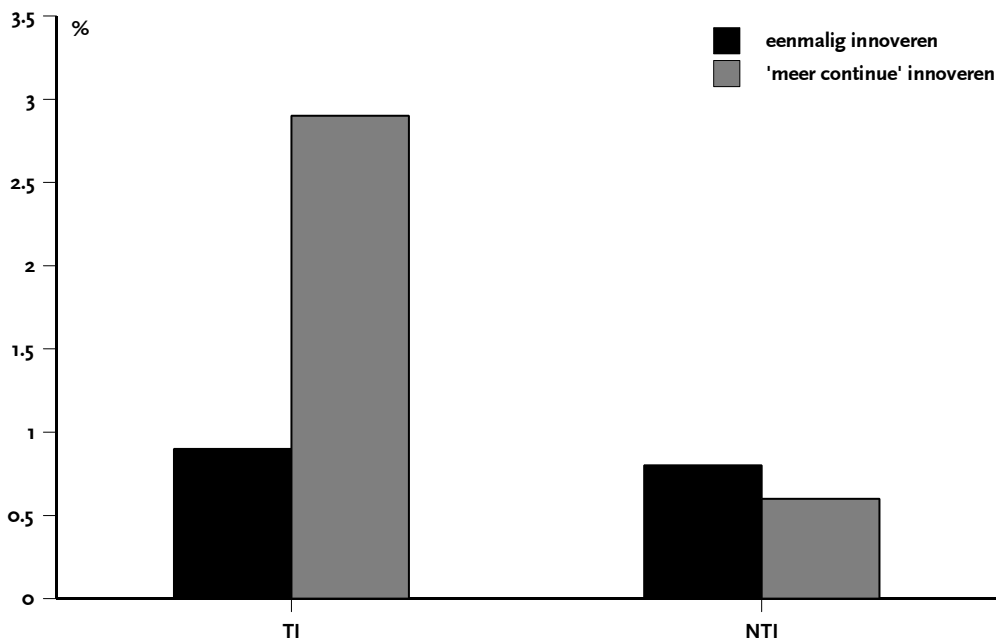
Om dit verschil beter te kunnen duiden, kijken we naar de effecten van de innovatie-typen op de *productiviteitsgroei*. Dit is in kaart gebracht in figuur 3.5. Voor bedrijven die ICT-intensief waren in 1994 vinden we dat een meer volgtijdelijk innovatiestrategie rendabeler is in termen van TFP-groei bij technologische innovaties zoals product- en/of procesvernieuwing of

³³ In figuur 3.4 is de (directe) bijdrage van innovatie aan TFP weergegeven. De bijdrage van innovatie aan de arbeidsproductiviteit die loopt via de interactie tussen innovatie en ICT-kapitaal zit hier niet in.

verbetering. De effecten van volgtijdelijke niet-technologische innovaties op de productiviteitsgroei blijven sterk achter. Een relatief hoge ICT-adoptie in combinatie met een permanente strategie van niet-technologisch innoveren impliceert geen hogere TFP-groei dan een ad hoc strategie.

Deze laatste uitkomsten lijken – behalve met lagere initiële productiviteitsniveaus, waardoor er een catch up effect mogelijk is – ook te maken te hebben met de verschillende betekenis van ICT voor beide typen innovaties. De sterkere effecten van technologische innovaties in samenhang met de ICT-intensiteit op de productiviteitsstijging liggen ons inziens meer voor de hand dan van niet-technologische innovaties en ICT. Bij technologische innovatie spelen kenniscreatie en -absorptie waarschijnlijk een belangrijke rol. Hiervoor is ICT een ideaal hulpmiddel. Niet-technologische innovaties zijn vermoedelijk op dit punt minder afhankelijk van ICT. Echter, de data bieden geen mogelijkheid om deze vermoedens te toetsen.

Figuur 3.5 Verschil TFP-groei tussen ICT-intensieve en ICT-extensieve bedrijven in diensten, 1994-1998



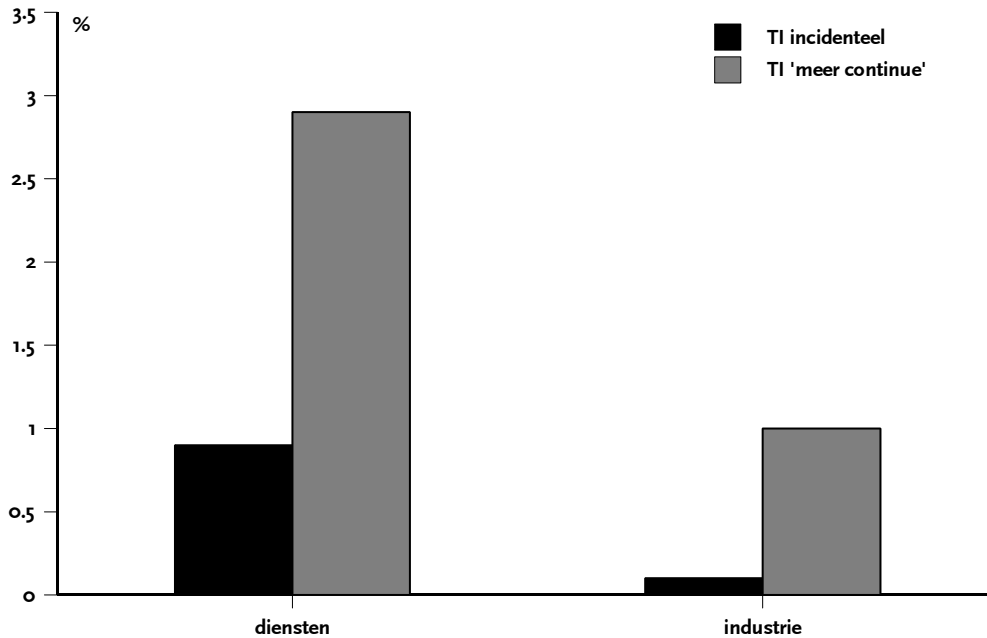
Verschillende rol ICT bij innovaties voor industrie en diensten

Tot slot vergelijken we de rol van ICT in het innovatieproces tussen de dienstentakken en de industrie.

Figuur 3.6 geeft voor incidentele innovaties en een volgtijdelijk innovatiestrategie het verschil in TFP-groei tussen ICT-intensieve en ICT-extensieve bedrijven. Bij de industrie blijkt de combinatie van een (relatief) hoge initiële ICT-adoptie en een strategie van volgtijdelijk innoveren de beste resultaten voor TFP-groei op te leveren. ICT-intensieve industriële bedrijven met volgtijdelijke innovaties hadden gemiddeld zo'n 1% hogere TFP-groei dan qua ICT-adoptie vergelijkbare bedrijven met incidentele innovaties. Wel is in vergelijking met ICT-extensieve

bedrijven het uiteindelijke effect op de TFP-groei belangrijk kleiner dan bij de tertiaire diensten (ca. 2%). ICT maakt dus innovaties relatief productiever in de diensten dan in de industrie. Dit illustreert wederom dat ICT in de industrie een andere rol lijkt te spelen dan in de diensten.

Figuur 3.6 Verschil TFP-groei tussen ICT-intensieve en ICT-extensieve bedrijven; een vergelijking tussen industrie en diensten, 1995-1998 ^a



^a Resultaten zijn voor beide sectoren gebaseerd op het innovatiepanel. Voor de industrie is daarbij wel een alternatief model toegepast gebruikmakend van de innovatieve output -indicator.

3.3.5 Vergelijking met andere onderzoeken

In vergelijking tot de talrijke growth-accounting studies op macro- en mesoniveau is op dit terrein op het niveau van individuele bedrijven nog relatief weinig (internationaal) onderzoek beschikbaar. Een uitgebreide vergelijking met andere onderzoeken is daarmee niet goed mogelijk. Bovendien hinderen verschillen in de dekking van de data, modelaanpak (zie kader) en schattingsmethoden de onderlinge vergelijkbaarheid van de resultaten van verschillende studies. Niettemin is een aantal vergelijkingen mogelijk.

Twee buitenlandse studies waarbij kan worden aangesloten, zijn die van Brynjolffson en Hitt (1995) voor de VS en Hempell (2002) voor Duitsland. Gebruikmakend van paneldata vonden beide studies een schatting voor de coëfficiënt van ICT-kapitaal in de orde van grootte van 0,10 voor de diensten. Dit resultaat wijkt niet heel veel af van onze schatting (0,07) voor het meest

vergelijkbare model (i.c. exclusief spillover-effecten). Voor de industrie is het verschil groter: 0,08 voor de VS en 0,03 in ons onderzoek.³⁴

Relatie TFP-groei, innovatie en spillovers: alternatieve schattingen

De modellering van innovatie in het model is beperkt, doordat innovatie in de dienstensector alleen als categoriale dummy kan worden gemodelleerd. Hierdoor kan onvoldoende rekening worden gehouden met dat innovatie een effect heeft op TFP groei. Een mogelijkheid om daar meer zicht op te krijgen is door een vergelijking te schatten waarbij de *groei* van de arbeidsproductiviteit gerelateerd wordt aan een dummy die uitdrukt dat een bedrijf volgtijdelijk innoveert. De resultaten van deze exercitie duiden er op dat (volgtijdelijk) innoveren een hogere productiviteitsgroei genereert.

Een andere vraag is in welke mate de bijdrage van ICT spillovers aan de groei van de arbeidsproductiviteit samenhangt met innovatie. Om een antwoord op deze vraag te krijgen is het model herschat zodanig dat behalve met verschillende productiviteitsniveaus voor innoverende en niet-innoverende bedrijven ook rekening is gehouden met de bijdrage van innovatie aan de productiviteitsgroei. Voor het kwantificeren van laatstgenoemde component nemen we ook een 'interactie' tussen innovatie en ICT spillovers in het model mee. Deze aanpak levert twee belangrijke conclusies op:

- ICT spillovers zijn ook voor niet-innoverende bedrijven van belang. De elasticiteit van de ICT spillover-variabele voor de niet-innoverende bedrijven is maar iets lager als gevonden voor het complete panel.
- Voor innoverende bedrijven zijn ICT spillovers echter belangrijk hoger.

Kortom, beide alternatieve schattingen geven aan dat innovatie en ICT spillovers afzonderlijk en in combinatie van belang zijn voor de TFP groei van bedrijven.

Een groter verschil vinden we bij de studie van Broersma et al. (2002) voor de Nederlandse groot- en detailhandel over de periode 1988-1994. Hun meest vergelijkbare specificatie geeft een ICT-elasticiteit in de orde van grootte van 0,02, dus lager dan in ons onderzoek (i.c. 0,07). Dit kan samenhangen met het gegeven dat zij uitsluitend gebruik maken van de 'time-series' dimensie in de data en minder rekening houden met de verschillen tussen bedrijven op een bepaald moment (i.c. between effect).³⁵ Een andere verklaring is dat de groei van ICT-gebruik in de onderzoeksperiode die door Broersma et al. (2002) werd beschouwd geringer was dan in de periode 1994-1998.

Recent hebben CPB en ZEW een gezamenlijk onderzoek uitgevoerd in het kader van een OESO-project rond de effecten van ICT op de economische groei op lager aggregatieniveau voor Duitsland en Nederland. Hempell et al. (2003) concluderen dat voor beide landen de bijdrage van ICT-kapitaalverdieping toeneemt als bedrijven het gebruik van ICT combineren met innovaties op een meer permanente basis. Ook dit document komt tot deze conclusie.

³⁴ Het onderzoek van Hempell (2002) betrof alleen de diensten.

³⁵ Bij gebruik van micro paneldata zijn cross-sectionele verschillen in niveau's (de 'between' variantie) de meest belangrijke bron van variantie in de data.

Over het geheel genomen impliceren de micro studies een relatief hoge bijdrage van ICT-kapitaalverdieping aan de groei van de arbeidsproductiviteit.³⁶ Dit hangt vermoedelijk grotendeels samen met het niet expliciteren van spillover-effecten (zie Van Leeuwen en Van der Wiel, 2003c).

Resultaten case-studies haaks op deze studie?

Sommige case-studies (o.a. Koning en van der Marck, 2002) geven aan dat de effecten van ICT op productiviteit tegen zouden vallen. Hoe verhoudt dit type onderzoek zich met de positievere uitkomsten van deze studie gebaseerd op een modelaanpak?

Case-studies zijn vaak gebaseerd op een partiele analyse en onderzoeken in de regel maar een beperkt aantal bedrijven. Hierdoor kunnen dezelfde problemen ontstaan als geschetst aan het begin van hoofdstuk 3. Een partiele analyse biedt niet de mogelijkheid om verschillende determinanten van productiviteit gelijktijdig te beschouwen. Toch bieden case-studies wel degelijk een toegevoegde waarde door hun betere kijk in de keuken, in die zin, dat er beter zicht wordt verkregen op hoe processen binnen een bedrijf lopen. Zo dragen de Koning en van der Marck (2002) een aantal richtinggevende principes aan waarmee de ondernemingsleiding obstakels voor IT kunnen wegnemen en daardoor de bedrijfsprestaties kunnen verbeteren.

3.4 Rendementen ICT-investeringen

Een opmerkelijk resultaat in paragraaf 3.3 is dat de bijdrage van ICT-kapitaalverdieping aan de arbeidsproductiviteitsgroei toeneemt als we rekening houden met de relatieve ICT-intensiteit in het beginjaar.³⁷ Dus, ICT-intensieve bedrijven hebben (in absolute termen) een hogere bijdrage van ICT-kapitaal dan ICT-extensieve bedrijven. Dit lijkt in tegenspraak met de resultaten in paragraaf 2.3 waar we lieten zien dat juist de sterkste groei van ICT-kapitaal plaatsvond bij de ICT-extensieve bedrijven.

Voor een deel kan dit worden verklaard uit het verschijnsel van 'regression to the mean'. Bij weinig ICT-kapitaal is de kans om te groeien groter. Er zijn echter tal van grote bedrijven die in de onderzochte periode ook fors in ICT hebben geïnvesteerd. Blijft dus overeind dat het vreemd lijkt dat ICT-extensieve bedrijven zo sterk in dit type kapitaalgoed investeren als dat relatief minder bijdraagt aan de arbeidsproductiviteitsontwikkeling. Een analyse van de rendementen kan meer inzicht geven, waarbij tevens rekening wordt gehouden met de invloed van spillover-effecten.

Bedrijven baseren hun investeringsbeslissing op een gunstige verhouding tussen de marginale opbrengst (i.c. productiviteitstoename door extra investering) en de marginale kosten.

³⁶ De gevonden waarden zijn immers belangrijk hoger dan de kostenaandelen van ICT-kapitaal zoals gebruikt in de 'growth-accounting'.

³⁷ Ter herinnering, de bijdrage is berekend als het product van de geschatte coëfficiënt en de (ontwikkeling) van de variabele.

Alhoewel het bepalen van deze elementen in de praktijk moeilijk is, doen we hier een poging tot het berekenen daarvan (zie kader).

Berekening van rendementen

Het rendement van ICT-investeringen wordt gewoonlijk gerelateerd aan het marginale product van kapitaal, gegeven door de formule:

$$MP_{ICT} = \hat{\alpha}_{ICT} \frac{\bar{Y}}{\bar{K}_{ICT}} \quad (1)$$

voor ICT-kapitaal, en

$$MP_K = \hat{\alpha}_K \frac{\bar{Y}}{\bar{K}} \quad (2)$$

voor overig kapitaal.

In (1) en (2) is \bar{Y} de gemiddelde toegevoegde waarde in constante prijzen en zijn \bar{K}_{ICT} en \bar{K} de gemiddelde kapitaalgoederenvoorraden voor ICT en overig kapitaal. Het marginaal product kunnen we bepalen doordat we de elasticiteit ($=\alpha$) van de beide kapitaalgoederen hebben geschat en het omgekeerde kapitaalaandeel kunnen uitrekenen. Voor de kapitaal elasticiteiten zijn de schattingen van twee modellen gebruikt. Het eerste model houdt geen rekening met ICT spillovers, de tweede variant doet dit wel. Beide varianten houden wel rekening met een innovatie-effect op TFP (zie Van Leeuwen en Van der Wiel, 2003c).

Het op deze wijze berekende marginale product kunnen we vervolgens vergelijken met de kapitaalkosten. Voor ICT-kapitaal zijn deze als volgt bepaald:

$$u_{ict} = (r + d_{ict} - \Delta P_{ict}),$$

waarbij r de gemiddelde lange rente is, d afschrijvingen en ΔP de procentuele verandering in de prijzen van ICT. Voor overig kapitaal zijn de kapitaalkosten op analoge wijze te berekenen.

Startend met het model zonder spillovers laat tabel 3.1 zien dat ICT-kapitaal zowel in de industrie als in de diensten belangrijk hogere rendementen oplevert dan overig kapitaal. Er zitten ook forse verschillen tussen bedrijfstakken. Het marginale product van ICT is bij de diensten ruim hoger dan dat bij de industrie. Het omgekeerde is het geval bij het overig kapitaal. Deze uitkomsten houden in belangrijke mate verband met de verschillen in de 'output-capital' ratio's.

De industrie is gemiddeld genomen kapitaalintensiever dan de tertiaire diensten, maar het aandeel van ICT-kapitaal in de totale kapitaalgoederenvoorraad is daar weer kleiner.

Tabel 3.1 Rendementen en gebruikskosten bij gebruik model zonder ICT-spillovers

	Marginaal product		Ratio ICT/overig kapitaal	
	ICT	overig kapitaal	marginaal product	gebruikskosten
Industrie	0,750	0,157	4,7	3,75
Tertiaire diensten	1,723	0,094	18,3	3,75

Voor de industrie ligt de rendementsverhouding – ratio marginaal product ICT en overig kapitaal versus verhouding gebruikskosten ICT en overig kapitaal³⁸ – meer in de verwachte orde van grootte. Het relatief hoge ICT rendement in de diensten lijkt onrealistisch te zijn: de verhouding tussen het marginale product van ICT - en overig kapitaal wijkt wel heel sterk af van de verhouding van de gebruikskosten (zie de laatste twee kolommen van tabel 3.1).

Overschatting van ICT-rendementen door ontbreken ICT-spillovers?

De rendementsberekeningen in tabel 3.1 kunnen zijn vertekend doordat in het model geen rekening is gehouden met ICT-spillovers. Daarom zijn de kapitaalrendementen opnieuw uitgerekend, maar nu met een model waarin expliciet ICT-spillovers zijn opgenomen.

Tabel 3.2 Rendementen en gebruikskosten bij gebruik model met ICT-spillovers

	Marginaal product		Ratio ICT/overig kapitaal	
	ICT	overig kapitaal	marginaal product	gebruikskosten
Industrie	1,143	0,196	5,8	3,75
w.v. ICT-extensief	1,358	0,170	8,0	3,75
ICT-intensief	0,953	0,242	3,9	3,75
Tertiaire diensten	0,661	0,114	5,8	3,75
w.v. ICT-extensief	0,923	0,095	9,7	3,75
ICT-intensief	0,515	0,142	3,6	3,75

Tabel 3.2 vat de resultaten van de nieuwe variant samen, waarbij tevens per sector onderscheid is gemaakt tussen ICT-intensieve en -extensieve bedrijven. Het meest opvallende verschil met tabel 3.1 is dat de verschillen tussen industrie en diensten belangrijk kleiner zijn. Dit geldt zeker voor de ratio's.

Wat verder opvalt, is dat over de gehele linie het marginale product van ICT voor ICT-extensieve bedrijven hoger is dan voor ICT-intensieve bedrijven. De gevonden sterkere groei van ICT-kapitaal bij de ICT-extensieve bedrijven valt nu beter te verklaren: hun investering levert per euro meer op. Dit wijst erop dat bedrijven die aanvankelijk niet sterk geïnvesteerd hebben in ICT dit alsnog zijn gaan doen door veranderingen in de (beoordeling van de) netto contante

³⁸ Het verschil in gebruikskosten van ICT-kapitaal en het overig kapitaal kan worden verklaard door twee factoren. ICT-kapitaal is sterker aan veroudering onderhevig dan overig kapitaal. Verder zijn de prijzen van computers – anders dan voor andere investeringsgoederen – zeer scherp gedaald in het vorige decennium.

waarde.³⁹ Deze uitkomst weerspiegelt voorts wat theoretisch te verwachten is, namelijk dat bij toenemende ICT inputs de marginale productiviteit daalt, want dat van ICT-intensieve bedrijven ligt lager. Opmerkelijk is dat bij ICT-intensieve bedrijven de ratio van het marginaal product van beide kapitaalgoederen nagenoeg gelijk is aan dat van de gebruikskosten. In andere woorden gezegd, deze bedrijven ondervinden geen prikkels meer om relatief meer te investeren in ICT in de komende jaren. Dit kan er tevens op duiden dat deze bedrijven in verhouding met de overige kapitaalgoederen niet te veel hebben geïnvesteerd in ICT in de afgelopen jaren.

Ondanks de aanpassingen met spillovers, passen bij de uitkomsten enkele kanttekeningen. Ten eerste houden we geen rekening met andere complementaire investeringskosten (o.a. opleidings- en onderhoudskosten) en kosten van niet geslaagde investeringsprojecten. Als de kosten van ICT-kapitaal op dit vlak hoger zijn dan van het overig kapitaal, dan is het rendement van ICT-kapitaal opwaarts vertekend. Ten tweede, maar met een tegengesteld effect, is er in de berekeningen geen inschatting gemaakt van de bijdrage van ICT aan innovatie. Hierdoor wordt het marginaal product van ICT onderschat.

3.5 Vertaling naar bedrijfstak- en macroniveau

Deze paragraaf kijkt naar wat de gevonden resultaten op bedrijfsniveau betekenen op een hoger aggregatieniveau en hoe deze resultaten zich verhouden met de macro/meso-studie voor Nederland van Van der Wiel (2001a).

In het algemeen levert een vergelijking van resultaten van micro-studies met macro/meso-studies naar de effecten van ICT op de groei van de arbeidsproductiviteit twee belangrijke verschillen op (zie ook kader):

- Op micro-niveau wordt een hogere bijdrage van ICT-kapitaalverdieping gevonden
- Op micro-niveau wordt in sommige gevallen wel een effect van ICT op TFP gevonden, en daarmee een aanwijzing voor het bestaan van spillover-effecten.

³⁹ Welke factoren (zie paragraaf 2.3) daaraan precies ten grondslag liggen kunnen we niet achterhalen door ontbreken van de gegevens hierover.

Verschillen tussen macro/meso-studies en micro-studies: enkele voorbeelden

De effecten van ICT op arbeidsproductiviteit en TFP zijn niet duidelijk, omdat de uitkomsten verschillen op verschillende aggregatieniveaus.

Op macro- en meso-niveau is vaak de growth-accounting methode het startpunt van de analyse, terwijl op lagere aggregatieniveaus veelal gebruik wordt gemaakt van econometrische schatting van een productiefunctie. In methode verschillen ze niet wezenlijk, want beide aanpakken kiezen dezelfde productiefunctie als uitgangspunt. Toch is tot nu toe in de praktijk gebleken dat de twee aanpakken tot verschillende resultaten kunnen leiden.

Uitgaande van de growth-accounting resultaten is op macro/meso niveau de relatie tussen TFP-groei en ICT verder onderzocht met econometrische methoden. Op dit niveau konden er geen positieve effecten van ICT worden aangetoond (zie b.v. Berndt en Morisson (1995) van der Wiel (2001a) en Stiroh (2002)). Deze onderzoeken geven zelfs geen significant ICT-effect op de outputgroei.

Daarentegen wijzen onderzoeken met microdata wel meer in de richting van een significant positief ICT-effect op de TFP-groei (zie o.a. Brynjolfsson en Hitt (1995) Brynjolfsson en Hitt, 2000, en Van Leeuwen en Van der Wiel, 2003a).

Een verklaring voor deze divergentie in uitkomsten is niet eenvoudig te geven, omdat een scala aan factoren meespelen zoals sectorverschillen, meetproblemen en verschillen in veronderstellingen.

De verschillen in resultaat tussen het micro- en mesoniveau zijn lastig omdat dan onvoldoende duidelijkheid bestaat over de omvang van effecten en de implicaties voor beleid. De oorzaak van deze verschillen is niet altijd duidelijk (zie kader). Immers, de effecten van ICT en innovaties op bedrijfsniveau hoeven op geaggregeerd niveau niet in dezelfde mate zijn terug te vinden.

Hiervoor is een aantal redenen te noemen:

- De effecten van ICT en innovatie kunnen op bedrijfsniveau hoger liggen doordat mogelijk niet alle kosten op dat niveau kunnen worden meegenomen (o.a. complementaire kosten en zgn. business stealing effect⁴⁰).
- Data op bedrijfsniveau bevatten in de regel ruis. Onduidelijk is of dit probleem op geaggregeerd niveau van dezelfde orde van grootte is.
- De micro-studies dekken in de regel niet alle bedrijfstakken van de economie en/of niet alle bedrijven zijn vertegenwoordigd in een gebalanceerd panel vanwege steekproefmethoden en toen uitreding.
- Micro-studies gebruiken vaak econometrische schattingstechnieken, waarbij variabelen ongewogen aan elkaar worden gerelateerd.

De Nederlandse micro/macro vergelijking bouwen we op in twee stappen: eerst een analyse van mogelijke afwijkingen door verschillen in methoden op bedrijfsniveau, vervolgens de daadwerkelijke vergelijking op een hoger aggregatieniveau.

⁴⁰ Een bedrijf houdt met zijn nieuwe innovatie geen rekening dat een bestaand product overbodig kan worden.

Van micro naar macro^a

Micro studies hebben onderzoekers en beleidsmakers er van bewust gemaakt dat niet ieder bedrijf hetzelfde is. Bedrijven blijken zeer heterogeen te zijn, uitmondend in grote verschillen in productiviteitsniveaus en - groei. Oorzaken van deze verschillen hebben o.a. te maken met onzekerheid, management- en werknemerscapaciteiten, diffusie van technologie en kennis, locaties en schokken. Productiviteitsgroei is een 'noisy' proces met veel pogingen en fouten. Soms wijken bedrijven door schokken tijdelijk af van een bepaald gemiddeld arbeidsproductiviteitsniveau en treedt er vervolgens zgn. 'regression to the mean' op. Anderzijds blijken productiviteitsverschillen binnen een bedrijfstak redelijk persistent te zijn in de tijd.

Daar bedrijven kunnen verschillen kan dit impliceren dat ze verschillend reageren op veranderingen in hun omgeving. Dit betekent dat kennis nodig is over de achtergronden van de verschillen tussen bedrijven. Hierbij speelt ook mee dat de productiviteitsontwikkeling op geaggregeerd niveau bepaald wordt door twee elementen: de ontwikkeling op bedrijfsniveau en samenweging van alle bedrijven. Achter die samenweging gaat een proces van reallocatie van productiemiddelen tussen bedrijven schuil. Uit verschillende micro-studies blijkt dat het reallocatieproces niet mag worden onderschat, ook niet voor Nederland (zie Van der Wiel, 1999, Bartelsman et al., 1995). In welke mate het reallocatieproces bijdraagt hangt mede af van of er sprake is van marktimperfecties. Immers, als markten niet goed functioneren belemmert dit de mogelijkheden van reallocatie.

^a Enkele recente literatuuroverzichten op dit terrein zijn Bartelsman en Doms (2000) en Haltiwanger (2000).

We starten de analyse door op bedrijfsniveau de econometrische schattingsresultaten te vergelijken met de growth-accounting methode op hetzelfde bedrijfsniveau: de methode die door Van der Wiel (2001a) op een hoger aggregatieniveau werd toegepast. Zodoende krijgen we een beter beeld of verschillen op een hoger aggregatieniveau ook niet bepaald worden door verschillen in methoden. Overigens nemen we voor de growth-accounting methode ook nog een variant op waarbij gecorrigeerd is voor de mate van concurrentie door middel van een mark-up.⁴¹ Bij de econometrische methoden is rekening gehouden met mogelijke spillover-effecten en schaalvoordelen.⁴²

Tabel 3.3 geeft de resultaten voor de industrie en de tertiaire diensten weer. De uitkomsten indiceren dat de verschillen tussen de growth-accounting en de econometrische methoden bij *individuele bedrijfsgegevens* niet al te groot zijn. Voor de tertiaire diensten leveren beide methoden grosso modo zelfs hetzelfde beeld op voor de decompositie van de arbeidsproductiviteitsgroei: de bijdrage van TFP is de belangrijkste component, gevolgd door ICT-kapitaalverdieping.

⁴¹ In principe gaat de growth-accounting methode onder meer uit van perfecte input en output markten. Deze veronderstelling laten we los door te corrigeren voor mogelijke imperfecte markten. Van Leeuwen en Van der Wiel (2003c) tonen aan dat onder bepaalde voorwaarden zo'n correctie een hogere TFP-groei oplevert.

⁴² Op deze plaats presenteren we de spillover-uitkomsten van het complete panel. In het achterliggende paper zijn ook spillovers berekend met het innovatiepanel. In grote lijnen komen deze overeen met wat we hier presenteren. Voor de vergelijkbaarheid kiezen we voor de uitkomsten van het complete panel.

Tabel 3.3 **Decompositie van arbeidsproductiviteitsgroei op bedrijfsniveau, 1994-1998 ^a**

	Growth-accounting		Econometrie
	standaard	na correctie voor mark-up	
mutaties in % per jaar			
Industrie	2,0	2,0	2,0
w.v. ICT-kapitaal	0,7	0,5	0,7
Overig kapitaal	0,8	0,6	0,6
TFP	0,5	0,9	0,7
w.v. ICT-spillovers	NA	NA	0,7
Schaalvoordelen	NA	NA	0,1
Rest	NA	NA	-0,1
Tertiaire diensten	1,5	1,5	1,5
w.v. ICT-kapitaal	0,5	0,5	0,4
Overig kapitaal	0,3	0,2	0,3
TFP	0,7	0,8	0,8
w.v. ICT-spillovers	NA	NA	1,5
Schaalvoordelen	NA	NA	0,4
Rest	NA	NA	-1,1

^a Uitkomsten gebaseerd op het complete panel, waarbij de bijdragen van ICT, overig kapitaal en TFP zijn berekend met geometrische gemiddelden.

Voor zowel de growth-accounting als de econometrische methode zijn de directe bijdragen van ICT-kapitaal verdieping en die van het overig kapitaal in de industrie groter dan in de tertiaire diensten. Omgekeerd is de TFP-groei in de tertiaire diensten iets sterker geweest in de beschouwde periode. Zoals al bleek uit de voorgaande paragrafen lijken daar vooral de veel sterkere effecten van ICT-spillovers bepalend te zijn geweest. Daarnaast profiteert de tertiaire diensten meer van schaalvoordelen.

Opvallend is dat de restcomponent van de TFP-groei in de tertiaire diensten fors negatief uitpakt. Wat hier precies achter steekt is moeilijk te zeggen. We noemen een aantal mogelijke redenen.

Mogelijk pakt de ICT spillover-indicator teveel op doordat de invloed van bepaalde variabelen niet kon worden meegenomen, of omdat de spillover-indicator de onderlinge relaties tussen bedrijven niet goed kan duiden. Als de ontbrekende variabelen minstens zo belangrijk zijn, dan zou de bijdrage van de spillover-indicator weleens te hoog kunnen zijn. Daartegenover staat dat andere onderzoeken ook (te?) grote effecten vinden voor R&D spillovers (zie o.a. Jacobs et al., 2002, Coe en Helpman, 1995). Daarnaast kan het ook te maken hebben met meetproblemen aan de outputzijde, waardoor een te lage productiviteitsstijging wordt gemeten. Bij een hogere outputontwikkeling zou de restcomponent ook omhoog gaan. Een andere mogelijkheid is een aggregatieprobleem. De bijdrage (in de tertiaire diensten) zou kunnen zijn overschat doordat we relatief veel kleine bedrijven in het panel hebben. De geaggregeerde econometrische resultaten in tabel 3.3 zijn gebaseerd op ongewogen cijfermateriaal: alle bedrijven hebben bij het schatten

hetzelfde gewicht. Als we een weging inbouwen gaat de toename van arbeidsproductiviteit en de TFP in de dienstensector aanzienlijk omhoog. De bijdrage van de spillover-indicator verandert minder sterk en blijft achter bij de TFP-groei. Hierdoor valt de restcomponent niet meer negatief uit.

De belangrijkste conclusie uit de eerste stap is dat de growth-accounting methode en de econometrische methoden overeenkomstige resultaten opleveren op bedrijfsniveau.

De tweede stap is de vertaalslag van micro naar macro door het rechtstreeks vergelijken van de micro-uitkomsten met de bedrijfstakuitkomsten van Van der Wiel (2001a). Tabel 3.4 laat zien dat deze uitkomsten voor de tertiaire diensten redelijk met elkaar sporen. Wel vinden we op micro-niveau nog steeds een iets groter effect van ICT-kapitaalverdieping. Bij de industrie zijn de verschillen soms aanmerkelijk groter. Enerzijds komen de geaggregeerde (ongewogen) bedrijfsgegevens van de arbeidsproductiviteitsontwikkeling aanzienlijk lager uit dan de meso cijfers die gebaseerd zijn op Nationale Rekeningen.⁴³ Anderzijds is de bijdrage van ICT-kapitaalverdieping in deze sector fors hoger op basis van individuele bedrijfsgegevens.⁴⁴

Ook bij de tweede stap kunnen we concluderen dat op geaggregeerd niveau de resultaten van beide aanpakken redelijk overeenkomen met één belangrijk verschil: de growth accounting methode geeft een summier beeld van de drijfveren van productiviteitsgroei. De methode is een meer pragmatische aanpak om snel inzicht te krijgen in de 'proximate causes'. In deze aanpak is TFP niet meer dan een residu. De econometrische aanpak laat echter zien dat groei-externaliteiten in de vorm van ICT-spillovers voor individuele bedrijven een 'ultimate cause' van TFP kunnen zijn.

Het vinden van mogelijke spillover-effecten van ICT duidt er bovendien op dat er vraagtekens achter de neoklassieke gedachte kunnen worden gezet. In die gedachte genereert ICT alleen via kapitaalverdieping een hogere arbeidsproductiviteit. Wel merken we op dat dit document het vraagstuk over de invloed van reallocatie en mogelijke marktimperfecties grotendeels buiten beschouwing laat (zie kader).

⁴³ Overigens kunnen deze afwijkingen ook ontstaan doordat de cijfers van de Nationale Rekeningen zijn gebaseerd op geïntegreerde gegevens, waarbij allerlei bronnen worden gebruikt om een zo'n consistent mogelijk beeld te krijgen van de Nederlandse economie. Bij de individuele bedrijfsgegevens vindt zo'n 'correctie' niet plaats.

⁴⁴ Bedacht zij, dat we voor de individuele bedrijfsgegevens gebruik maken van een 'hedonische' deflator. Daardoor vinden we op 'micro-niveau' een hogere groei voor ICT-kapitaal.

Tabel 3.4 Vergelijking Nederlandse micro en meso resultaten: decompositie arbeidsproductiviteitsgroei, 1994-1998 ^a

	Meso-resultaten Van der Wiel (2001a) growth-accounting	Micro-resultaten econometrie
	mutaties in % per jaar	
Industrie	2¾	2,0
w.v. ICT-kapitaal	¼	0,7
Overig kapitaal	½	0,6
TFP	2¼	0,7
w.v. ICT-spillovers	NA	0,7
Schaalvoordelen	NA	0,1
Rest	NA	-0,1
Tertiaire diensten ^b	1¾	1,5
w.v. ICT-kapitaal	¼	0,4
Overig kapitaal	½	0,3
TFP	1	0,8
w.v. ICT-spillovers	NA	1,5
Schaalvoordelen	NA	0,4
Rest	NA	-1,1

^a De meso-resultaten zijn gebaseerd op bewerkte Nationale Rekeningen cijfers uit Van der Wiel (2001a); De micro-resultaten zijn gebaseerd op de uitkomsten van de schattingen met het complete panel, waarbij de bijdragen van ICT, overig kapitaal en TFP zijn berekend met geometrische gemiddelden.

^b Het betreft hier hoofdzakelijk de bedrijfstakken groot- en detailhandel, horeca en zakelijke dienstverlening.

ICT-intensiteit, spillover-effecten en marktverstoringen: een eerste proeve

De hoofdttekst concludeerde dat spillovers belangrijk zijn en dat is voor economen en beleidsmakers interessant. Vanwege het gekozen aggregatieniveau zijn echter conclusies wat minder makkelijk te trekken. Zijn de spillovers generiek of specifiek alleen in enkele bedrijfstakken zichtbaar en waarom? Dit is een onderzoek op zich. Op deze plaats volstaan we met een eerste proeve, waarbij gekeken is naar de relatie tussen de mate van concurrentie en ICT. Als indicator voor de eerste is de mark-up factor genomen: omzet gedeeld door variabele kosten.

De markup-factoren blijken negatief gecorreleerd met ICT-variabelen. Dit suggereert dat het gebruik van ICT wordt beïnvloed door de mate van concurrentie: hoe meer 'concurrentie' des te groter het ICT verbruik. Met name in de diensten vinden we een significant negatieve correlatie tussen de verandering van de gemiddelde mark-up (gemiddeld per markt is SBI 3-digit) en de groei van de ICT-spillover-indicator. Ook de correlatie tussen de verandering van de mark-up en de ICT-intensiteit in het beginjaar is negatief. Beide verbanden worden echter minder significant (maar blijven wel negatief) als we de gemiddelde mark-ups per SBI 3-digit vervangen door de bedrijfsspecifieke mark-ups. Overigens geldt voor de mark-ups dat er sprake is van 'mean-reverting' gedrag. De coëfficiënt van de mark-up factor in 1994 is significant negatief in een regressie met de verandering van de mark-ups in 1994-1998 als verklarende variabele.

4 Conclusies, beleidsimplicaties en onderzoeksagenda

4.1 Belangrijkste conclusies

Dit document kijkt naar wat ICT en innovaties afzonderlijk en in combinatie hebben betekend voor de Nederlandse arbeidsproductiviteit op het niveau van individuele bedrijven in de tweede helft van de jaren negentig. Dit document is een vervolg op Van der Wiel (2001a). Daarin werden de effecten van ICT op de Nederlandse arbeidsproductiviteit op macro- en bedrijfstakniveau geanalyseerd, maar bleven de gevolgen van innovaties buiten het analysekader. Door nu op lager niveau te kijken en innovaties mee te nemen ontstaat een vollediger beeld van de drijfveren van bedrijven om de productiviteit te verhogen via ICT en innovaties. Immers, achter het macro- en bedrijfstakkenbeeld gaat een grote mate van heterogeniteit schuil onder bedrijven.

De noodzaak voor dit onderzoek is mede gebaseerd op het feit dat de productiviteits-toename in Nederland in historisch en internationaal perspectief nog steeds teleurstellend is in bepaalde delen van de economie. Het gaan dan met name om delen van de dienstensector. Een hogere (structurele) productiviteitsgroei is de komende jaren nodig om de economische groei op peil te houden, daar de groei van het arbeidsaanbod zal afzwakken.

Waarom wil de (structurele) productiviteitsgroei maar niet omhoog in Nederland? Waar schort het nu aan? Een duidelijk reden voor de geringe groei is niet eenvoudig te geven, daar de productiviteit op velerlei wijze wordt beïnvloed. Kortom, het onderzoek naar de redenen lijkt op een zoektocht langs determinanten van productiviteitsgroei. De twee kernpunten van dit onderzoek, ICT en innovaties, kunnen belangrijke middelen zijn om de productiviteit te verhogen. Met name op het gebied van innovaties scoort Nederland in internationaal perspectief niet echt goed en zou dit een verklaring kunnen zijn voor de geringe stijging van de productiviteit.

Dit document is gebaseerd op vier technische achtergrond papers⁴⁵, waarin met econometrische schattingstechnieken getracht is vast te stellen wat de impact van ICT en innovatie afzonderlijk en in combinatie is op de prestaties van een bedrijf. Hierbij maken we onderscheid tussen bedrijven die actief zijn in de industrie en de tertiaire diensten. Het is met name in delen van deze laatste sector waar de productiviteitsgroei tegenvalt als we dit vergelijken met bijvoorbeeld de VS, terwijl in de tertiaire diensten in het algemeen toch veel gebruikt wordt gemaakt van ICT.

⁴⁵ Zie Van Leeuwen, G. en H.P. van der Wiel, 2003, a t/m d.

De belangrijkste conclusies van dit onderzoek kunnen als volgt worden samengevat:

- Door het bedrijfsleven zijn productiviteitsverbeteringen te behalen door meer te investeren in ICT. Dit geldt vooral voor de bedrijven die dat nog weinig gedaan. Afgemeten aan de marginaal product en marginale kosten verhouding zou een verdere ICT-intensivering rendabel kunnen zijn. Voor ICT-intensieve bedrijven bestaan aanwijzingen dat ze geen extra prikkel meer ervaren om *relatief* meer te investeren in ICT-kapitaal dan in andere kapitaalgoederen.
- ICT draagt niet alleen via kapitaalverdieping bij aan een hogere arbeidsproductiviteit. Er bestaan indicaties dat de productiviteitsverhoging vermoedelijk ook loopt via spillover-effecten door ICT. Doordat bedrijven via allerlei netwerken met elkaar gerelateerd zijn, kan ieder bedrijf profiteren van andermans ICT-investeringen. Hierdoor zijn de maatschappelijke baten groter dan de private baten. Vooral in de dienstensector zijn deze spillovers mogelijk omvangrijk.
- Ook innovaties bevorderen een hogere productiviteit. Dit geldt zowel voor technologische innovaties (i.c. product- en procesinnovaties) als voor niet-technologische innovaties. Vooral in de dienstensector kunnen innovaties de productiviteit sterk verbeteren.
- Het onderzoek wijst op het belang van opeenvolgende innovatie-activiteiten van bedrijven, want dat levert een hogere productiviteit (sgroei) op dan incidenteel innoveren. Niet duidelijk is hoe de marginale opbrengsten zich verhouden met de marginale kosten van deze extra innovatie-inspanningen.
- De productiviteit kan voorts verder omhoog door ICT te combineren met innovaties. ICT (spillovers) en innovaties hangen onderling samen. Vertaald naar de praktijk: ICT maakt het voor bedrijven mogelijk om meer informatie te verwerken. Dit bevordert de productiviteit van kenniscreatie en verhoogt de kans op innovatie. Andersom wordt ICT pas echt efficiënt als bedrijven beschikken over het vereiste kennisniveau en de bijbehorende organisatiestructuur. Ook hier lijken de potenties voor de dienstensector groter.
- Het volledig benutten van ICT-potenties lijkt voor bedrijven een complexe zaak omdat het vraagt om acties op meerdere fronten tegelijk. Bedrijven moeten investeren in ICT, maar ook in R&D en innovaties, waaronder niet-technologische innovaties zoals veranderingen in de organisatiestructuur.

Afsluitend kan het volgende worden opgemerkt. Het herstel van de TFP-groei in de jaren negentig dat op hoger aggregatieniveau voor Nederland werd geconstateerd door Van der Wiel (2001a) lijkt samen te hangen met ICT via mogelijke spillover-effecten en interacties met innovaties.⁴⁶ De productiemogelijkheden door ICT zijn daardoor zeker geen zeepbel, maar deze technologie is ook geen wondermiddel.

⁴⁶ Een groot deel van dat herstel van de TFP-groei werd overigens teweeggebracht door de gunstige ontwikkelingen in de ICT producerende sectoren.

Alhoewel het onderzoek gebaseerd is op cijfermateriaal uit de jaren negentig, lijken de ICT-potenties nog niet uitgeput. Vooral in de dienstensector lijkt dit het geval. Als bedrijven doorgaan met investeren in ICT en innovaties kan de Nederlandse economie daarvan profiteren in de vorm van een hogere productiviteit. Een 10% grotere hoeveelheid ICT-kapitaal per werknemer levert in zowel de industrie als in de dienstensector een ongeveer 0,3%-punt hogere arbeidsproductiviteit op. Hierbij is nog geen rekening gehouden met extra productiviteitswinsten door spillover-effecten en eventuele gerelateerde innovaties. Als bedrijven in een keten gezamenlijk allemaal 10% meer ICT-kapitaal zouden plaatsen, dan zou de arbeidsproductiviteit op bedrijfsniveau in de industrie door spillover-effecten mogelijk met 0,6%-punt kunnen toenemen en in de dienstensector zelfs met 1,1%-punt. De laatste resultaten zijn vermoedelijk wel bovengrenzen daar er vanwege datagebrek bij de schattingen geen rekening kon worden gehouden met zaken als menselijk kapitaal.

Voor meer investeren in ICT lijkt nog steeds ruimte, zelfs na de ICT boom en de daaropvolgende beurscrash. Er waren aan het eind van de vorige eeuw nog veel, veelal wat oudere, bedrijven waar ICT nog nauwelijks een plaats had in het productieproces. Ondanks dat een inhaalslag aan de gang was, lag het niveau van ICT-gebruik daar aan het eind van de jaren negentig nog ruim onder dat wat elders zichtbaar was binnen een bedrijfstak. Dit onderzoek wijst er tevens op dat als zij dit combineren met product- en procesinnovatie en niet-technologische innovaties zoals aanpassingen van de organisatiestructuur en het management dat een hogere productiviteit kan opleveren. Dit is niet onbelangrijk, daar Nederland op innovatiegebied niet al te goed scoort in internationaal perspectief.

Kanttekeningen bij gevonden resultaten

De onderzoeksvragen die in dit onderzoek gesteld zijn en die we hebben proberen te beantwoorden met gebruikmaking van individuele bedrijfsgegevens zijn niet gering. Dit soort vragen zijn moeilijk te beantwoorden met macro- of bedrijfstakgegevens.

Elke aanpak is echter een simplificatie van de werkelijkheid. Dit document zet eerste stappen om ICT-spillovers op bedrijfsniveau te meten. ICT-spillovers lijken behoorlijk te hebben gespeeld in de onderzochte periode 1994-1998 en sluit aan bij andere onderzoeken die grote effecten vinden voor R&D spillovers (zie o.a. Jacobs et al., 2002, Coe en Helpman, 1995). Zo'n sterk effect berekend over een periode waarin ICT zo'n hoge vlucht nam en voor een deel van de economie waarin sterke ICT effecten zijn te verwachten lijkt aannemelijk. Niettemin is voorzichtigheid over de interpretatie nodig. Een viertal kanttekeningen.

Ten eerste, micro-onderzoek op basis van CBS-data kent zijn beperkingen en niet in het minst door beperkingen in deze data zelf. Dit heeft consequenties gehad voor de lengte van de tijdreeksen en de beschikbare verklarende factoren. De tijdreeksen bestrijken een relatief korte periode en verminderen daarmee de mogelijkheid om de dynamiek voldoende nauwkeurig in kaart te brengen. Daarnaast wordt deze periode gekenmerkt door een sterke toename van de ICT-investeringen, die in veel mindere mate zich heeft doorgezet in recentere jaren.

Ten tweede, de geconstrueerde spillover-indicator is voor verbetering vatbaar. Ze houdt bijvoorbeeld onvoldoende rekening met de verschillende rol van aanbieders en leveranciers voor ICT spillover-effecten.

Ten derde, menselijk kapitaal blijft geheel buiten beeld daar individuele bedrijfsgegevens ontbreken. Echter, menselijk kapitaal, innovatie en investeringen in ICT zijn in sterke mate met elkaar gecorreleerd.⁴⁷ Menselijk kapitaal maakt het mogelijk kennis beter te benutten. Analyses waarin een van de drie genoemde factoren ontbreken leiden vrijwel automatisch tot een overschatting van de wel opgenomen factoren.

Tot slot, het benutten van de groeipotenties van ICT (spillovers) en innovaties hangt mede af van de kosten die een bedrijf moet maken. Deze kosten zijn niet voor ieder bedrijf hetzelfde. Over met name de kosten van niet-technologische innovaties is onvoldoende bekend. Hierdoor is voorzichtigheid nodig bij het 'automatisch' vertalen van de gevonden resultaten naar de specifieke, individuele, situatie van een bedrijf.

4.2 Mogelijke beleidsimplicaties

Bedrijven hebben verschillende opties om hun productiviteit te bevorderen. Prikkels zijn de grote drijvende kracht om dit te doen. Als deze juist zijn, komen bedrijven in de regel vanzelf in actie om hun productiviteit te verbeteren en daarmee de productiviteitstoename op macroniveau. In zo'n situatie, waarbij de markt goed werkt, is er geen directe rol weggelegd voor de overheid, want de markt onderneemt zelf actie.⁴⁸ Maar waarom wil de arbeidsproductiviteitsgroei in Nederland niet structureel omhoog? Faalt de markt? Wordt er vanwege marktfalen door sommige (dienstverlenende) bedrijven te weinig gedaan aan het benutten van ICT en tot stand brengen van innovaties?

Bij marktfalen onderscheiden we doorgaans minstens drie elementen: gebrek aan informatie, marktmacht en externe effecten. Vanwege hun karakteristieken lijken ICT en innovaties in aanmerking te komen voor mogelijke marktfalens die we hieronder nog afzonderlijk verder toelichten. Het resultaat is dat bedrijven zelf minder 'investeren' dan maatschappelijk wenselijk zou zijn om de productiviteit te verhogen en daarmee de welvaart. Op zo'n moment kan het voor de overheid legitiem zijn om in actie te komen.⁴⁹ De inzet van beleid is dan de prikkels te veranderen waaraan bedrijven bloot staan om zodoende de mate van innovatie en ICT-gebruik te verbeteren.

⁴⁷ Zie Donselaar et al., 2003.

⁴⁸ Hoogstens als daarbij de inkomensverdeling in het geding komt.

⁴⁹ Overigens heeft ook de overheid te maken met allerlei falens door informatiegebrek.

Om mogelijke beleidsimplicaties te belichten, besteden we op deze plaats vooral aandacht aan het derde element van marktfalen: externe effecten. Het bestaan van ICT-spillovers duidt namelijk op positieve externe effecten. Daarnaast richten we ons op het gebrek aan informatie, maar doen dat minder uitgebreid. De invloed van marktmacht of gebrek aan concurrentie op productiviteit is in de voorgaande hoofdstukken niet expliciet aan de orde gekomen. Daarom laten we dit type marktfalen hier verder buiten beschouwing.⁵⁰ In een vervolgonderzoek zullen we dat wel oppakken (zie onderzoeksagenda).

Innovatie: prikkels en marktfalens

Voor het zoeken naar en implementeren van innovaties door het bedrijfsleven spelen prikkels een belangrijke rol. Deze prikkels kunnen om verscheidene redenen afwijken van de maatschappelijk gewenste prikkels, oftewel er is kans op marktfalen. In CPB (2002) werden rond (technologische) innovatie vier marktfalens genoemd.

Ten eerste, door *kennisspillovers* lekt een innovatie weg naar andere bedrijven. Kennis heeft namelijk kenmerken van een publiek goed: het is vaak moeilijk te voorkomen dat derden zonder betaling profiteren van de kennis ontwikkeld door bedrijf X (i.c. reproductie). Kennis kan ook wegvloeien als werknemers naar een ander bedrijf gaan. Bedrijf X houdt bij zijn innovatiebeslissing geen rekening met de baten die andere bedrijven gaan ondervinden. Door *rentspillovers* kan bedrijf X niet alle opbrengsten naar zich toe trekken die zijn klanten aan de innovatie ontlenden. Een bedrijf heeft immers vaak niet zo'n sterke machtspositie dat het elke klant precies kan laten betalen wat die klant in het uiterste geval wil betalen. Consumenten en andere afnemers krijgen dan meer waar voor hun geld. Een derde bron van marktfalen komt voort uit de *onzekerheid* over het slagen van een innovatie-project. Innovatie-onderzoek is riskant, omdat lang niet elk project het einde haalt en succesvol is. Wanneer bedrijven risico-avers zijn en niet in staat zijn deze risico's te spreiden zullen zij minder snel aan innovatie doen.

In alle drie de gevallen van marktfalen geldt dat de private prikkels achterblijven bij de maatschappelijk gewenste prikkels. Het *business stealing* effect werkt tegengesteld aan de bovengenoemde vormen van marktfalen en vergroot de private prikkels tot innovatie ten opzichte van de maatschappelijk gewenste prikkels. De innovatie van bedrijf X maakt bestaande producten overbodig en vermindert de winst van concurrenten. Bedrijf X houdt hier bij zijn innovatiebeslissing geen rekening mee.

A priori lijken de marktfalens bij niet-technologische innovaties dezelfde als hierboven geschetst. Onderzoek rond mogelijke marktfalens bij dit type innovaties vond pas recent opgang en verder onderzoek is gewenst. Van Dijk (2002) redeneert dat bepaalde niet-technologische innovaties bedrijfsspecifiek kunnen zijn en ook minder makkelijk voor de buitenwereld zichtbaar zijn. Alleen nieuwe marketingconcepten lijken makkelijk kopieerbaar voor concurrenten. Anderzijds benadrukt Van Ark et al. (2003) dat er een grote mate van complementariteit bestaat tussen niet-technologische innovaties. Marktfalen op een bepaald onderdeel heeft implicaties voor de rest.

⁵⁰ Een goed voorbeeld van het tweede element van marktfalen is overigens een monopolist. Deze hoeft zich niet erg in te spannen om slimmer te werken en door innovaties betere of goedkopere producten te leveren, zijn klanten kunnen immers toch niet naar een andere leverancier.

Marktfalens en innovaties

Marktfalens spelen een rol bij innovaties (zie kader). De positieve externe effecten van *technologische innovaties* worden door beleidsmakers al lange tijd onderkend en er is instrumentarium om marktfalens te voorkomen (zie o.a. Van Dijk, 2002).

Het omvangrijkste instrument voor technologiebeleid van de Nederlandse overheid is de regeling Wet bevordering speur- en ontwikkelingswerk (WBSO). Onderzoek van Cornet (2001) op basis van een maatschappelijke kosten-baten analyse toonde positieve effecten van de WBSO, maar signaleerde wel dat verbeterpunten mogelijk waren.⁵¹ Onlangs heeft een (kwantitatieve) evaluatie van de WBSO plaatsgevonden (zie Poot e.a., 2003). De uitkomst pleit voor voortzetting van deze regeling. Ook deze onderzoekers constateren dat een verdere verbetering van de werking van WBSO kan worden nagestreefd.

Voor *niet-technologische innovaties* ontbreekt financieel instrumentarium, terwijl dit type innovatie een belangrijk productiviteitsverhogend effect kan hebben. Een verbreding van het bestaande instrumentarium naar bepaalde niet-technologische innovaties (i.c. die waarvan de positieve externaliteiten groot zijn) zou daarom een bijdrage kunnen leveren aan het verminderen van het marktfalens.⁵²

Op dit moment is een punt van discussie of de overheid moet overgaan op (geldelijke) subsidies ten behoeve van niet-technologische innovaties. Belangrijk aspect daarbij is of de markt faalt bij niet-technologische innovaties. Dit is (nog) niet duidelijk aangetoond. Zo lijkt het niet gemakkelijk om een niet-technologische innovatie van het ene naar het andere bedrijf over te dragen. Imitatiegedrag –hetgeen leidt tot onderinvesteringen in bijvoorbeeld R&D – is immers een belangrijke reden voor de overheid om op R&D een subsidie te verlenen.

Vooralsnog is het dus bepaald niet vanzelfsprekend dat de overheid op dat terrein zou moeten opteren voor subsidies. Een goede informatievoorziening (door Syntens) lijkt in ieder geval voor de hand te liggen. Overwogen zou kunnen worden om eerst via een experimentele benadering de prikkels voor het bevorderen van niet-technologische innovaties te verhogen (Kox, 2002). Doorgaans maken kleine bedrijven minder gebruik van bedrijven die dit type innovaties kan helpen doorvoeren zoals consultantsbureaus in de zakelijke dienstverlening. Dit is wellicht het gevolg van schaalnadelen, onzekerheid over de kwaliteit van de diensten of onbekendheid met de mogelijkheden van deze dienstverleners. Daarmee lopen de bedrijven wel potentiële

⁵¹ Zo zou zonder het generieke karakter van de WBSO-regeling te verliezen een strengere beoordeling van WBSO-aanvragen de maatschappelijke baten van de WBSO vergroten. Daarnaast zijn er indicaties dat een sterkere focus van de WBSO op bedrijven die nu nog weinig R&D doen, een positief effect heeft op de hoeveelheid R&D; het effect op de maatschappelijke opbrengsten is echter onduidelijk, omdat onbekend is hoe de grootte van de uitstralingseffecten van R&D samenhangt met de omvang van de R&D-activiteiten van een bedrijf.

⁵² Een belangrijk deel van de functie van Syntens bestaat uit advies over niet-technologische innovatie. Verder is de organisatie van een R&D-samenwerkingsverband, hetgeen een onderdeel is van niet-technologische vernieuwingen, een randvoorwaarde voordat in de zogenoemde T(echnologische)S(amenwerkings)-regeling een subsidie wordt toegekend.

vernieuwingen mis. Een informatiecampagne onder vooral kleine bedrijven over het belang van niet-technologische innovaties zou nuttig kunnen zijn. Daarnaast zou via kleinschalige experimenten na kunnen worden gegaan of het maatschappelijk waardevol is om inschakeling van dergelijke dienstverleners door kleine bedrijven te bevorderen.

Verhoging van de kennis rond innovaties is ook nuttig. Via verschillende projecten besteedt het CPB de komende jaren uitvoerig aandacht aan innovaties. Centraal daarin staan het innovatiegedrag, invloed van instituties en beleid op innovatiegedrag, en de effecten van innovatie op welvaart. Doel is om daarmee een visie op de relatie tussen innovatie, innovatiebeleid en welvaart te ontwikkelen.

Tot slot, zelfs bij voldoende concurrentie onder het Nederlandse bedrijfsleven zal het succes van de speurtocht naar proces- en productinnovatie nog afhankelijk zijn van de toegang tot hoogwaardige technologische kennis en de kosten van onderzoek en ontwikkeling (Don, 2003). Hier liggen de beleidsuitdagingen rond de kwaliteit en toegankelijkheid van de kennisinfrastructuur, de beschikbaarheid van 'kenniswerkers' en het wegnemen of verzachten van marktfalen in (fundamenteel) R&D, bijvoorbeeld door positieve externe effecten te vertalen in fiscale faciliteiten.

Marktfalens en ICT-spillovers

Het bestaan van spillovers is voor beleidsmakers interessant daar ze duiden op externe effecten en dus op marktfalen. De in dit document gevonden sterke positieve ICT-spillovers duiden op een groter maatschappelijk - dan privaat rendement en zou een beleidslegitimering kunnen zijn voor ICT-beleid.

Gegeven deze uitkomsten zou stimulering van ICT in een ketenaanpak een zinvolle aanvulling kunnen zijn op het bestaand beleid dat bedrijven individueel aanzet tot ICT-investeringen. Vooral de dienstensector komt hiervoor in aanmerking, want daar zijn de spillover-effecten van ICT mogelijk het grootst. De vraag die dan nog wel beantwoord moet worden is hoe dit beleid precies vorm te geven: Is dat door randvoorwaarden te creëren en/of door met (bestaande) financiële instrumenten aan de slag te gaan? Dit onderzoek geeft daarop geen antwoord. Bovendien is enige voorzichtigheid nodig, daar de operationalisering van een spillover-indicator op bedrijfsniveau pas in de kinderschoenen staat. Meer onderzoek op dit terrein is noodzakelijk.

4.3 Bouwstenen onderzoeksagenda

In de zoektocht naar de redenen voor de lage productiviteitsgroei heeft dit document de vragen rondom ICT en innovaties en hun effect op productiviteit onder de loep genomen en deels beantwoord. Echter, een aantal keren is opgemerkt dat nader onderzoek nuttig zou zijn. Op deze plaats sommen we enkele bouwstenen op voor een onderzoeksagenda:

- Dit document heeft de mogelijke invloed van de marktstructuur en marktfaalen op innovatie en productiviteit niet expliciet onderzocht. Uit de theorie blijkt dat de relatie tussen innovatie en concurrentie niet eenduidig is (zie kader). Het CPB ontwikkelt plannen om dit de komende tijd nader te onderzoeken voor Nederland.

Innovatie, marktwerking en productiviteit

Innovatie heeft te maken met marktordening, statische en dynamische efficiëntie. Zijn bijvoorbeeld lage toetredingsbarrières en sterke concurrentie tussen bedrijven goed voor de welvaart omdat ze de statische efficiëntie van markten bevorderen? Of mogen toetredingsdrempels niet te laag en concurrentie niet te sterk zijn, omdat bedrijven anders geen mogelijkheid krijgen om verzonken innovatiekosten terug te verdienen, waardoor ze niet zullen innoveren en de dynamische efficiëntie van de markt laag is?

- Verder onderzoek naar operationalisering en kwantificering van spillover-effecten op bedrijfsniveau. Op dit terrein is nog veel werk te doen. Interessant is om hierbij hogere aggregatieniveaus te betrekken. Een mogelijkheid is om dan de ICT-spillovers op hoger aggregatieniveau te onderzoeken en daarbij rekening te houden met de afhankelijkheid van zowel afnemers als toeleveranciers zoals in een recente NBER-studies van Mun en Nadiri (2002) is gedaan. Belangrijke vraag is dan of de resultaten in dezelfde richting wijzen als die op basis van microgegevens. Wel is het daarbij relevant om de mogelijke samenhang met R&D (spillovers) mee te nemen, want dat is in dit document niet gebeurd.
- Relatie micro-macro? Dit document liet zien dat de micro resultaten redelijk overeenkomen met de macro resultaten. Dit is niet altijd zo. Via een literatuurstudie wil het CPB nagaan hoe een vertaalslag te maken van 'micro'-beleid (instituties, kennis, innovatie) naar 'macro'-resultaten. Belangrijke vraag is hoe het belang van micro studies door te vertalen naar macro-modellen.
- Er blijken onder bedrijven grote verschillen te bestaan in ICT-intensiteit. Deels heeft dit te maken met dat oudere bedrijven minder 'ICT minded' zijn dan jongere bedrijven. Uitgezocht zou kunnen worden wat de achterliggende redenen zijn.
- Uit menig onderzoek komt naar voren dat de Nederlandse innovatie-uitgaven relatief laag zijn in internationaal perspectief terwijl het percentage innovatieve bedrijven hoog is. Wat is de ratio hierachter? Plukken Nederlandse bedrijven de vruchten van collectief (publiek, privaat) gefinancierde R&D?

- Wat nog niet of nauwelijks belicht is, is de rol van ICT bij de Nederlandse overheid zelf. Wat de uitgaven aan ICT aan productiviteitsverbetering bij de overheid oplevert is nu een black box. Niettemin zou zo'n verbetering bij de overheid een minder groot beslag leggen op de financiële middelen.
- Zijn de ICT potenties achteraf toch minder groot? We vinden in dit onderzoek aanzienlijke effecten van ICT in de onderzochte periode. Echter, het onderzoek loopt maar tot 1998. Sindsdien is er rond ICT het nodige gebeurd. Interessant zou zijn dit onderzoek nogmaals uit te voeren als recent cijfermateriaal beschikbaar komt. Hiermee krijgen we ook beter zicht op de vraag of sommige bedrijven te veel in ICT hebben geïnvesteerd.

Referenties

- Arellano, M., en O. Bover, 1995, Another Look at the Instrumental Variable Estimation of Error-Components Models, *Journal of Econometrics*, 68, pp 29-51.
- Ark, B. van, 2000, Measuring Productivity in the 'New Economy': Towards a European Perspective, *De Economist* (Quarterly Review of the Royal Netherlands Economic Association), 148 (1).
- Ark, B. van, 2002, Measuring the 'New Economy': An International Comparative Perspective, *Review of Income and Wealth*, Series 48 (1).
- Ark, B. van, R. Inklaar en R.H. McGuckin, 2002, Changing Gear - Productivity, ICT and Service Industries: Europe and the United States, Paper presented at the ZEW Conference 2002 on the Economics of Information and Communication Technologies, June 24-25, Mannheim.
- Ark, B. van, L. Broersma en P. den Hertog, 2003, Services Innovation, Performance and Policy: a review.
- Balk, B.M., 2000, Divisia Price an Quantity Indices: 75 Years After. Mimeo Department of Statistical Methods, Statistics Netherlands.
- Bartelsman, E.J., G. van Leeuwen en H.R. Nieuwenhuijsen, 1995, De industrie: banenschepper of banenvernietiger? *Economische Statistische Berichten*, nr. 4012, blz. 504-508.
- Bartelsman, E.J., en J. Hinloopen, 2000, De verzilvering van een groeibelofte, in *ICT en de economie*, Koninklijke Vereniging voor Staathuishoudkunde, Preadviezen 2000.
- Bartelsman, E. J., en M. Doms, 2000, Understanding Productivity: Lessons from longitudinal micro datasets, *Journal of Economic Literature* 38, blz. 569-594.
- Berndt, E.R., en C.J. Morisson, 1995, High-Tech Capital Formation and Economic Performance in U.S. Manufacturing Industries: An Exploratory Analysis, *Journal of Econometrics* 65, blz. 9-43.
- Black, S.E., en L.M. Lynch, 2000, What's driving the new economy: the benefits of workplace innovation, NBER Working Paper series, No. 7479, Januari 2000.
- Blundell, R., en S. Bond, 1998, GMM Estimation with Persistent Panel Data: an Application to Production Functions, Working Paper Series No. W99/4, Institute for Fiscal Studies.

- Bresnahan, T. F., E. Brynjolfsson en L.M. Hitt, 2002, Information Technology, Workplace Organization, and the Demand for Skilled Labor: Firm-Level Evidence, *Quarterly Journal of Economics* 117, blz. 339-376.
- Broersma, L., R.H. McGuckin en M.P. Timmer, 2002, The impact of computers on productivity in the trade sector: Explorations with microdata.
- Brynjolfsson, E., en L. Hitt, 1995, Information Technology As A Factor Of Production: The Role of Differences Among Firms, *Economics of Innovation and New Technology* 3, blz. 183-199.
- Brynjolfsson, E., en L.M. Hitt, 2000, Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance, *Journal of Economic Perspectives* 14, blz. 23-48.
- Coe, D.T., en E. Helpman, 1995, International R&D spillovers, *European Economic Review*, 39, 859-887.
- Chandler, A., 1990, Scale and scope; The dynamics of industrial capitalism.
- Cornet, M., 2001, De maatschappelijke kosten en baten van technologiesubsidies zoals de WBSO, CPB Document 8.
- CPB, 2002, *De pijlers onder de kenniseconomie: opties voor institutionele vernieuwing*.
- Dijk, M. F. van, 2002, Marktfalen bij innovaties in de dienstensector, CPB Memorandum no. 50.
- Dijk, M., H. Kox, F. Kuypers, H. Noordman en H. van der Wiel, 2003, CEP-op-maat ICT 2002-2004, CPB Memorandum no. 63, April 2003.
- Don, F.J.H., 2001, Het Nederlandse groeipotentieel op middellange termijn, CPB Document no. 1.
- Don, F.J.H., 2003, Loonmatiging is slecht voor de arbeidsproductiviteit, Faces, Financiële Studievereniging Tilburg.
- Gelauff, G.M.M., en P. de Bijl, 2000, The renewing economy, *CPB Report* 2001/I, pp 18-24.

- Gordon, R.J., 2000, Does the 'New Economy' measure up to the great inventions of the past?, *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 14, no.4, blz. 49-77.
- Griffith, R., 2001, Product market competition, efficiency and agency costs: An empirical analysis, Working Paper Series No. W01/12, Institute for Fiscal Studies.
- Hall, B. H., en J. Mairesse, 1995, Exploring the relationship between R&D and productivity in French manufacturing firms, *Journal of Econometrics*, vol. 65(1), blz. 263-293.
- Haltiwanger, J., 2000, Aggregate growth: what have we learned from micro economic evidence.
- Hempell, T., 2002, What's spurious, What's real? Measuring the productivity impact of ICT at the firm-level, ZEW Discussion Paper 02-42, Centre for European Economic Research. (<ftp://ftp.zew.de/pub/zewdocs/dp/dp0242.pdf>).
- Hempell, T., G. van Leeuwen en H.P. van der Wiel, 2002, ICT, innovation and business performance in services: evidence for Germany and the Netherlands, OECD, DSTI/EAS/IND/SWP/AH(2002)7.
- Jacobs, D., en J. Waalkens, 2001, Innovatie: vernieuwingen in de innovatiefunctie van ondernemingen.
- Jong, J.P.J. de, A. Bruins, W. Dolfsma en J. Meijaard, 2003, Innovation in service firms explored: what, how and why? Literature review, EIM Strategic Study B200205
- Jorgenson, D.W. en K.J. Stiroh, 2000, Raising the Speed Limit: U.S. Economic Growth in the Information Age, *Brookings Papers on Economic Activity*, blz. 125-211.
- Klette, T.J., 1999, Market power, scale economies and productivity: estimates from a panel of establishment data, *Journal of Industrial Economics*, vol XLVIII no 4, pp. 451-476.
- Koning, D. de en P. van der Marck, 2002, IT zonder hoofdpijn; een leidraad voor het verbeteren van bedrijfsprestaties, FT Prentice Hall.
- Kox, H.L.M., 2002, *Growth challenges for the Dutch business services industry; international comparison and policy issues*, Special Publication No. 40, CPB, Den Haag.
- Kox, H.L.M., G. Van Leeuwen and H.P. van der Wiel, 2004, Scale effects on business services; an international comparison, CPB Discussion Paper (*nog te verschijnen*).

- Leeuwen, G. van, en H.P. van der Wiel, 2003a, Relatie ICT en productiviteit: Een analyse met Nederlandse bedrijfsgegevens, CPB Memorandum no 57.
- Leeuwen, G. van, en H.P. van der Wiel, 2003b, ICT, innovaties en productiviteit: Een analyse met Nederlandse bedrijfsgegevens, CPB Memorandum no 61.
- Leeuwen, G. van, en H.P. van der Wiel, 2003c, Do ICT ICT-spillovers matter? Evidence for the Netherlands, CPB Discussion Paper No. 26.
- Leeuwen, G. van en H.P. van der Wiel, 2003d, ICT en marktdynamiek in de dienstensector (*nog te verschijnen*).
- Mairesse, J., en B.H. Hall, 1996, Estimating the Productivity of Research and Development in French and US Manufacturing Firms: an Exploration of Simultaneity Issues with GMM Methods. In Wagner, K. and B. Van Ark (eds.), *International Productivity Differences and Their Explanations*, Elsevier Science, blz. 285-315.
- McKinsey, 1993, Manufacturing Productivity.
- Mun, S-B, en M.I. Nadiri, 2002, Information technology externalities: empirical evidence from 42 U.S. industries, NBER Working Paper 9272, Oktober 2002.
- OECD, 2003, Seizing the benefits from ICT- an international comparison of the impacts of ICT on economic performance, DSTI/IND/ICCP(2003)2.
- O'Mahoney, M., en M. Vecchi, 2002, In search of an ICT impact on TFP: Evidence from industry panel data, NIESR, Oktober 2002.
- Oulton, N., 2001, ICT and productivity growth in the United Kingdom, Working Paper No. 140, Bank of England.
- Pilat, D., en F. Lee, 2001, Productivity Growth in ICT-producing and ICT-using Industries: A Source of Growth Differentials in the OECD?, STI Working Paper 2001/4, OECD, Paris.
- Poot, A.P., P. den Hertog, E. Brouwer en T.R.A. Grosfeld, 2003, Prikkel of presentje, *Economisch Statistische Berichten*, 13 juni 2003, blz. 284-286.
- Schreyer, P., 2002, Computer prices and international growth and productivity comparisons, *Review of Income and Wealth*, vol. 48, no 1, blz. 15-31, Maart 2002.

Schumpeter, J.A., 1934, *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business*. Harvard University Press, Cambridge.

Stiroh, K.J., 2002, Are ICT spillovers driving the New Economy? *Review of Income and Wealth*, Vol. 48, no 1, Maart 2002.

Thritle, C.G., en V.W. Ruttan, 1987, *The role of demand and supply in the generation and diffusion of technical change*.

Vijselaars, F. en R. Albers, 2002, New technologies and productivity growth in the Euro area, European Central Bank, Working Paper Series, No. 122, Februari 2002.

Wiel, H.P. van der, 1999, Firm turnover in Dutch Business Services, CPB Onderzoeksmemorandum No 159.

Wiel, H.P. van der, 2001a, Does ICT boost Dutch productivity growth?, CPB Document no 016.

Wiel, H.P. van der, 2001b, Innovation and productivity in services, *CPB Report 2001/1*, blz. 29-36.

Wiel, H.P. van der, 2003, ICT ook voor de Nederlandse productiviteit realiteit?, in *ICT, arbeid en organisatie* (redactie: P. Ester, D. Fouarge, M. Kerkhofs en A. Román).

Bijlage A : Overzicht gebruikte begrippen

Deze bijlage geeft in alfabetische volgorde de belangrijkste begrippen die in dit document gebruikt worden en geeft waar nodig een korte omschrijving.

Arbeidsproductiviteit

De definitie van arbeidsproductiviteit die in dit onderzoek gehanteerd wordt is de verhouding tussen bruto toegevoegde waarde in constante prijzen en hoeveelheid personen.

Complete panel

Dit panel is gebaseerd op de Productie Statistieken en omvat alle benodigde individuele bedrijfsgegevens over de jaren 1994-1998. De industrie is daarin met 2558 bedrijven vertegenwoordigt en de tertiaire diensten met 7828 bedrijven.

Deflering

Voor de deflering van de bruto productie en het verbruik worden prijsindexcijfers afkomstig uit de Input/Output (I/O)-tabellen van Nationale Rekeningen (CBS) gebruikt. De nominale gegevens van de bruto productie en het verbruik zijn op het niveau van de I/O-regel gedefleerd.⁵³

Prijsindexcijfers (1995=100) voor de totale investeringen zijn ontleend aan de deflatoren van de investeringen naar bestemming van Nationale Rekeningen, hierbij is voor zover mogelijk gedifferentieerd naar bedrijfstakken. Voor de ICT-goederen is een alternatieve prijsindexcijfer geconstrueerd, omdat uit onderzoek blijkt dat reguliere waarnemingen van statistische bureaus de prijsontwikkeling van ICT-goederen lijken te overschatten (Schreyer, 2001). Gebaseerd op het idee van Schreyer is het verschil tussen de prijsontwikkeling van de ICT-goederen en overige investeringsgoederen in de VS gezet op het Nederlandse cijfermateriaal.

ICT-spillover-kapitaal

Het ICT-spillover-kapitaal op bedrijfsniveau is berekend door het ICT-kapitaal binnen een bedrijfstak op te tellen en telkens het eigen ICT-kapitaal van het bedrijf ervan af te trekken. In dit geval is de bedrijfstak gedefinieerd als regel in de Input/Output tabel.

⁵³ Impliciet veronderstellen we daarmee dat er geen variantie zit in de prijsontwikkeling tussen bedrijven binnen een bepaalde bedrijfstak.

ICT-intensieve versus ICT-extensieve bedrijven

Het onderscheid tussen ICT-intensieve versus ICT-extensieve bedrijven is gebaseerd op de grootte van het ICT-aandeel in de kapitaal goederenvoorraad in 1994. Alle bedrijven boven (beneden) de mediaan van het ICT-aandeel zijn ICT-intensief (respectievelijk ICT-extensief), waarbij bedrijven zijn geclassificeerd naar 3-digit SBI-code.

ICT-kapitaal

Het ICT-kapitaal is met de Perpetual Inventory Methode (PIM) berekend met als input ICT-investeringen en onder meer veronderstellingen over de levensduur en startwaarde van het ICT-kapitaal. De ICT-investeringen omvatten de investeringen in computers, bestaande uit o.a. de investeringen in hardware, standaard (besturings-)software en alle randbenodigdheden zoals een toetsenbord. Helaas zijn geen gegevens bekend van de investeringen in bepaalde andere vormen van software zoals applicatiesoftware.⁵⁴

Incidenteel versus permanent innoveren

Door de twee achtereenvolgende CIS-enquêtes met elkaar te vergelijken, zijn innoverende bedrijven in te delen in twee typen: Ten eerste, bedrijven die incidenteel innoveren (i.c. hetzij technologische of niet-technologise innovaties); of in de periode 1994-1996 of in de periode 1996-1998; Ten tweede, bedrijven die permanent (c.q. volgtijdelijk) innoveren omdat ze in beide innovatie-enquêtes opgaven innoverend (wederom hetzij technologische of niet-technologise innovaties) te zijn geweest.

Innovatiepanel

Dit panel is gemaakt door het complete panel te koppelen met de twee CIS-enquêtes. Het innovatiepanel bestaat uit 1091 industriële bedrijven en 1451 dienstverlenende bedrijven.

Innovators

Voor verschillende types innovaties zijn innovatoren, i.c. bedrijven die innoveren, gedefinieerd voor het te schatten model. Dit impliceert dat we niet kunnen spreken van een en dezelfde set bedrijven die wel of niet innoveren. Bijvoorbeeld bij de technologise innovaties bestaan de niet-innovatoren uit de bedrijven die in geen enkel jaar dit type innovatie heeft toegepast. Er kunnen zich daaronder echter best bedrijven bevinden die wel een niet-technologise innovatie hebben doorgevoerd.

⁵⁴ Onduidelijk is echter of bijvoorbeeld de software van Microsoft Office buiten het investeringsbegrip van de PS valt.

Industrie

De industrie bestaat uit de volgende vijf groepen:

- voeding- en genotmiddelenindustrie
- aardolie, chemie, rubber en kunststof
- ICT industrie
- metaalnijverheid exclusief ICT industrie
- overige industrie

Mark up

De mark-up dient als indicator voor de marktstructuur. Theoretisch zou dit de verhouding tussen prijzen en marginale kosten moeten zijn. Beide variabelen zijn echter niet beschikbaar. Daarom implementeren we de 'mark-up' met de ratio tussen de omzet en totale variabele kosten.

Niet-technologische innovaties

Er is sprake van niet-technologische innovaties als bedrijven op (tenminste) één van de volgende terreinen vernieuwend bezig zijn geweest:

- strategie: bezinning op en/of wijziging van strategische doelen;
- marketing: ontwikkeling van nieuwe product-, marketing - of afzetstrategieën;
- reorganisatie: ingrijpende veranderingen in organisatiestructuren en/of bedrijfsprocessen;
- management: gebruik van nieuwe managementtechnieken.

Overig kapitaal

Het overig kapitaal is met de PIM berekend met o.a. als input overige investeringen. De laatste is opgebouwd uit alle overige materiële investeringsgoederen zoals bedrijfsruimten, vervoermiddelen en overige machines en installaties.

Productie (in constante prijzen)

Voor de productie gebruiken we de bruto toegevoegde waarde, die we berekenen uit de bruto productie minus het verbruik. De laatste bestaat onder meer uit de kosten van inkoop, energie en reiskosten.

Technologische innovaties

Bedrijven hebben technologisch geïnnoveerd als zij nieuwe of verbeterde producten op de markt hebben geïntroduceerd of nieuwe of verbeterde productieprocessen hebben doorgevoerd. Deze hoeven niet nieuw te zijn voor de markt.

Tertiaire diensten

De tertiaire diensten bestaat uit de volgende bedrijfstakken:

- autohandel (groot- en detailhandel) en autoservice bedrijven (io-tabel regels 59 - 61)
- groothandel (io-tabel regel 62)
- detailhandel (io-tabel regel 63)
- zakelijke diensten (io-tabel regels 81 - 89)
- overige tertiaire diensten: (milieudienstverlening, horeca en overige diensten)

TFP (Totale Factor Productiviteit)

TFP-groei staat voor de productietoename die niet kan worden toegerekend aan de groei van inputs als kapitaal en arbeid.

Werkgelegenheid

De werkgelegenheid is uitgedrukt in aantallen personen. Voor de diensten neemt het CBS vanaf 1995 de factor arbeid ook in arbeidsjaren waar. Voor de onderlinge vergelijkbaarheid tussen de industrie en de diensten is de hoeveelheid personen als maatstaf voor de factor arbeid gekozen.

Abstract

This document investigates for the Netherlands the relative importance of different channels through which information and communication technology (ICT) can boost labour productivity growth. Using Dutch firm-level data for the period 1994-1998, this document shows that ICT and other types of innovation have the potential to remain important sources of productivity growth, especially if we account for ICT-spillovers and the interaction between ICT and innovation. Indeed, the rebound of Total Factor Productivity (TFP) growth as reported in Van der Wiel (2001a) in the second half of the previous decade seems to be related to the boom of investment in ICT.

The firm-level results point to a sizable direct contribution of ICT to Dutch labour productivity growth. However, this contribution is likely to be biased upwards if the analysis ignores other sources of productivity that are correlated with ICT use. By including ICT spillovers explicitly in a production-function model, it is shown that the (direct) contribution of ICT capital deepening to labour productivity growth is lower but still significant.

In so doing, we were also able to reconcile the different pieces of empirical evidence in the literature regarding the contribution of ICT to productivity growth at different levels of aggregation. For the Netherlands, it is shown that, after accounting for ICT spillovers, the results on firm-level data are more in line with those reported in growth-accounting studies on higher levels of aggregation. Nevertheless, our econometric results provide deeper insights than the growth-accounting studies by demonstrating that the contribution of ICT spillovers to productivity growth in the years of the ICT boom was probably substantial.

We found support for the assumption that ICT enhances the innovation performance of firms, thereby contributing to labour productivity growth in a more indirect way. Moreover, it is shown that the contribution of ICT-capital deepening is raised when firms combine ICT use and technological innovations on a more permanent basis. Finally, our results also indicate that the potential of many firms to catch up their ICT endeavour may boost (aggregate) labour productivity growth further.