

Hoofdafdeling : Bedrijfstakken
Afdeling : ICA
Samenstellers : George van Leeuwen en Henry van der Wiel
Nummer : 61
Datum : 25 maart 2003

ICT, innovaties en productiviteit

Een analyse met Nederlandse bedrijfsgegevens

Dit memorandum onderzoekt de relatie tussen ICT, innovatie en productiviteit in Nederland. Uit econometrische schattingen volgt dat bedrijven die innovaties doorvoeren een hogere productiviteit genereren dan bedrijven die niet innoveren. Dit geldt zowel voor technologische innovaties (i.c. product- en procesinnovaties) als voor niet-technologische innovaties. Voor de dienstensector leveren niet-technologische innovaties een veel hogere directe bijdrage aan TFP op dan technologische innovaties.

Het onderzoek ondersteunt het belang van opeenvolgende innovatie-activiteiten van bedrijven, want dat levert een hogere productiviteit op dan incidenteel innoveren. Ook speelt ICT in het innovatieproces mee. Bij de dienstverlenende bedrijven zijn de elasticiteiten van ICT-kapitaal van bedrijven die permanent innoveren hoger dan van bedrijven die eenmalig of niets doen aan innovatie. Bovendien suggereren de schattingen dat ICT speciaal is in vergelijking met andere kapitaalgoederen. Voor de overige kapitaalgoederen vinden we geen significante coëfficiënt voor de samenhang tussen innovatie en overig-kapitaal.

Tot slot, veel bedrijven blijken in grote getale technologische innovaties en niet-technologische innovaties tegelijkertijd toe te passen. Ons onderzoek ondersteunt het belang van een brede aanpak van bedrijven, want een combinatie van beide innovatietypen gaat samen met een hogere productiviteit.

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Theoretisch kader en model	7
2.1	Innovaties	7
2.2	Model	9
3	Data en enkele kerngegevens	14
3.1	Constructie van paneldata	14
3.2	Enkele beschrijvende statistieken	16
4	Empirie	24
4.1	Aanpassing modelspecificaties	24
4.2	ICT en technologische innovaties	25
4.3	Niet-technologische innovaties en ICT	28
4.4	Samenhang niet-technologische innovatie en technologische innovatie	30
5	Conclusies en verder onderzoek	32
	Literatuur	34
	Bijlage A Dataset	36
	Bijlage B Volledige uitkomsten technologische innovaties	38
	Bijlage C Volledige uitkomsten niet-technologische innovaties	40

Inleiding¹

Dit memorandum richt zich op de relaties tussen ICT, innovaties en hun effect op de productiviteit op bedrijfsniveau in Nederland.² ICT en andere innovaties zijn voor bedrijven en het overheidsbeleid geen doel op zich, maar een middel. Het doel is op bedrijfsniveau in de regel winstmaximalisatie en voor het overheidsbeleid is dat welvaartsverhoging. ICT en innoveren kunnen bijdragen aan het verbeteren van de concurrentiepositie door lagere kosten en het vernieuwen van producten met een hogere toegevoegde waarde. Dit leidt tot een (tijdelijke) verhoging van de arbeidsproductiviteitsontwikkeling en daarmee tot economische vooruitgang.

Innovaties, waaronder ICT, zijn belangrijke determinanten van de productiviteitsgroei. Innovatie brengt nieuwe goederen en diensten, en innovatie verhoogt de kwaliteit van bestaande goederen en diensten. ICT kan een (eenmalige) bijdrage leveren aan de groei van de arbeidsproductiviteit doordat het de transactiekosten verlaagt en daarmee een betere aansluiting tussen vraag en aanbod op bijvoorbeeld de product- en arbeidsmarkt tot stand brengt. ICT heeft alle kenmerken van een doorbraaktechnologie (zie Gelauff et al. 2000) en creëert spill-over en netwerkeffecten. Een van de belangrijkste kenmerken is dat ICT complementair is met gerelateerde technologieën. Enerzijds biedt ICT uitdagingen en kansen voor nieuwe innovaties in sectoren waarin het wordt toegepast. ICT maakt het mogelijk nieuwe distributiekanaalen als e-commerce op te zetten en het voeren van just-in-time management. Anderzijds dient een bedrijf te investeren in organisatorische aanpassingen en dienen vaardigheden van werknemers te veranderen om ICT productief te maken (zie o.a. Brynjolfson en Hitt, 2000 en Bresnahan e.a., 2002). ICT zou in potentie zorg kunnen dragen voor een structureel hoger groeitempo van de arbeidsproductiviteit omdat het het innovatieproces productiever kan maken (zie o.a. Bartelsman en Hinlopen, 2000).

Als we op macro- en bedrijfstakniveau kijken naar de middelen – innovaties en ICT – en het doel – productiviteit – dan is het beeld niet eenduidig. Nederland scoort op ICT terrein redelijk in internationaal perspectief, maar op innovatiegebied en vooral op productiviteitsgebied doet

¹ Dit onderzoek is mede gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken en werd in die hoedanigheid begeleid door Stephan Raes, George Gelauff en Pieter van Winden, waarvoor dank. Verder willen we onze collega's Maarten Cornet, Harold Creusen, Machiel van Dijk, Henk Kox en Free Huizinga bedanken voor hun commentaar op eerdere versies van dit document. Delen van dit onderzoek zijn uitgevoerd op het Centre for Research of Economic Microdata (CEREM) van het CBS. De gedachten in dit paper zijn die van de auteurs en behoeven niet overeen te komen met die van het CBS.

² De term ICT (Informatie- en communicatietechnologie) wordt in dit document vaak tegelijkertijd met de term innovatie gebruikt. ICT is in feite zelf ook een innovatie, die vooral betrekking heeft op de proceskant. Dit onderzoek wil echter het specifieke van ICT als innovatie analyseren.

Nederland het niet goed (zie o.a. Van der Wiel, 2001a). Met name de innovatie-uitgaven en de productiviteitsprestaties van delen van de dienstensector blijven achter.

De noodzaak van een voldoende arbeidsproductiviteitstoename voor toekomstige (duurzame) economische groei is recentelijk nog scherp zichtbaar geworden in de meest recente middellange termijn verkenning 2004-2007 van het CPB (CPB, 2002a). Ook Oosterwijk (2003), secretaris-generaal ministerie van Economische Zaken (EZ), riep onlangs op dat de groeicapaciteit van de Nederlandse economie op middellange termijn drastisch moet worden bevorderd. De lage productiviteitsgroei is de achilleshiel van de Nederlandse economie. Het komende regeerakkoord vereist een brede 'groei-agenda' die gericht is op het verbeteren van het investerings- en innovatieklimaat, het bevorderen van het ondernemerschap en het vergroten van de concurrentie op markten.

Achter het macro- en bedrijfstakkenbeeld gaat vaak een grote mate van heterogeniteit schuil, waardoor geen duidelijke idee bestaat wat er mogelijk mis is met de arbeidsproductiviteit in Nederland. Dit memorandum legt daarom de focus op het niveau van het bedrijf en is een vervolg op recent onderzoek van Van Leeuwen en Van der Wiel (2003) naar de effecten van ICT op de productiviteit. Gebruikmakend van dezelfde dataset met individuele CBS-bedrijfsgegevens uit dat onderzoek analyseren we de rol van ICT en innovaties in een verhoging van de productiviteit in Nederland. Centraal staan de volgende vragen:

- Wat levert technologische en niet-technologise innovatie aan productiviteitswinst op?
- Zijn beide typen innovaties complementair?
- Wat is het belang van continuïteit in innovatie-activiteiten?
- Wat is de rol van ICT in het innovatieproces?

Antwoorden op deze vragen sluiten aan bij de belangrijke beleidsvraag waarom de innovatie-inspanningen van Nederlandse bedrijven bescheiden zijn in internationaal perspectief. Dit geldt in het bijzonder voor (delen van) de dienstensector. Dit memorandum concentreert zich hoofdzakelijk op het kwantitatieve belang van innovatie en ICT voor productiviteit. Het moet gezien worden als een eerste stap naar een beleidsgerichte analyse. De informatie kan gebruikt worden als input voor de analyse of er sprake is van marktfalens bij innovatie en of er legitimatie is voor actie van de overheid. Op mogelijke marktfalens gaat dit document niet expliciet in.

Om de onderzoeksvragen te beantwoorden koppelen we de bestaande dataset met de Community Innovation Survey (CIS), ook afkomstig van het CBS. Dit doen we voor de industrie en de dienstensector. Zowel nationaal als internationaal is soortgelijk onderzoek nog schaars, zodat vergelijking met ander onderzoek niet goed mogelijk is. Door schatting van een

model, waarbij rekening wordt gehouden dat productiviteit wordt beïnvloed door andere factoren die niet direct aan innovatie en ICT zijn gerelateerd, kwantificeren we de invloed van innovatie en ICT.

Dit memorandum gaat als volgt verder. Paragraaf 2 gaat in op de relatie tussen ICT, innovaties en productiviteit in theorie. De paragraaf geeft ook uitleg over het model wat we gaan schatten. In paragraaf 3 bespreken we de bronnen die dit onderzoek gebruikt. Ook presenteren we daar enkele beschrijvende statistieken om een globale indruk te krijgen van de relatie tussen ICT, innovatie en productiviteit. Paragraaf 4 geeft een overzicht van de belangrijkste econometrische schattingsresultaten, waaronder de mogelijke samenhang tussen technologische - en niet-technologische innovaties in relatie tot productiviteit. Paragraaf 5 sluit af met de belangrijkste conclusies.

2 Theoretisch kader en model

2.1 Innovaties

Technologische innovaties

Technologische innovaties worden als belangrijke determinanten van productiviteitsgroei beschouwd. Bij technologische innovaties kan onderscheid worden gemaakt in product- en procesinnovatie. Bij productinnovaties gaat het om nieuwe goederen en diensten, en om een verhoging van de kwaliteit van bestaande goederen en diensten. Procesinnovaties vergroten de efficiëntie van het productieproces en verminderen daarmee het beslag dat de productie van goederen en diensten legt op schaarse inputs.

Alhoewel in de tertiaire diensten het onderscheid product- en procesinnovatie in theorie nog wel voorstelbaar is, is dit onderscheid in de praktijk minder makkelijk toepasbaar dan in de industrie. Dit komt doordat de productie van een dienst en de consumptie van een dienst dikwijls tegelijkertijd plaatsvindt. Een nieuwe dienst (i.c. productinnovatie) gaat vaak gepaard met veranderingen in het bezorgingsproces en klantencontact (zie Jong et al., 2003)

Een belangrijke innovatie is ICT. ICT is in eerste instantie een vorm van procesinnovatie. ICT heeft alle kenmerken van een doorbraaktechnologie. ICT evolueert, heeft een groot bereik in de economie en zij 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, tekstverwerking, etc. Daarnaast is ICT complementair met bestaande of potentieel nieuwe technologieën.

Maar ICT kan meer. ICT kan een (eenmalige) bijdrage leveren aan de groei van de arbeidsproductiviteit doordat het de transactiekosten verlaagt en daarmee een betere aansluiting tussen vraag en aanbod op bijvoorbeeld de product- en arbeidsmarkt tot stand brengt. ICT kan ook zorg dragen voor een structureel hoger groeitempo van de arbeidsproductiviteit omdat het het innovatieproces productiever kan maken en uitdagingen en kansen biedt voor nieuwe innovaties om producten en diensten te produceren, te promoten en te verkopen in sectoren waarin het wordt toegepast (spill-over effecten). Ook genereert ICT netwerkeffecten aan de vraagzijde, waardoor gebruikers schaalvoordelen ondervinden doordat zij meer contactmogelijkheden hebben.

Niet-technologische innovaties

Innovatie is meer dan alleen product- en procesinnovatie. Niet-technologische innovatie kan ook welvaartsverhogend werken. 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.

Chandler (1990) wees er al op dat organisatorische bekwaamheden de echte schaalvoordelen in productie en pakketsamenstelling zijn. Deze zijn nodig om de technologische potenties te realiseren. Ook McKinsey benadrukt regelmatig in haar 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).

Innovatie: prikkels en marktfalens

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

Door kennisoverlovers 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 van de kennis ontwikkeld door bedrijf X profiteren. Kennis kan ook wegvloeien als werknemers van baan wisselen en 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 ontlend. 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 meer dan waar voor hun geld. Een derde bron van marktfalens komt voort uit de onzekerheid over het slagen van een innovatie-project. Innovatie-onderzoek is riskant, want lang niet elk innovatie-project slaagt. Wanneer bedrijven risico-avers zijn en niet in staat deze risico's te spreiden zullen zij minder snel aan innovatie doen.

In alle drie de gevallen van marktfalens geldt dat de private prikkels achterblijven bij de maatschappelijk gewenste prikkels. Het business stealing effect werkt tegengesteld aan de bovengenoemde vormen van marktfalens 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 zijn de marktfalens bij technologische- en niet-technologisch innovaties dezelfde. Van Dijk (2002) redeneert dat de meeste niet-technologisch innovaties mogelijkserwijs toch meer bedrijfsspecifiek kunnen zijn.

Samenhang ICT, technologische innovaties en niet-technologisch innovaties

Niets gaat vanzelf. Weliswaar kunnen investeringen in ICT en innovaties afzonderlijk de arbeidsproductiviteit verhogen, maar het alleen plaatsen van ICT kapitaalgoederen of lanceren van een innovatie zijn voor een bedrijf vaak niet voldoende om productiviteitswinsten te realiseren.

Innovaties en ICT hangen onderling samen. Enerzijds is voor een bepaalde innovatie een aantal specifieke additionele innovaties nodig in gerelateerde technologieën. Verbeteringen van ICT bieden dan mogelijkheden voor verbetering van die gerelateerde technologieën. Deze samenhang geldt niet alleen voor ontwikkeling van producten, maar ook voor

productieprocessen, marketing, financiering en organisatie in ondernemingen. Anderzijds dient een bedrijf te investeren in niet-technologische innovaties zoals organisatorische aanpassingen, nieuwe managementtechnieken en dienen vaardigheden van werknemers te veranderen om ICT productief te maken.

Deze samenhang wordt bevestigd door empirisch onderzoek. Uit verschillende buitenlandse onderzoeken blijkt herhaaldelijk dat de leereffecten van het toenemend gebruik van ICT groter zijn als de groei van ICT-kapitaal 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 (complementaire) innovaties niet voldoende zijn om productiviteitswinsten van ICT te realiseren. Het succes van ICT hangt af van een meer continue innovatiestrategie. ICT en innovaties hebben bovendien tijd nodig om resultaat op te leveren. Vertragingen treden op om een aantal redenen. Tijd is gemoeid met het ontstaan van de gerelateerde innovaties en structurele veranderingen op een veelheid van gebieden.³ Bovendien kosten leerprocessen tijd.

2.2 Model

Om de samenhang tussen ICT en innovaties empirisch te onderzoeken, kiezen we in dit memorandum voor een herleide-vorm vergelijking in plaats van een structureel model (zie kader). Gelet op de beschikbare data voor de dienstensector is zo'n structureel model niet mogelijk.⁴ Los van de causaliteitsvraag ligt dan het accent op het onderzoeken van de mogelijke interacties c.q. complementariteit tussen innovaties en ICT, de bijdrage van innovatie aan de TFP alsmede het belang van verschillende innovatiestrategieën (ad-hoc versus structureel).

³ De opkomst van Internet en organisatorische aanpassingen zouden belangrijk kunnen bijdragen aan de doorbraak van ICT.

⁴ Zo ontbreken data over de kosten van niet-technologische innovaties. Eveneens zijn geen gegevens bekend over bijvoorbeeld welk type organisatiestructuur of managementpraktijk men heeft gekozen en of het al dan niet succesvol is geweest. Daarnaast ontbreekt voor veel dienstverlenende bedrijven een meting van de innovatie-output. In ieder geval over de periode 1994-1996, want toen is dit niet gevraagd aan bedrijven. De innovatie-indicatoren betreffen dan ook overwegend categoriale variabelen.

Problemen met modelleren bijdrage innovatie aan productiviteit

R&D of innovatie kunnen op verschillende manieren in een empirisch model worden 'ingebouwd'. De meest voorkomende variant is die waarbij R&D uitgaven worden vertaald naar een R&D kapitaalgoederenvoorraad en R&D-kapitaal als een aparte productiefactor wordt beschouwd. Op deze wijze zouden we het begrip 'capital-deepening' kunnen uitbreiden tot innovatie, want innovatie omvat meer dan R&D bijvoorbeeld ook opleidingskosten. Niettemin blijven R&D en andere innovatiekosten nog steeds een input in het innovatieproces. De output van het innovatieproces in de vorm van nieuwe of verbeterde producten of productieprocessen is eigenlijk een betere maatstaf om verschillen in productiviteit tussen (innoverende) bedrijven te verklaren.

Recente onderzoeken gebruiken daarom een structurele modelaanpak waarin innovatie-inputs, innovatie-output en bedrijfsprestaties simultaan worden gemodelleerd (zie o.a. Van Leeuwen et al., 2003). De bijdrage van innovatie aan de arbeidsproductiviteit is dan als een component van TFP op te vatten. De achterliggende gedachte is dat productiviteitsverschillen samenhangen met productdifferentiatie en dat verschillen in innovatieve-output als een proxy voor productdifferentiatie kunnen worden gebruikt. Een dergelijke modelaanpak stelt echter hoge eisen aan de data omdat gegevens over drie centrale variabelen (innovatie-uitgaven, innovatie-output en productiviteit) gewenst zijn.

De basisvergelijking is een vergelijking voor de arbeidsproductiviteit in toegevoegde waarde termen afgeleid van een Cobb Douglas-productiefunctie. Evenals in Van Leeuwen en Van der Wiel (2003) onderscheiden we twee typen kapitaalinputs (k_{ict} = ICT-kapitaal en k_o = overig kapitaal) en één type arbeidsinput (l = werkzame personen). Daarnaast voegen we nu innovatietermen toe als onderdeel van de TFP-component.⁵ Daar de mogelijkheid bestaat dat de effecten van innovatiestrategieën verschillend kunnen zijn, maken we tevens onderscheid tussen structureel (of permanent) innoveren en incidenteel innoveren.

$$(y - l)_{it} = c_1 + \beta_1 I_{it} + \beta_2 (k_o - l)_{it} + \beta_3 I_i (k_o - l)_{it} + \beta_4 P_i (k_o - l)_{it} + \beta_5 (k_{ict} - l)_{it} + \beta_6 I_i (k_{ict} - l)_{it} + \beta_7 P_i (k_{ict} - l)_{it} + \beta_8 I_i + \beta_9 P_i + \epsilon_{it} \quad (1)$$

In (1) is I een dummy variabele die de waarde 1 heeft als een bedrijf tenminste een keer heeft geïnnoveerd in de onderzoeksperiode 1994-1998. P is een dummy variabele voor bedrijven die in beide edities van de innovatie-enquête opgaven een bepaald type innovaties te hebben doorgevoerd.

In principe is dit model te schatten voor technologische innovaties als ook voor niet-technologise innovaties. Het enige verschil is dat de innovatie dummy variabelen de ene keer verwijzen naar technologise innovaties en de andere keer naar niet-technologise innovaties.

⁵ Deze herleide-vorm benadering is dus vergelijkbaar met het structurele model, in die zin dat innovatie met name aangrijpt op de TFP.

Voor de schatting passen we de SYS-GMM-methode toe. De SYS-GMM, komt er kort op neer dat simultaan groei- en niveauevergelijkingen in de schattingsprocedure worden meegenomen. Daarbij worden de groeivergelijkingen 'geïstrumenteerd' met niveauvariabelen en de niveauevergelijkingen met groeicijfers.⁶ Deze methode heeft tevens als voordeel dat niet-waargenomen variabelen die niet (sterk) veranderen in de tijd vanzelf buiten de schatting vallen.

Welke informatie kunnen we straks uit de gevonden schattingen afleiden? In (1) representeren β_1 tot en met β_7 zogenaamde productie-elasticiteiten. Deze geven aan in welke mate de productiviteit groeit bij een toename van de inputs. Voor de interpretatie van de uitkomsten dient er echter rekening te worden gehouden met de manier waarop innovatie, oftewel de dummyvariabelen I en P, in het model is opgenomen.

Interpretatie dummyvariabelen innovatie

β_5 representeert het effect van ICT-kapitaalverdieping (de toename van de hoeveelheid ICT-kapitaal per werknemer) op de productiviteitsgroei voor de bedrijven die geen innovaties hebben doorgevoerd. Voor deze bedrijven hebben de dummyvariabelen P en I de waarde 0.

Tabel 2.1 Modellerings dummyvariabelen I en P

Mogelijkheden	Constante	Innovatie		I	P
		1994-1996	1996-1998		
1	1	0	1	1	0
2	1	1	0	1	0
3	1	1	1	1	1
4	1	0	0	0	0

Bij innoverende bedrijven doen zich in feite drie mogelijkheden voor: twee keer eenmalig en beide keren innoveren. In al deze gevallen heeft de dummy-variabele I de waarde 1 (zie tabel 2.1). De elasticiteit β_6 geeft nu het verschil tussen wel en niet innoveren. Alleen voor bedrijven die beide keren hebben geïnnoveerd geldt dat P de waarde 1 heeft. De elasticiteit β_7 geeft dus het extra effect van 'permanent' innoveren.

Door de elasticiteiten op te tellen kunnen we de verschillen tussen niet-innovatoren en innovatoren ook anders duiden: $\beta_5 + \beta_6$ is het effect van ICT-kapitaalverdieping op de productiviteitsgroei voor innoverende bedrijven en $\beta_5 + \beta_6 + \beta_7$ representeert de bijdrage van

⁶ Zie verder Van Leeuwen en van der Wiel (2003).

ICT-kapitaalverdieping voor 'permanent' innoverende bedrijven.⁷ Voor de interpretatie van β_8 en β_9 kunnen we dezelfde redenering volgen: β_8 geeft het verschil in TFP tussen innovatoren en niet-innovatoren en β_9 is het additionele verschil in TFP voor 'permanent' innoveren.

Met dit model kunnen we een aantal vragen onderzoeken. De hypothese dat bedrijven die een permanente technologische innovatie doorvoeren daarvan meer profiteren als tegelijkertijd geïnvesteerd wordt in ICT, toetsen we door in het model een interactietermen tussen de innovatie-dummy en ICT-kapitaal op te nemen.⁸ Een significant van nul verschillende schatting voor β_3 en β_6 verwijst naar een hogere bijdrage van 'capital-deepening' aan de arbeidsproductiviteit voor overig kapitaal respectievelijk ICT-kapitaal als gevolg van (complementaire) innovaties. Een positieve schatting voor β_7 is een indicatie voor een additioneel ICT 'capital deepening' effect als gevolg van innoveren op permanente basis.

Of ICT speciaal is vergeleken met andere kapitaalgoederen wordt getoetst door ook interactietermen tussen innovatie en overig kapitaal toe te voegen. Hierbij verwachten we dat de coëfficiënten van deze variabele (i.c. β_3 en β_4) niet significant van nul zullen verschillen. De directe bijdrage van innovatie aan de arbeidsproductiviteit (in feite het innovatie-effect op de TFP) wordt getoetst via de elasticiteiten β_8 en β_9 . Hierbij geeft β_8 de bijdrage van eenmalig innoveren in de periode 1994-1998 weer en $\beta_8 + \beta_9$ dat van beide keren innoveren.

Alternatief model industrie: continue innovatievariabele

Vergelijking (1) komt zoals gezegd tegemoet aan de dataproblemen voor de tertiaire diensten. Voor de industrie kunnen we echter kiezen uit een alternatieve modelspecificatie, aangezien zowel bekend is of bedrijven product- en/of procesinnovaties hebben toegepast en er ook metingen van de omzetresultaten van de productinnovatie beschikbaar zijn. In de alternatieve modelspecificatie vervangt het aandeel van nieuwe en/of verbeterde producten in de totale omzet de dummy variabelen. Dit aandeel is een continue variabele die bovendien verwijst naar de output van het innovatieproces en om die reden een betere indicator is dan een dummy variabele.⁹ De laatste geeft immers geen informatie over de intensiteit van innoveren.

Een tweede wijziging van de basisvergelijking is dat we bij de interactie tussen ICT en technologische innovaties alleen kijken naar procesinnovaties in plaats van proces- en

⁷ De dummyvariabelen hadden ook nog op een andere wijze kunnen worden gemodelleerd. In dat geval zou $\beta_5 + \beta_6$ het effect van eenmalig innoveren hebben opgeleverd en zou $\beta_5 + \beta_7$ dat van permanent innoveren. Deze wijze van modellering verdient vanuit presentatie overwegingen niet onze voorkeur.

⁸ Opgemerkt zij dat de dummyvariabele voor technologische innovaties verwijst naar product- én procesvernieuwing.

⁹ Overigens ligt een bias in opwaartse richting voor de hand, omdat bedrijven vermoedelijk de opbrengsten van een innovatie overschatten.

productinnovaties.¹⁰ Achterliggende gedachte is dat ICT kapitaal in eerste instantie complementair is met procesvernieuwing en minder met productvernieuwing.

Samenhang niet-technologische innovatie en technologische innovatie

Zoals in paragraaf 2.1 is uiteengezet, is het best goed mogelijk dat technologische innovaties en niet-technologische innovaties gelijk opgaan. Het is echter moeilijk om de wisselwerking tussen beide typen innovaties én het belang van innovatiestrategieën (ad-hoc versus permanent innoveren) in één vergelijking te modelleren.¹¹ Om deze reden onderzoeken we het laatste aspect afzonderlijk met hetzelfde model. In vergelijking (1) vervangen we de dummyvariabelen zodanig dat zij de interacties tussen product- en/of procesvernieuwing en niet-technologische innovaties beschrijven. Dit geeft de volgende vergelijking:

$$(y - \lambda_{it} = c_1 + \beta_1 I_{it} + \beta_2 (k_o - \lambda_{it}) + \beta_3 (k_{ict} - \lambda_{it}) + \beta_4 \cdot TI_i (k_{ict} - \lambda_{it}) + \beta_5 \cdot CI_i (k_{ict} - \lambda_{it}) + \beta_6 TI_i + \beta_7 CI_i + \epsilon_{it} \quad (2)$$

waarbij *TI* verwijst naar technologische innovatie en *CI* naar combinatie van niet-technologische innovatie en technologische innovatie.¹²

Dit model schatten we dus twee keer. Ten eerste voor alle bedrijven die ad-hoc geïnnoveerd hebben en ten tweede voor alle bedrijven die permanent geïnnoveerd hebben. Permanent innoveren is in dit geval ruim gedefinieerd, het kan ook een combinatie zijn van bijvoorbeeld een niet-technologische innovatie in de ene periode en een technologische innovatie in de andere periode.

¹⁰ Deze scheiding is alleen bekend voor de industrie.

¹¹ Technisch gesproken doet zich mogelijk het probleem van multi-collineariteit voor daar beide typen van innovatie geen elkaar uitsluitende categorieën zijn.

¹² Voor de industrie gebruiken we – analoog aan de vorige schattingen – de innovatie-output om de bijdrage van innovatie aan TFP in kaart te brengen. Voor de interactie tussen innovatie en de kapitaalvariabelen combineren we de dummy voor procesinnovatie met de dummy voor niet-technologische innovatie.

3 Data en enkele kerngegevens

3.1 Constructie van paneldata

In Van Leeuwen en Van der Wiel (2003) is een balanced panel aangemaakt met individuele CBS-bedrijfsgegevens uit de Productiestatistieken (PS).¹³ Dit onderzoek maakt gebruik van dit panel en koppelt daar gegevens van de Community Innovation Survey (CIS) aan vast.¹⁴ Dit biedt de mogelijkheid het belang van innovatie voor de productiviteit en de rol die ICT daarbij speelt te onderzoeken met longitudinale bedrijfsgegevens.

De CIS levert informatie over de innovatie-activiteiten van bedrijven. Zo biedt het informatie over het innovatieproces onderverdeeld naar inputs (bv. R&D-uitgaven), throughput (bv. samenwerkingsverbanden) en output (bv. product- en/of procesinnovatie). CIS is afkomstig van het CBS en betreft een enquête op basis van een steekproef. Voor dit onderzoek zijn twee achtereenvolgende enquêtes voorhanden: CIS 2 (periode 1994-1996) respectievelijk CIS 2,5 (periode 1996-1998).

Tabel 3.1 Koppelen PS en CIS: dienstensector als voorbeeld

	CIS		
	Ja	Nee	Totaal
	aantal bedrijven		
Balanced panel PS	3367	4462	7829
Rest bedrijven PS	6786	62949	69735
Totaal	10153	67411	77564

Een belangrijke eerste stap in het onderzoek is het koppelen van de beide CIS-enquêtes aan de beschikbare datasets voor de industrie en de tertiaire diensten. Voor de tertiaire diensten¹⁵ bestaat het balanced panel met volledige informatie over de ICT-kapitaalgoederenvoorraad uit 7829 bedrijven, voor de industrie is dat aantal 2558. Van het balanced panel van de tertiaire diensten blijken er 3367 bedrijven gerespondeerd te hebben in CIS 2 en/of CIS 2,5 (industrie: 1839 bedrijven).

¹³ Het balanced panel bevat de bedrijven waarvan alle benodigde gegevens per jaar bekend zijn over de periode 1994-1999.

¹⁴ Zie Bijlage A voor een uitgebreidere toelichting.

¹⁵ In dit onderzoek bestaat de tertiaire diensten uit de groot-, detailhandel, horeca en zakelijke dienstverlening. Dit is minder uitgebreid dan het CPB normaal onder de tertiaire diensten verstaat. Normaliter vallen daar bijvoorbeeld ook het bank- en verzekeringswezen, transport en communicatie onder. Vanwege gebrek aan gedetailleerde data konden deze bedrijfstakken niet worden meegenomen in het onderzoek.

De tweede stap is dat alleen die bedrijven in het onderzoek worden meegenomen die zowel in CIS 2 als in CIS 2,5 zitten. Zodoende is namelijk exact vast te stellen of bedrijven niet, eenmalig of opeenvolgend geïnoveerd hebben (zie paragraaf 3.2 voor uitleg). Door deze selectie vallen er nogmaals een groot aantal bedrijven buiten de boot (zie tabel 3.2).

Tabel 3.2 Innovatiepanel: bedrijven in CIS^a

	alleen in CIS 2	alleen in CIS 2,5	in CIS 2 en CIS 2,5	Totaal
	aantal bedrijven			
Tertiaire Diensten	746	1170	1451	3367
Industrie	374	395	1091	1860

^a Gebaseerd op bedrijven met volledige informatie over ICT-kapitaal.

Voor de tertiaire diensten bestaat het innovatiepanel met complete gegevens uit beide enquêtes uiteindelijk uit 1451 bedrijven. Voor de industrie ligt dit aantal op bijna 1100. Het aantal bedrijven waarvoor we de relatie tussen ICT, innovatie en productiviteit kunnen analyseren lijkt dus niet groot. Zeker in vergelijking met bijvoorbeeld de circa 77 500 unieke bedrijven die de productiestatistieken voor de dienstverlenende bedrijven opleveren voor de periode 1994-1998. Het complete innovatiepanel voor de tertiaire diensten dekt daar nog geen 2% van. Hoe betrouwbaar zijn dan de resultaten in dit memorandum? Zijn de resultaten niet selectief? Immers, bedrijven die failliet gaan of anderszins uit beeld verdwijnen, vallen so wie so buiten het panel.

Een tweetal opmerkingen hierover. Ten eerste is de CIS-enquête de enige informatie over innovatie-activiteiten van individuele bedrijven die te koppelen is met andere individuele bedrijfsgegevens. De omvang van de CIS-enquête is nu eenmaal aanzienlijk geringer dan die van de PS-en, daardoor valt een groot aantal bedrijven van de PS-en af waarvan informatie over innovatie-activiteit ontbreekt. Dit betreft vooral kleine bedrijven en in het algemeen innoveren kleine bedrijven minder vaak dan grotere bedrijven. Ten tweede zijn er voor beide sectoren nog altijd meer dan 1000 bedrijven beschikbaar voor econometrisch onderzoek. Dat is niet gering, zeker niet in vergelijking met soortgelijke onderzoeken voor andere landen.¹⁶ Om ruis in de schattingen door selectiviteit zoveel mogelijk te voorkomen controleren we ze hiervoor (zie kader).

¹⁶ Zie o.a. Hempell (2002) voor soortgelijk onderzoek voor Duitsland.

Het controleren voor selectiviteit

Het belang van opeenvolgende innovaties kan slechts worden onderzocht als we de bedrijven in de tijd kunnen volgen. Het is echter niet denkbeeldig dat de constructie van een panel voor innoverende bedrijven aanleiding geeft tot paneleffecten. Meer concreet: de kans is groot dat het juist de meest productieve bedrijven zijn die we overhouden voor de regressieanalyse in paragraaf 4.

Om de invloed van selectiviteit op de schattingsresultaten zo gering mogelijk te laten zijn passen we de zogenaamde Heckman twee-stap procedure toe. In de eerste stap schatten we een model voor de kans om in het innovatiepanel te worden opgenomen. We gebruiken hiervoor alle bedrijven met complete exploitatiegegevens. Vervolgens berekenen we de verwachting van het residu van het kansmodel voor de bedrijven die in het innovatiepanel voorkomen. Deze laatste grootte is de selectievariabele. Deze voegen we toe als extra verklarende variabele in de te schatten vergelijking. Als we geen rekening houden met de mogelijkheid dat de panelbedrijven een selecte dataset vormen, is het risico van een 'selectivity bias' (vertekening door selectiviteit van de schattingen) niet denkbeeldig. Zo'n (mogelijke) vertekening hangt samen met de kans dat de storingen van het model gecorreleerd zijn met de verklarende variabelen. De hiervoor beschreven selectievariabele is dus als het ware een 'correctie' op de storingsterm van het model.

De resultaten van het selectiemodel laten zien dat de kans op selectie zowel in de industrie als in de diensten sterk afhangt van de omvang van het bedrijf (in termen van werknemers en kapitaalvariabelen). Voor de diensten blijkt bovendien dat de kans op selectie positief gecorreleerd is met de arbeidsproductiviteit.

3.2 Enkele beschrijvende statistieken

Technologische en niet-technologische innovaties

In de CIS-enquêtes wordt onderscheid gemaakt tussen twee typen innovaties: technologische - en niet-technologische vernieuwingen. Bedrijven hebben *technologisch* geïnnoveerd als zij nieuwe of verbeterde producten op de markt hebben geïntroduceerd of nieuwe of verbeterde productieprocessen hebben doorgevoerd. Dit nieuw is vanuit perspectief van het bedrijf en hoeft niet voor de markt te gelden. Er is sprake van *niet-technologische* innovaties als bedrijven op (tenminste) één van de volgende terreinen vernieuwend bezig zijn geweest:¹⁷

- 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.

¹⁷ Overigens is er een kanttekening bij de vraagstelling in CIS te zetten. Er wordt aan bedrijven gevraagd of ze met een niet-technologische innovatie zijn bezig *geweest*, niet dat ze deze hebben geïmplementeerd.

Opvallend is dat heel veel bedrijven wel iets aan innovatie doen in Nederland (zie tabel 3.3). Bijna 90% van alle dienstverlenende bedrijven voerde wel een bepaald type innovatie eenmalig of twee keer uit in de periode 1994-1998. In de industrie is dit percentage nog hoger. Kijkend naar beide typen innovatie is er wel een markant verschil tussen de industrie en de tertiaire diensten. Bedrijven in de tertiaire diensten voeren veel meer alleen niet-technologische innovaties uit, terwijl in de industrie dit veel meer in combinatie wordt gedaan met technologische innovaties.¹⁸

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). Ruim 80% van de dienstverlenende bedrijven rapporteerde in de periode 1994-1998 een niet-technologische innovatie. Daartegenover gaf 59% van de bedrijven in deze sector op dat ze een technologische innovatie op de markt hadden neergezet. Bij industriële bedrijven is er geen duidelijk zwaartepunt te onderkennen in innovatietype. Beide percentages liggen ruim voorbij de 80%.

Tabel 3.3 Innovatie-activiteiten en typen, 1994-1998^a

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

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

Eén van de vragen waarop we in dit memorandum een antwoord zoeken is het belang van opeenvolgende innovatie-activiteiten voor de bedrijfsprestaties. Concreet: realiseren bedrijven die incidenteel of helemaal niet aan innovatie doen een minder sterke productiviteitstoename dan bedrijven die voortdurend met innovatie bezig zijn? Door de twee achtereenvolgende CIS-enquêtes met elkaar te vergelijken, valt dit vast te stellen. Innoverende bedrijven delen we in twee typen bedrijven in:

- Bedrijven die *incidenteel* innoveren (i.c. hetzij technologische of niet-technologische innovaties): of in de periode 1994-1996 of in de periode 1996-1998.

¹⁸ Mogelijk komt het lagere percentage voor technologische innovaties in de dienstensector deels voort uit dat dienstverlenende bedrijven zich minder gemakkelijk herkennen in de vraagstelling.

- Bedrijven die in beide innovatie-enquêtes opgaven innovierend (wederom hetzij technologische of niet-technologische innovaties) te zijn geweest noemen we de *permanent* innoverende bedrijven.

Tabel 3.4 Innovatie-activiteiten en typen, 1994-1998^a

	Technologische innovaties		Niet-technologische innovatie	
	Permanent	Incidenteel	Permanent	Incidenteel
	% bedrijven			
Tertiaire diensten	24	35	47	35
Industrie	61	24	55	31

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

Tabel 3.4 laat de resultaten zien van deze tweedeling voor innoverende bedrijven. Niet-technologische innovaties op een meer permanente basis overheersen in de tertiaire diensten. In de industrie zijn dat de technologische innovaties. Hiervoor constateerde 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.

Tabel 3.5 Combinatie innovatietypen, 1994-1998^a

	Combinatie technologische en niet-technologisch	
	Permanent	Incidenteel
	% bedrijven	
Tertiaire diensten	18	36
Industrie	42	35

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

Opvallend is dat een groot aantal bedrijven zowel technologische als niet-technologische innovaties verrichtten in de onderzochte periode (zie tabel 3.3 en 3.5). 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 van de 10 bedrijven.

CIS: nuttige informatie, maar

De CIS 2 en CIS 2,5 leveren nuttige informatie op over het innovatieproces en de relatie met de bedrijfsprestaties. Niettemin is er wel een aantal kanttekeningen te maken bij dit type enquête.

Zo waren alle kleine bedrijven niet in de steekproef van CIS 2 vertegenwoordigd en ontbrak de informatie over het aandeel in de omzet van de producten/diensten die zijn vernieuwd of duidelijk verbeterd voor de dienstensector. CIS 2,5 is wat dat betreft een verbetering. Daar zitten wel kleine bedrijven in en is voor de diensten wel het omzetaandeel van productinnovaties aan bedrijven gevraagd. Nieuwe toetreders vallen echter nog steeds buiten de steekproef aanpak, terwijl deze juist op de markt kunnen verschijnen vanwege een nieuw product. Helaas biedt de enquête ook geen inzicht in de kennis en competenties van het personeel. Daarnaast ontbreekt informatie over de uitgaven aan niet-technologische innovaties. Dit is niet geheel onbelangrijk daar niet-technologische innovaties veel voorkomen (zie paragraaf 2.2). Ook kunnen er verschillen bestaan in de interpretatie van het begrip 'innovatie'.

Enige kerngegevens rond innovatieproces

De tabellen 3.6 en 3.7 geven enige kerngegevens van het innovatieproces in de tertiaire dienstensector en de industrie weer. De verschillen tussen eenmalig en permanent innoverende bedrijven zijn in het algemeen niet groot voor de meeste variabelen. De meest opvallende discrepantie is dat 'permanente' bedrijven een hogere innovatie-intensiteit – d.w.z. innovatie-uitgaven als percentage van de omzet – hebben dan incidenteel innoverende bedrijven.¹⁹ Omgekeerd hebben de incidenteel innoverende bedrijven een iets hogere ICT-intensiteit in de dienstensector.

Opvallend is dat niet-innoverende bedrijven, vooral in de dienstensector, een hogere ICT-intensiteit hebben dan innovatoren. Een duidelijke verklaring hiervoor hebben we niet en het is gissen naar het waarom. Het kan zijn dat deze bedrijven een kostenreductie strategie volgen in plaats van een innovatiestrategie of een combinatie van beide. Door meer te investeren in ICT probeert men de kosten van de productie te drukken. Enige aanwijzing daartoe geeft tabel 3.8, waar de werkgelegenheidsstijging van niet innovatoren sterk achterblijft bij innovatoren.

¹⁹ Onder innovatie-uitgaven vallen de uitgaven aan inkoop van innovatieve apparatuur, industrieel ontwerp, opleiding, eigen onderzoek, licenties op derden, uitbesteed onderzoek en marketing.

Tabel 3.6 Enige kerngegevens innovatieproces tertiaire diensten ^a

	Permanent n=776	Incidenteel n=390	Geen n=285
R&D-intensiteit (R&D-uitgaven in % van omzet)	0,7	0,3	0,1
Opleidingskosten gerelateerd aan innovatie (Opl.kn in % van omzet)	0,2	0,1	0,0
Innovatie-intensiteit (innovatie-uitgaven in % van omzet)	2,2	1,1	0,2
ICT-intensiteit (ICT-kapitaal in % van kapitaalgoederenvoorraad)	1,5	1,6	2,2
Niet-technologische innovaties ^b			
w.v. strategie	36	28	12
marketing	30	22	7
reorganisatie	26	22	9
management	12	9	4
Partner ^b	12	7	1
Belangrijkste doel technologische innovaties	product	product/proces	nvt
Belangrijkste bron voor technologische innovatie	eigen bedrijf	eigen bedrijf	nvt

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

^b De uitkomsten betreffen percentages van het aantal bedrijven dat de vraag over eventueel partnership bevestigend heeft beantwoord gerelateerd aan totaal aantal bedrijven per categorie (i.c. permanent, incidenteel en geen).

Tussen de beide sectoren zijn de verschillen soms groter. Niet geheel verwonderlijk geeft de industrie veel meer uit aan R&D. Daarnaast is het oogmerk van technologische innovaties bij de industrie vooral gericht op procesinnovaties en in de dienstensector eerder op productinnovatie. Tot slot valt te vermelden dat in beide sectoren innovaties toch in hoge mate op eigen houtje plaatsvinden, waarbij ook het idee vanuit het eigen bedrijf naar boven komt borrelen.

Tabel 3.7 Enige kerngegevens innovatieproces industrie^a

	Permanent n=811	Incidenteel n=193	Geen n=87
R&D-intensiteit (R&D-uitgaven in % van omzet)	4,6	3,4	0,1
Opleidingskosten gerelateerd aan innovatie (Opl.kn in % van omzet)	0,2	0,1	0,0
Innovatie-intensiteit (innovatie-uitgaven in % van omzet)	8,0	6,2	0,2
ICT-intensiteit (ICT-kapitaal in % van kapitaalgoederenvoorraad)	0,9	0,8	1,0
Niet-technologische innovaties ^b			
w.v. strategie	33	27	7
marketing	28	23	2
reorganisatie	23	24	5
management	13	12	2
Partner ^b	16	13	2
Belangrijkste doel technologische innovaties	proces	proces	nvt
Belangrijkste bron voor technologische innovatie	eigen	eigen	nvt

^a Op basis van compleet innovatiepanel industrie (n=1091).

^b De uitkomsten betreffen percentages van het aantal bedrijven dat de vraag over eventueel partnership bevestigend heeft beantwoord gerelateerd aan totaal aantal bedrijven per categorie (i.c. permanent, incidenteel en geen).

Innovatie, ICT en productiviteit: eerste indicaties

Tabel 3.8 geeft een eerste indruk van de mogelijke samenhang tussen innovatie, ICT en arbeidsproductiviteit. De belangrijkste conclusie die kan worden getrokken is dat het niveau van de arbeidsproductiviteit en innovativiteit positief gecorreleerd lijken te zijn.

Tabel 3.8 Innovatie, ICT en groei, 1995-1998

Type innovatie	arbeidsproductiviteit niveau 1994 (in Euro *dzd)	ICT-kapitaal ^a %	ICT-kapitaal mutaties per jaar in %	werkgelegenheid	arb. productiviteit
Industrie					
w.v. Geen	50,6	1,0	21¾	0	1¾
Incidenteel	59,3	0,8	23¾	-½	4
Permanent	77,4	0,9	28¾	¾	2
Tertiaire diensten					
w.v. Geen	21,8	2,2	19¾	¾	2½
Incidenteel	37,3	1,6	18¾	5½	3½
Permanent	33,3	1,5	28¾	3¾	3¾

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

Van bedrijven die innoveren is de productiviteit hoger. Deze positieve samenhang is ook zichtbaar tussen innovatie en productiviteitsgroei. De verschillen tussen incidenteel en permanent innoverende bedrijven is minder eenduidig. Wel valt op dat bedrijven die permanent innoveren daarvan ook het ICT-kapitaal het sterkst toeneemt in de periode 1995-1998. Verder blijkt dat de productiviteitsgroei van incidentele innovators in de industrie groter is geweest dan die van permanente innovators. Bij de diensten valt het verschil wel ligt in het voordeel van permanente innovators uit. Deze resultaten suggereren dat permanent innoveren bedrijven niet meer oplevert. Dit is echter gebaseerd op een partiele analyse. In paragraaf 4 voeren we daarom een meervoudige analyse uit.

Correlaties tussen (innovatie)variabelen

Zoals in paragraaf 2.2 is uitgelegd proberen we de innovatie-effecten op de productiviteit van 'incidentele' en 'permanente' innovatoren van elkaar te scheiden. Dit is echter alleen goed mogelijk als de daarvoor gebruikte dummyvariabelen onderling niet al te sterk gecorreleerd zijn.

Tabel 3.9 Partiele correlaties voor dummyvariabelen, tertiaire diensten (N = 1451)

Correlatie tussen	Technologisch	Niet-technologisch
Incidenteel en permanent	-0.417	-0.686
Incidenteel en ICT-intensiteit	0.001	-0.050
Permanent en ICT-intensiteit	0.041	0.040

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

Tabel 3.9 laat zien dat de dummy variabelen wel gecorreleerd zijn, maar dat de correlaties niet dermate hoog dat zij tot schattingstechnische problemen zullen leiden. Opvallend is voorts dat de correlaties tussen innovatie- dummyvariabelen en de dummyvariabele voor de ICT-intensiteit gering is. Dit wijst erop dat ook de (mogelijke) bijdragen van innovatie en ICT-intensiteiten goed uit elkaar te houden zijn.

Tot slot geeft tabel 3.10 een overzicht van de partiele correlaties. Opvallend zijn de correlaties tussen technologische - en niet-technologische innovaties en de beide met productiviteit.

Tabel 3.10 **Correlatiematrix**

	TI	NTI	ICT	Productiviteit	Groei productiviteit
Technologische innovaties (TI)	1,000				
Niet-technologische innovaties (NTI)	0.294	1,000			
ICT-intensiteit (ICT)	0.036	-0.010	1,000		
Productiviteit (niveau 1998)	0.198	0.184	0.036	1,000	
Groei arbeidsproductiviteit 1994-1998	-0.001	0.005	-0.003	0.492	1,000

4 Empirie

4.1 Aanpassing modelspecificaties

Centraal in dit hoofdstuk staan de volgende vragen:

- Wat levert technologische en niet-technologische innovatie aan productiviteitswinst op?
- Zijn beide typen innovaties complementair?
- Wat is het belang van continuïteit in innovatie-activiteiten?
- Wat is de rol van ICT in het innovatieproces?

Voordat de resultaten van het econometrisch onderzoek naar deze vragen worden besproken, lichten we eerst kort een aantal stappen toe die nodig waren om te komen tot de geprefereerde uitkomsten.

Modelkeuze industrie: alternatief model

Op grond van de uitkomsten prefereren we voor de industrie het alternatieve model met de continue innovatiegegevens²⁰. Een belangrijk argument voor de keuze van het alternatieve model met innovatiegegevens in de vorm van stroomeenheden is dat innovatie in vergelijking (1) een endogene verklarende variabele is. Zo hebben bedrijven met een betere performance meer middelen ter beschikking om in te zetten voor innovatie.

In het alternatieve model is de vergelijking geschat over de periode 1996-1998 en zijn de vertraagde waarden voor de innovatie-output en de innovatiequote (innovatiekosten geschaald op de omzet) in 1994-1996 als instrumenten gebruikt. Het basismodel wordt geschat over dezelfde periode en omvat weliswaar meer bedrijven, maar biedt anderzijds minder mogelijkheden om met de endogeniteit van de innovatievariabelen rekening te houden.

Inperken modelspecificaties

Door de vele interactietermen is de basisvergelijking te omvangrijk om telkens te schatten. Allereerst is daarom gekeken of bepaalde variabelen niet kunnen worden weggelaten omdat ze toch niets toevoegen aan de verklaringsgraad.

Uit de schattingen blijkt dat de interacties tussen innovatie en ICT wel significant zijn maar die tussen innovatie en overig kapitaal niet (zie bijlage B). Om deze reden laten we de interacties tussen overig kapitaal en innovatie in het vervolg achterwege in het basismodel. De

²⁰ In tabel B2 van Bijlage B worden de resultaten van beide varianten gepresenteerd. De variant met de dummy variabelen geeft duidelijk minder plausibele uitkomsten dan het model met de meer 'exacte' meting voor het innovatieproces. Hierbij zij opgemerkt dat de laatste variant niet betrekking heeft op dezelfde bedrijven als voor de variant met gebruik van uitsluitend categoriale informatie.

uitkomsten suggereren dat ICT-kapitaal speciaal is. Ze bevestigen eerder onderzoek. Bijvoorbeeld in Hempell et al., 2002, werden resultaten gepresenteerd voor een landenvergelijking tussen Duitsland en Nederland. De resultaten wezen wel op complementariteit tussen ICT-kapitaal en innovaties maar het interactie-effect tussen overig kapitaal en innovaties bleek insignificant.²¹

4.2 ICT en technologische innovaties ²²

Tabel 4.1 presenteert de uitkomsten van de geprefereerde modellen voor de industrie en de tertiaire diensten. De ICT-effecten blijken van dezelfde orde van grootte te zijn als in Van Leeuwen en Van der Wiel (2003). Zowel voor de industrie als de diensten vinden we wederom een significant ICT 'capital-deepening' effect van ICT-investeringen.

²¹ De hier gepresenteerde modelaanpak verschilt van die van Hempell et al. (2002) in de zin dat we gelijktijdig kijken naar het belang van innovatiestrategieën.

²² De schattingen zijn uitgevoerd met de SYS-GMM schattingsprocedure, waarbij rekening is gehouden met de mogelijkheid dat door de selectiviteit van het panel de uitkomsten kunnen zijn beïnvloed (zie kader selectiviteit in paragraaf 2). Zie Van Leeuwen en Van der Wiel (2003) voor uitleg over de SYS-GMM methode.

Tabel 4.1 Schattingsresultaten ICT, technologische innovatie en productiviteit^a

	Coëfficiënt	T-waarde
Industrie (N*T = 3580)^b		
Constance	2,444	6,0
Arbeid in werkzame personen (schaalparameter) (β_1)	- 0,014	- 0,3
Overig Kapitaal bedrijven zonder procesinnovaties (β_2)	0,369	10,0
Overig Kapitaal bedrijven met procesinnovaties ($\beta_2 + \beta_3$)	0,369	9,9
ICT-Kapitaal bedrijven zonder procesinnovaties (β_5)	0,044	2,9
ICT-Kapitaal bedrijven met procesinnovaties ($\beta_5 + \beta_6$)	0,029	4,4
Effect innovatieve output op TFP niveau (β_8)	0,132	1,4
Tertiaire diensten (N*T = 7255)^{b,c}		
Constance	5,896	6,9
Arbeid in werkzame personen (schaalparameter) (β_1)	- 0,261	- 2,9
Overig Kapitaal (β_2)	0,126	2,4
ICT-Kapitaal bedrijven zonder innovaties (β_5)	0,056	2,7
ICT-Kapitaal bedrijven met ad-hoc innovaties ($\beta_5 + \beta_6$)	0,050	2,8
ICT -kapitaal bedrijven met permanente innovaties ($\beta_5 + \beta_6 + \beta_7$)	0,094	2,9
Direct effect innoveren op TFP niveau ad-hoc innovaties (β_8)	0,035	0,8
Direct effect innoveren op TFP niveau permanente innovaties ($\beta_8 + \beta_9$)	0,120	2,7

^a De te verklaren variabele is de arbeidsproductiviteit. In het model zijn zowel jaar -, industrie dummyvariabelen en een zogenaamde 'Heckman-correctieterm' voor selectiviteit opgenomen.

^b Voor de industrie zijn β_4 , β_7 en β_9 en voor de diensten β_3 en β_4 op de waarde nul geprikt. Voor de industrie is de categoriale variabele verwijzend naar het type innovatie vervangen door de innovatieve output (aandeel van nieuwe en/of verbeterde producten in de totale omzet).

^c In de diensten is innovatie gedefinieerd als product- en/of procesvernieuwing.

Daarbij is het opvallend dat de innovatie-strategieën voor de twee beschouwde segmenten tot verschillen leiden. Voor de diensten zien we een duidelijk groter 'capital deepening' effect voor de bedrijven die meer structureel innoveren.²³ Mogelijk ligt hier een relatie met de sterkere ICT-intensiteit van deze bedrijven aan ten grondslag (zie kader).

ICT-kapitaalverdieping en ICT-intensieve innovatoren

Als we het model herschatten voor bedrijven die geïnoveerd hebben en vervolgens de innovatiedummy vervangen door een dummy die aangeeft of bedrijven relatief ICT-intensief zijn, dan vinden we in de industrie een positief interactie-effect tussen innovatie en ICT-intensiteit op TFP. Voor de diensten vinden we een soortgelijk resultaat: de relatief ICT-intensieve innoverende bedrijven hebben een ca. 14% hoger TFP-niveau dan de ICT-extensieve innovatoren.

²³ De coëfficiënten voor de innovatoren zijn berekend door de interactie-effecten op te tellen bij de schatting voor de bedrijven zonder innovaties. De standaardfouten voor de herleide schattingen voor de innoverende bedrijven zijn berekend met behulp van de zogenaamde 'delta-methode' (zie Greene, 1993, pp. 297-298).

Een tweede conclusie is dat ICT voor de diensten een belangrijker factor voor de verklaring van verschillen in arbeidsproductiviteit lijkt te zijn dan voor de industrie: het kapitaalverdieping effect van ICT blijft ook in het model met innovatie groter dan in de industrie. Dit sluit aan bij de resultaten van eerder onderzoek van Van Leeuwen en Van der Wiel (2003).

De omvang van de rechtstreekse bijdrage van innovatie aan de arbeidsproductiviteit, conditioneel op de inzet van ICT-middelen, is te ontleen aan de directe effecten van innoveren op TFP. Zowel voor de industrie als voor de diensten vinden we een positieve bijdrage van innovatie aan het TFP-niveau. In de diensten blijkt meer structureel innoveren duidelijk positief op de arbeidsproductiviteit uit te werken. De schattingen indiceren (ceteris paribus) dat bedrijven die permanent technologisch innoveren ongeveer een 12% hogere productiviteit kennen dan niet-innovatoren.

Alhoewel dit niet direct blijkt uit de gevonden elasticiteiten, is het innovatie-effect op de TFP voor de industrie wel substantieel lager dan in de dienstensector.²⁴ De impact bij de industrie is namelijk als volgt te berekenen. Uitgaande van een representatief bedrijf met een aandeel van innovatie-omzet in de orde van grootte van 20% zal een verdubbeling van het aandeel innovatieve producten in de omzet op grond van de schattingen tot een productiviteitsverhoging in de orde van grootte van 1¼% ($=0,132*0,1$) leiden.

Toe- of afnemende schaalopbrengsten dienstensector?

Een schaalparameter van $-0,261$ (zie tabel 4.1) duidt op afnemende schaalopbrengsten voor bedrijven die innoveren in de tertiaire diensten. Deze uitkomst staat haaks op eerder gevonden resultaten in Van Leeuwen en Van der Wiel (2003) die juist wezen op een situatie van toenemende schaalopbrengsten in deze sector. Is er een plausibele verklaring voor deze 'paradox' aan te voeren? Ja.

In het innovatiepanel is de gemiddelde omvang van de bedrijven in de tertiaire diensten belangrijk groter dan in de dataset van Van Leeuwen en Van der Wiel (2003). Er bestaat dus ook in de diensten duidelijk een verband tussen de bedrijfsomvang en innoveren. Om die reden is het niet verwonderlijk dat we een volstrekt verschillende uitkomst voor de schaalparameter vinden. Het gegeven dat schaalopbrengsten negatief zijn voor het segment van de grotere bedrijven moeten we zeker niet interpreteren alsof er in de diensten in algemene zin sprake is van afnemende schaalopbrengsten. Eerder suggereert deze uitkomst de mogelijkheid van het bestaan van een optimale schaalomvang in de dienstensector (zie Kox et al., 2003). Dit leidt natuurlijk tot de volgende intrigerende vraag: hoe de bijdragen van innovatie (een positieve correlatie tussen innovatie en bedrijfsgrootte) en schaaffecten (afnemende schaalopbrengsten bij toenemende bedrijfsgrootte) onderling te waarderen? Beantwoording van deze vraag valt echter buiten het kader van dit onderzoek.

²⁴ De significantie van de schatting voor de bijdrage van innovatie aan de TFP is voor de industrie ook kleiner dan voor de diensten.

4.3 Niet-technologische innovaties en ICT

Productiviteitswinsten door ICT en andere technologische innovaties komen niet vanzelf uit de lucht vallen. Dat vraagt om additionele investeringen in werknemers, management, organisatie en strategie. Afgaand op het complete innovatiepanel lijken niet-technologische innovaties niet onbelangrijk. Bijna 1/3 deel van de bedrijven in de dienstensector heeft uitsluitend niet-technologische vernieuwingen doorgevoerd in de periode 1994-1998 (zie paragraaf 3.2). In de tertiaire diensten komen ze zelfs vaker voor dan technologische innovaties. Deze paragraaf richt zich daarom specifiek op het belang van niet-technologische innovaties in Nederland. Centraal staan de volgende vragen:

- Genereren niet-technologische innovaties productiviteitswinsten?
- Is er een samenhang tussen ICT en dit type innovatie?
- Is er een link tussen niet-technologische innovaties en technologische innovaties?

Het model zou in principe geschat kunnen worden voor alle hiervoor genoemde vormen van niet-technologische innovaties. Om het geheel overzichtelijk te houden zullen we ons echter beperken tot niet-technologische innovaties in het algemeen en reorganisatie als een meer specifieke categorie.²⁵

Belang niet-technologische innovaties groot

Tabel 4.2 geeft aan dat ook voor niet-technologische innovaties geldt dat de meer permanent innoverende bedrijven de hoogste directe bijdrage van innovatie aan de TFP en daarmee arbeidsproductiviteit kennen.

Opvallend is echter de relatie tussen niet-technologische innovaties en ICT, of beter geformuleerd, de afwezigheid van deze relatie in de tertiaire diensten. In deze sector vinden we geen significante resultaten. Daar de CIS geen kijk geeft op achterliggende informatie over bijvoorbeeld het al dan niet succesvol zijn van de innovaties is een verklaring van de gevonden resultaten moeilijk. Anderzijds bestaan niet-technologische innovaties uit verschillende vormen die niet allen direct behoeven te zijn gerelateerd aan ICT.

²⁵ We kiezen reorganisaties omdat deze vorm van niet-technologische vernieuwing - meer dan de andere genoemde voorbeelden - verwijst naar verandering van werk- of bedrijfsprocessen.

Tabel 4.2 Belangrijkste resultaten niet-technologische innovaties (NTI) ^a

	NTI		Reorganisaties	
	coëfficiënt	T-waarde	coëfficiënt	T-waarde
Industrie				
ICT-kapitaal bedrijven zonder innovaties (β_5)	0,026	2,2	0,046	6,4
ICT-kapitaal bedrijven met innovaties ($\beta_5 + \beta_6$)	0,033	5,1	0,045	6,3
Effect innovatieve output op TFP niveau (β_8)	0,135	1,6	-0,010	-0,1
Tertiaire diensten				
ICT-kapitaal bedrijven zonder innovaties (β_5)	0,053	1,9	0,023	1,4
ICT-kapitaal bedrijven met ad-hoc innovatie ($\beta_5 + \beta_6$)	0,032	1,7	0,073	3,3
ICT-kapitaal bedrijven met permanente innovaties ($\beta_5 + \beta_6 + \beta_7$)	0,019	1,2	0,010	0,4
Direct effect innoveren op TFP niveau ad-hoc innovaties (β_8)	0,083	1,5	0,013	0,4
Direct effect innoveren op TFP niveau permanente innovaties ($\beta_8 + \beta_9$)	0,166	3,2	0,039	1,0

^a Zie toelichting bij tabel 4.1.

Weinig invloed van reorganiseren

De variant met of bedrijven al dan niet reorganiseren laat een aantal opvallende resultaten zien. Zowel in de industrie als in de diensten vinden we dat de bijdrage van reorganiseren via TFP aan de arbeidsproductiviteit veel lager en zelfs insignificant is dan bij niet-technologische vernieuwingen. Een mogelijke verklaring is dat veranderingen van werk- en bedrijfsprocessen ten koste gaan van product vernieuwing.

Het is opvallend dat de complementariteit tussen 'ICT capital deepening' en reorganisaties met name voorkomt bij de incidenteel innoverende bedrijven in de diensten. Dit is beter te begrijpen als we rekening houden met het gegeven dat de meeste bedrijven slechts incidenteel reorganiseren. Slechts zeer weinig bedrijven reorganiseren meer continue, de gevonden elasticiteit is ook niet significant.

Vergelijking resultaten technologische innovaties en niet-technologische innovaties

Een interessante vraag is of niet-technologische innovaties een andere uitwerking op de productiviteit hebben dan technologische innovaties, hetzij direct op de TFP als via 'ICT capital deepening'. Tabel 4.3 vat de resultaten samen. We kijken daarbij zowel naar verschillende definities van (niet-)technologisch innoveren als naar de persistentie van innoveren.

Tabel 4.3 **Vergelijking effecten van technologische (TI) en niet-technologische innovaties (NTI)^a**

	TI	NTI	Reorganisaties
Industrie			
ICT-kapitaal bedrijven zonder innovaties (β_5)	0,044	0,026	0,046
ICT-kapitaal bedrijven met innovaties ($\beta_5 + \beta_6$)	0,029	0,033	0,045
Effect innovatieve output op TFP niveau (β_8)	0,132	0,135	- 0,010
Diensten			
ICT-kapitaal bedrijven zonder innovaties (β_5)	0,056	0,053	0,023
ICT-kapitaal bedrijven met ad-hoc innovatie ($\beta_5 + \beta_6$)	0,050	0,032	0,073
ICT-kapitaal bedrijven met permanente innovaties ($\beta_5 + \beta_6 + \beta_7$)	0,094	0,019	0,010
Direct effect innoveren op TFP niveau ad-hoc innovaties (β_8)	0,035	0,083	0,013
Direct effect innoveren op TFP niveau permanente innovaties ($\beta_8 + \beta_9$)	0,120	0,166	0,039

^aZie toelichting bij tabel 4.1.

Een eerste conclusie is dat voor de industrie de resultaten van niet-technologische innovaties (de kolom NTI) en eventuele interactie met ICT-kapitaal nauwelijks afwijken van de technologische innovaties (de kolom TI). Dit is niet geheel verwonderlijk daar veel bedrijven niet-technologische vernieuwingen combineren met product- en/of procesvernieuwing (zie paragraaf 3.2).²⁶

Voor de tertiaire diensten zijn de verschillen tussen technologische- en niet-technologische innovaties aanmerkelijk groter. Alhoewel de bijdrage van 'ICT capital-deepening' voor niet innovatoren vrijwel gelijk is voor de twee typen innovaties, verdwijnt het extra 'capital-deepening' effect van eenmalig of permanent niet technologisch innoveren. Aan de andere kant vinden we bij niet-technologische innoveren een belangrijk groter direct effect op de arbeidsproductiviteit.²⁷

4.4 **Samenhang niet-technologische innovatie en technologische innovatie**

Bedrijven die technologisch innoveren, voeren meestal ook niet-technologische innovaties door. Het is daarom interessant om te onderzoeken of niet-technologische innovaties en technologische innovaties samengaan met een hogere productiviteit. Om dit te toetsen gebruiken we vergelijking (2).

Zoals gezegd, in (2) is het onderscheid tussen ad-hoc - en meer permanent innoveren niet in het model opgenomen. Om toch iets te kunnen zeggen over de mogelijk verschillende effecten

²⁶ De dummy variabele voor proces innovaties en niet-technologische innovaties vertonen dus een grote overlap.

²⁷ Er zij aan herinnerd dat sommige niet-technologische innovaties vrij sterk gelieerd kunnen zijn aan product- en of procesvernieuwing. een voorbeeld is innovaties in marketing (ontwikkeling van nieuwe product-, marketing of afzetstrategieën).

voor de twee innovatiestrategieën passen we (2) afzonderlijk toe voor de ad-hoc en de permanent innoverende bedrijven. Voor beide groepen bedrijven geldt dat als niet-technologische innovaties technologische innovaties productiever maken, à priori te verwachten is dat β_5 en β_7 positief zijn.

In het algemeen maken niet-technologische innovaties de technologische innovaties dus productiever, doch de bijdrage van ICT aan dit interactie-effect komt niet duidelijk uit de resultaten naar voren (zie tabel 4.4). De additionele ‘capital-deepening’ effecten voor ICT verschillen namelijk niet significant van nul.

Tabel 4.4 Interactie technologische en niet technologische innovaties^a

	Industrie coëfficiënt	T-waarde	Diensten coëfficiënt	T-waarde
Extra ICT-capital deepening’ effect van NTI (β_5)				
Combinatie van TI en NTI bij ad-hoc innoveren	0,014	1,1	- 0,001	- 0,1
Combinatie van TI en NTI bij permanent innoveren	0,015	0,9	0,034	1,3
Extra effect innovatie op TFP (β_7)				
Combinatie van TI en NTI bij ad-hoc innoveren	0,026	0,6	0,157	2,1
Combinatie van TI en NTI bij permanent innoveren	0,064	1,9	0,075	1,4

^a TI: product- en/of procesvernieuwing; NTI: niet-technologische innovaties in algemene zin.

5 Conclusies en verder onderzoek

De productiviteitsgroei zal omhoog moeten in Nederland willen we in de komende jaren een duurzame BBP-groei realiseren die voldoende is om tegemoet te komen aan ontwikkelingen op bepaalde terreinen zoals vergrijzing. ICT en andere vormen van innovaties zijn manieren om deze duurzame groei trachten te bewerkstelligen.

Gebruikmakend van individuele CBS-bedrijfsgegevens onderzoekt dit document via een te schatten herleide vorm vergelijking de relaties tussen de inzet van ICT, andere innovaties en de productiviteit in Nederland. Centraal staan de volgende vragen:

- Wat levert technologische en niet-technologische innovatie aan productiviteitswinst op?
- Wat is het belang van opeenvolgende innovatie-activiteiten?
- Wat is de rol van ICT in dit geheel?
- Zijn beide type innovaties complementair?

Niet geheel verwonderlijk blijkt dat beide innovatietypen lonen voor de productiviteit. Uit schattingen volgt dat bedrijven die *technologische innovaties* (i.c. product- en procesinnovaties) doorvoeren een hogere productiviteit genereren dan bedrijven die niet innoveren. Dit geldt zowel voor de tertiaire diensten als voor de industrie.

Het belang van *niet-technologische vernieuwing* ligt in de industrie dezelfde orde van grootte als bij technologische innovaties. Voor de diensten zijn de verschillen tussen technologische- en niet-technologische innovaties aanmerkelijk groter. De laatste leveren een veel hogere directe bijdrage aan TFP. In het bijzonder is nog gekeken naar een specifieke vorm van niet-technologische innovatie: reorganisatie. Zowel in de industrie als in de diensten vinden we dat de bijdrage van reorganiseren via TFP aan de arbeidsproductiviteit veel lager en zelfs insignificant is dan bij product- en/of procesvernieuwing of niet-technologische vernieuwingen.

Het onderzoek bevestigt daarnaast het belang van opeenvolgende innovatie-activiteiten van bedrijven. Bedrijven die zowel in de periode 1994-1996 als in de periode 1996-1998 een innovatie gelanceerd hebben, hebben een hogere productiviteit dan bedrijven die dat alleen in één van beide perioden heeft gedaan.

Een volgende conclusie is dat ICT meespeelt in het innovatieproces. Voor de dienstverlenende bedrijven zijn de elasticiteiten van ICT-kapitaal van bedrijven die permanent innoveren hoger dan van bedrijven die incidenteel innoveren. Op hun beurt hebben de laatste ongeveer dezelfde elasticiteit als de bedrijven die niets doen aan innovatie. Bovendien suggereren de schattingen dat ICT speciaal is in vergelijking met andere kapitaalgoederen. Voor de overige kapitaalgoederen vinden we namelijk geen significante coëfficiënt voor de interactieterm tussen innovatie en overig-kapitaal. Voor de industrie vinden we eveneens

samenhang tussen ICT-kapitaal en innovatie, maar is de elasticiteit niet hoger dan voor bedrijven die niet innoveren.

Bedrijven blijken in grote getale technologische innovaties en niet-technologische innovaties tegelijkertijd toe te passen. Immers, productiviteitswinsten door ICT en andere technologische innovaties komen niet vanzelf uit de lucht vallen. Dat vraagt om additionele investeringen in werknemers, management, organisatie en strategie. Ons onderzoek ondersteunt dit, want een combinatie van beide innovatietypen leidt tot een hogere productiviteit.

Tot slot, dit memorandum gaat niet in op de mogelijke invloed van de marktstructuur op innovatie en productiviteit, en de mogelijke aanwezigheid van marktfalen. 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 zijn en concurrentie niet te sterk, omdat bedrijven anders geen mogelijkheid krijgen om verzonken innovatiekosten terug te verdienen, zodat ze niet zullen innoveren en de dynamische efficiëntie van de markt laag is?

Marktfalen speelt een rol bij innovaties. De positieve externaliteiten van technologische innovaties worden al lange tijd onderkend door beleidsmakers en is er instrumentarium om marktfalen te voorkomen (zie Van Dijk, 2002). Voor niet-technologische innovaties ontbreekt instrumentarium, terwijl deze vooral in de dienstensector een belangrijk productiviteitsverhogend effect hebben. Een verbreding van het bestaande instrumentarium naar bepaalde niet-technologische innovaties (i.c. die waarvan de positieve externaliteiten groot zijn) zou een bijdrage kunnen leveren aan het verminderen van het marktfalen.

Langs verschillende lijnen wil het CPB de relatie tussen marktstructuur, innovatie en productiviteit, en de mogelijke aanwezigheid van marktfalen de komende tijd nader onderzoeken. Dit om een beter beeld te krijgen waarom de productiviteitsontwikkeling in Nederland in historisch en internationaal perspectief zo gering is.

Literatuur

- Balk, B.M., 2001, The Residual: On monitoring and benchmarking firms, industries, and economies with respect to productivity. ERIM, Erasmus Universiteit Rotterdam.
- Bartelsman, E.J. en J. Hinloopen, 2000, De verzilvering van een groeibelofte, in *ICT en de economie*, Koninklijke Vereniging voor Staathuishoudkunde, Preadviezen 2000.
- 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: 339-376.
- Brynjolfsson, E., en L.M. Hitt, 2000, Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance, *Journal of Economic Perspectives* 14: 23-48.
- Chandler, A, 1990, Scale and scope; The dynamics of industrial capitalism.
- CPB, 2002a, Economische Verkenningen 2004-2007.
- CPB, 2002b, De pijlers onder de kenniseconomie: opties voor institutionele vernieuwing. Speciale publicatie no 35.
- Dijk, M.F. van, 2002, Markfalen bij innovaties in de dienstensector, CPB memorandum no 50.
- Gelauf, G.M.M, en P. de Bijl, 2000, The renewing economy, CPB report 2001/I, pp 18-24.
- Greene, W.H., 1993, *Econometric Analysis*, Prentice-Hall Inc., New Jersey.
- Hempell, T., 2002, Does Experience Matter? Innovation and the Productivity of ICT in German Services, ZEW Discussion Paper 02-43, Centre for European Economic Research. (<ftp://ftp.zew.de/pub/zewdocs/dp/dp0243.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

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

Kox, H.L.M, G. van Leeuwen en H.P. van der Wiel, 2003, Schaalvoordelen zakelijke dienstverlening onder de loep, CPB (nog te verschijnen).

Leeuwen, G. van, en H.P. van der Wiel, 2003, Relatie ICT en productiviteit: Een analyse met Nederlandse bedrijfsgegevens, CPB memorandum no 57.

Leeuwen, G. van, en L. Klomp, 2003, On the contribution of innovation to multi-factor productivity growth, *Economics of Innovation and New Technology* (forthcoming), 2003

McKinsey, 1993, *Manufacturing Productivity*

Oosterwijk, J.W., 2003, Van euforie naar realisme, *Economisch Statistische Berichten*.

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*, pp 29-36.

Bijlage A Dataset

De data die voor dit onderzoek zijn gebruikt zijn afkomstig uit twee bronnen, te weten de jaarlijkse Productiestatistieken (PS-en) en twee zogenaamde Community Innovation Surveys (CIS 2 en CIS 2,5).

Informatie productiestatistieken

Dit memorandum is een vervolg op recent onderzoek van Van Leeuwen en Van der Wiel (2003) *Relatie ICT en productiviteit; Een analyse met Nederlandse bedrijfsgegevens*, waarin een balanced panel is aangemaakt uit de beschikbare PS-en. Het balanced panel omvat individuele bedrijfsgegevens voor de jaren 1994-1998 en voor de industrie en de tertiaire diensten²⁸.

De belangrijkste variabelen van de PS-en die in het empirisch gedeelte van het onderzoek worden gebruikt betreffen:

- aantal werkzame personen
- totale omzet ofwel bruto productie
- intermediair verbruik
- Investerings in ICT en andere investeringsgoederen

In aanvulling op deze PS-gegevens zijn nog twee bewerkingen uitgevoerd:²⁹

- Ten eerste zijn nominale waarden als omzet en toegevoegde waarde omgezet in reële waarden met behulp van deflatoren.
- Ten tweede is een ICT-kapitaal en overig kapitaal geconstrueerd

Informatie Innovatie-enquêtes

Binnen Europa is door Eurostat een gemeenschappelijke innovatie-enquête opgezet. Ieder nationaal statistisch bureau voert deze in betreffende land uit. Voor dit onderzoek beschikken we over twee enquêtes: CIS 2 en CIS 2,5.

Beide enquêtes gebruiken we om vast te stellen welke bedrijven hebben geïnnoveerd, welk type innovatie werd toegepast en of bedrijven meer of minder continue met innovatie bezig zijn (geweest). Bij innovatie wordt onderscheid gemaakt tussen technologische - en niet-technologische vernieuwingen. Bedrijven hebben *technologisch* geïnnoveerd als zij nieuwe of verbeterde producten op de markt hebben geïntroduceerd of nieuwe of verbeterde

²⁸ Het CBS heeft ons de periode 1993-1999 beschikbaar gesteld. Echter, de jaren 1993 en 1999 zijn vanwege problemen zoals wegvalen bepaalde specifieke bedrijfstakken niet meegenomen.

²⁹ Zie voor een beschrijving Van Leeuwen en Van der Wiel (2003).

productieprocessen hebben doorgevoerd. Technologisch vernieuwen gaat vaak samen met niet-technologisch vernieuwen (zie K&E, 2000). 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.

Tot slot, de CIS 2 heeft betrekking op de periode 1994-1996. CIS 2,5 omvat de periode 1996-1998.

Bijlage B Volledige uitkomsten technologische innovaties

Tertiaire Diensten

Tabel B1 Schattingsresultaten vergelijking (1); tertiaire diensten ^a

	Coëfficiënt	T-waarde
Constante	6,409	6,9
Arbeid in werkzame personen (schaalparameter) (β_1)	-0,337	-3,8
Overig kapitaal (β_2)	0,157	1,8
Overig kapitaal*incidenteel innoveren (β_3)	-0,052	-0,5
Overig kapitaal*permanent innoveren (β_4)	-0,004	-0,0
ICT kapitaal (β_5)	0,052	2,2
ICT kapitaal*incidenteel innoveren (β_6)	0,003	0,1
ICT kapitaal*permanent innoveren (β_7)	0,037	1,8
Dummy voor effect incidenteel innoveren op TFP niveau (β_8)	0,196	0,6
Dummy voor effect permanent innoveren op TFP niveau (β_9)	0,093	0,2
Industrie dummies opgenomen	ja	
Jaar dummies opgenomen	ja	
N*T	7255	

^a Innoveren is gedefinieerd als technologische vernieuwingen (product- en procesvernieuwing)

Industrie

Tabel B2 Schattingsresultaten alternatieve modellen voor industrie

	Categoriale innovatie-variabelen		Innovatie-output	
	Coëfficiënt	T-waarde	Coëfficiënt	T-waarde
Constante	6,253	4,9	2,444	6,0
Arbeid in werkzame personen (schaalparameter)	- 0,245	- 1,9	- 0,014	- 0,3
Overig kapitaal	0,087	1,4	0,369	10,0
ICT kapitaal	0,002	0,1	0,044	2,9
Overig kapitaal*proces innovatie	0,034	0,9	-0,014	- 1,0
ICT kapitaal*proces innovatie	- 0,021	- 0,6	0,001	0,0
Dummy effect incidenteel innoveren op TFP niveau ^a	- 0,016	- 0,4		
Dummy effect permanent innoveren op TFP niveau ^a	0,012	0,4		
Effect innovatieve output op TFP niveau			0,132	1,4
Industrie dummies opgenomen	ja		ja	
Jaar dummies opgenomen	ja		ja	
N*T ^b	5400		3575	

^a Innoveren gedefinieerd als product- en/of procesvernieuwing

^b Het model met categoriale variabelen gebruikt alle bedrijven uit het innovatiepanel, waaronder ook de bedrijven zonder innovaties..Het model met innovatie-output gebruikt de bedrijven waarvoor twee opeenvolgende metingen voor innovatiekosten en het aandeel van nieuwe of verbeterde producten in de omzet bekend zijn.

Bijlage C Volledige uitkomsten niet-technologische innovaties

Niet-technologische innovaties

Schattingresultaten ICT, niet-technologische innovatie en productiviteit

	Coëfficiënt	T-waarde
Industrie (N*T = 3580)		
Constante	2,376	6,1
Arbeid in werkzame personen (schaalparameter)	0,016	0,3
Overig kapitaal bedrijven zonder innovaties	0,341	8,3
Over kapitaal bedrijven met innovaties	0,341	8,3
ICT-kapitaal bedrijven zonder innovaties	0,026	2,2
ICT-kapitaal bedrijven met innovaties	0,033	5,1
Effect innovatieve output op TFP niveau	0,135	1,6
Tertiaire diensten (N*T = 7255)^b		
Constante	6,445	8,1
Arbeid in werkzame personen (schaalparameter)	-0,331	-3,8
Overig kapitaal	0,098	2,1
ICT-kapitaal bedrijven zonder innovaties	0,053	1,9
ICT-kapitaal bedrijven met ad-hoc innovaties	0,032	1,7
ICT-kapitaal bedrijven met permanente innovaties	0,019	1,2
Direct effect innoveren op TFP niveau ad-hoc innovaties	0,083	1,5
Direct effect innoveren op TFP niveau permanente innovaties	0,166	3,2

^a In het model zijn zowel jaar -, industrie dummyvariabelen en een zogenaamde 'Heckman-correctieterm' voor selectiviteit opgenomen.
 Innovatie is gedefinieerd als niet-technologische vernieuwing in algemene zin.

Reorganisatie

Schattingresultaten ICT, reorganisaties en productiviteit

	Coëfficiënt	T-waarde
Industrie (N*T = 3580)		
Constante	2,532	7,7
Arbeid in werkzame personen (schaalparameter)	0,122	3,5
Overig Kapitaal (k) bedrijven zonder reorganisaties	0,173	4,2
Over Kapitaal (k) bedrijven met reorganisaties	0,172	4,1
ICT-Kapitaal (ict) bedrijven zonder reorganisaties	0,046	6,4
ICT-Kapitaal (ict) bedrijven met reorganisaties	0,045	6,3
Effect innovatieve output op TFP niveau	-0,010	-0,1
Tertiaire diensten (N*T = 7255) b)		
Constante	7,506	9,6
Arbeid in werkzame personen (schaalparameter)	-0,440	-5,2
Overig Kapitaal (k)	0,104	2,3
ICT-Kapitaal (ict) bedrijven zonder reorganisaties	0,023	1,4
ICT-Kapitaal (ict) bedrijven met ad-hoc reorganisaties	0,073	3,3
ICT -kapitaal (ict) bedrijven met permanente reorganisaties	0,010	0,4
Direct effect innoveren op TFP niveau ad-hoc reorganisaties	0,013	0,4
Direct effect innoveren op TFP niveau permanente reorganisaties	0,039	1,0

^a In het model zijn zowel jaar -, industrie dummyvariabelen en een zogenaamde 'Heckman-correctieterm' voor selectiviteit opgenomen.