

Hoofdafdelingen : Institutionele Analyse en Bedrijfstakken
Afdelingen : Kenniseconomie en Bedrijfstakkencoördinatie
Samenstellers : Maarten Cornet, Erik Canton en Alex Hoen
Nummer : 27
Datum : 14 januari 2002

Over de interpretatie van schattingen van het private en het sociale rendement van R&D

Research en Development (R&D) is goed voor output. Niet alleen eigen R&D is goed voor de eigen output van een bedrijf of sector, maar ook R&D van andere bedrijven/sectoren is goed voor de eigen output: R&D heeft uitstralingseffecten of spillovers naar andere bedrijven en sectoren. De observatie van kennisstromen is echter nog geen evidentie van R&D-spillovers, omdat zulke kennisstromen kunnen zijn geïnternaliseerd door betrokken partijen. In zo'n geval observeert de onderzoeker wel de kennisstromen, maar niet de coördinatiemechanismen of instituties waaruit zij voortkomen. Dit memorandum beschrijft hoe en wanneer schattingsresultaten van de impact van eigen en vreemde R&D op TFP-groei wel of niet geïnterpreteerd kunnen worden als evidentie van marktfalen waarvoor de markt zelf niet heeft kunnen corrigeren.

1 Inleiding

Research en Development (R&D) is goed voor output. Niet alleen eigen R&D is goed voor de eigen output van een bedrijf of sector, maar ook R&D van andere bedrijven/sectoren is goed voor de eigen output: R&D heeft uitstralingseffecten of spillovers naar andere bedrijven en sectoren. De observatie van kennisstromen is echter nog geen evidentie van R&D-spillovers, omdat zulke kennisstromen kunnen zijn geïnternaliseerd door betrokken partijen. In zo'n geval observeert de onderzoeker wel de kennisstromen, maar niet de coördinatiemechanismen of instituties waaruit zij voortkomen.

Dit memorandum beschrijft hoe en wanneer schattingsresultaten van de impact van eigen en vreemde R&D op TFP-groei wel of niet geïnterpreteerd kunnen worden als evidentie van marktfalen waarvoor de markt zelf niet heeft kunnen corrigeren.

2 Schatten van het private rendement van R&D

Het model

Beschouw een Cobb-Douglas productiefunctie waarbij productie Y_e van een bedrijf/sector in periode t afhangt van de eigen kennisvoorraad D_e van het bedrijf/sector, de vreemde kennisvoorraad D_v van andere bedrijven/sectoren, de ingezette hoeveelheid arbeid L_e bij het bedrijf/sector, en de ingezette hoeveelheid kapitaal K_e bij het bedrijf/sector. (D_v kan gedefinieerd zijn als de voor het bedrijf/sector relevante vreemde kennisvoorraad, bijvoorbeeld op grond van een input-outputtabel of patentdata.) Neem aan dat de arbeidsmarkt en de kapitaalmarkt competitief zijn en neem aan dat er een exogene technologische ontwikkeling μ is. Dan

$$(1) \log TFP_e(t) = \text{constante} + \mu \cdot t + \beta \cdot \log D_e(t) + \gamma \cdot \log D_v(t)$$

β en γ zijn de elasticiteit van eigen TFP met betrekking tot de eigen kennisvoorraad D_e respectievelijk de elasticiteit van eigen TFP met betrekking tot de vreemde kennisvoorraad D_v . t staat voor tijd. Subscript e staat voor 'eigen', subscript v voor 'vreemd'.

Differentiëren naar t en herschrijven geeft

$$(2) \Delta \log TFP_e = \mu + \rho_e \cdot RD_e / Y_e + \rho_v \cdot RD_v / Y_e$$

RD_e en RD_v zijn gedefinieerd als de toename van de eigen respectievelijk vreemde kennisvoorraad D_e en D_v , met andere woorden: RD_e en RD_v zijn de eigen respectievelijk vreemde

investeringen in R&D.¹ ρ_e en ρ_v zijn het bruto (excess) rendement voor het eigen bedrijf/sector van eigen respectievelijk vreemde investeringen in R&D. ‘Excess’ refereert hier aan het feit dat de normale beloning van R&D-arbeid en R&D-kapitaal al is afgetrokken van output Y_e teneinde TFP te berekenen. Je zou kunnen zeggen dat ρ_e en ρ_v het rendement op de idee-dimensie van R&D meten.

Intern en extern privaat rendement

Het totale private rendement van een extra euro R&D valt boekhoudkundig gezien in tweeën uiteen: een intern privaat rendement en een extern privaat rendement:

- Het interne private rendement r_e meet hoeveel de extra eigen R&D direct aan de eigen output bijdraagt.
- Het externe private rendement r_v meet hoeveel de extra eigen R&D indirect aan de eigen output bijdraagt op grond van een ‘afpraak’ met andere partijen. Met het begrip ‘afpraak’ bedoelen we om het even welk coördinatiemechanisme of institutie, waaronder ook normen en waarden. Het externe private rendement is dus de opbrengst van de internalisatie van latent marktfalen door marktpartijen zelf.

Het (totale) private rendement van eigen R&D is dan gelijk aan de som van het interne private rendement van eigen R&D en het externe private rendement van eigen R&D. In symbolen

$$(3) \quad r = dY_e/dRD_e = \partial Y_e/\partial RD_e + \partial Y_e/\partial RD_v \cdot \partial RD_v/\partial RD_e = \rho_e + \rho_v \cdot \partial RD_v/\partial RD_e = r_e + r_v$$

De term $\partial RD_v/\partial RD_e$ meet hier de marktoplossing voor latent marktfalen; de term $r_v = \rho_v \cdot \partial RD_v/\partial RD_e$ meet het externe private rendement dat een bedrijf maakt dankzij de afspraak. De term is positief indien bedrijven bijvoorbeeld positieve R&D-spillovers verwachten en afspreken die te internaliseren door meer R&D te verrichten dan elk zonder de afspraak zou hebben gedaan. Vanwege de afspraak wordt een extra uitgave aan RD_e door een bedrijf/sector (ook) beloond met het rendement dat dat bedrijf/sector behaalt op een toename van RD_v .

Overigens geeft ook zogenaamde strategische complementariteit van R&D aanleiding tot een term $\partial RD_v/\partial RD_e$. De R&D-activiteiten van het ene bedrijf kunnen de R&D-activiteiten van een ander bedrijf productiever maken, bijvoorbeeld omdat de bedrijven complementaire innovaties voorbereiden. De term $\partial RD_v/\partial RD_e$ meet dus niet exclusief de marktoplossing voor latent marktfalen, maar zulke oplossingen zijn er wel in vervat.

¹ We abstraheren van afschrijvingen op de kennisvoorraad.

Schatten van het interne en het externe private rendement

Schatten van vergelijking (2) levert een schatting $\rho_e = r_e$ van het interne private rendement en een schatting ρ_v van het rendement dankzij al dan niet geïnternaliseerde spillovers. Immers, de uitgaven RD_v aan vreemde R&D kunnen zowel voortkomen uit direct eigenbelang van de vreemde bedrijven/sectoren (niet-geïnternaliseerde spillovers) als het gevolg zijn van een afspraak (geïnternaliseerde spillovers). ρ_v noemen we het indirecte rendement. Het indirecte rendement ρ_v omvat het externe private rendement $r_v = \rho_v \cdot \partial RD_v / \partial RD_e$.

Schatten we echter

$$(4) \Delta \log TFP_e = \mu + \rho \cdot RD_e / Y_e$$

dan verkrijgen we wel een schatting van het totale private rendement, immers

$$(5) \rho = dY_e / dRD_e = \rho_e + \rho_v \cdot \partial RD_v / \partial RD_e = r_e + r_v = r$$

Anders gezegd, vergelijking (4) meet de totale impact van de eigen R&D-intensiteit op eigen TFP-groei, ongeacht het boekhoudkundige kanaal waarlangs het effect werkt. TFP_e wordt ook beïnvloed door RD_v ; voorzover RD_v een functie is van RD_e (vanwege bijvoorbeeld een afspraak), pikt de schatter van ρ dit effect ook op.²

Conclusie

Specificatie (4) stelt de onderzoeker in staat om het totale private rendement r van R&D te schatten, inclusief het rendement r_v dat te danken is aan marktoplossingen voor latent marktfalen. Specificatie (2) biedt die mogelijkheid niet.

3 Schatten van het sociale rendement van R&D

Het sociale rendement van R&D kan geschat worden door vergelijking (4) te schatten op een hoger niveau, bijvoorbeeld op sectorniveau in plaats van op bedrijfsniveau of op landenniveau in plaats van op sector- of bedrijfsniveau, afhankelijk van de wens van de onderzoeker.

Alternatief is het schatten van vergelijking (2) en het optellen van het directe rendement $\rho_e = r_e$ en het geaggregeerde indirecte rendement. Het indirecte rendement ρ_v moet geaggregeerd worden omdat een euro RD_v van bedrijf j niet alleen de TFP van bedrijf i doet toenemen, maar

² De schatter van ρ pikt ook de effecten van strategische complementariteiten van R&D op.

van alle bedrijven ongelijk j in de economie. Onder de veronderstelling dat alleen bedrijven die zelf R&D doen kunnen profiteren van spillovers, geldt dat het geaggregeerde indirecte rendement gemiddeld gelijk is aan $(n-1) \cdot \rho_v$, met n het aantal R&D-bedrijven in de economie. Indien RD_v de investeringen in relevante R&D meet, dan is het geaggregeerde indirecte rendement gelijk aan het indirecte rendement ρ_v vermenigvuldigd met een gewogen som van de relevante R&D-bedrijven in de economie. In de praktijk gebruiken onderzoekers meestal een input-output matrix of een patent-matrix zodanig dat de gewogen som gelijk is aan 1. Met andere woorden, in de praktijk wordt ρ_v geïnterpreteerd als het indirecte rendement van R&D, en $\rho_e + \rho_v$ als het sociale rendement van R&D.

Kern van het verschil tussen de benadering die aggregatie vraagt en de benadering die dat niet vraagt (omdat de gewogen som gelijk is aan 1), is dat in de eerstgenoemde benadering R&D wordt gemodelleerd als een niet-rivaal goed, terwijl in de tweede benadering R&D als een rivaal goed wordt gezien. Voor de schatting van het sociale rendement van R&D zouden beide benaderingen misschien niet eens zoveel verschillen, omdat de aggregatie gecompenseerd wordt door de kleinere ρ_v die zal worden gevonden.

4 Hoe schat de literatuur privaat en sociaal rendement van R&D?

De literatuur schat zowel vergelijking (2) als vergelijking (4), zie de papers van Cameron (1998), Jones en Williams (1998) en Canton (2002). Indien men vergelijking (4) schat, rapporteert men (terecht) over het private rendement r van R&D op bedrijfs- of sectorniveau. Indien men vergelijking (2) schat, telt men het directe en het indirect rendement van R&D bij elkaar op en rapporteert men het totaal $\rho_e + \rho_v$ als het sociale rendement van R&D.

Papers die gebruik maken van data op bedrijfsniveau, rapporteren alleen schattingen van het totale private rendement r . Papers die gebruik maken van data op sectorniveau, rapporteren zowel totale private rendementen r als directe en indirecte rendementen ρ_e en ρ_v (zie bijvoorbeeld Cameron, 1998). De reden is dat een wegingsmatrix alleen beschikbaar is op sectorniveau en niet op bedrijfsniveau.

Cameron (1998) merkt in zijn overzicht op dat er weinig empirische aanwijzingen zijn dat het totale private rendement van R&D op sectorniveau groter is dan het totale private rendement op bedrijfsniveau. Dit impliceert dat er weinig aanwijzingen zijn dat bedrijven gemiddeld genomen latent marktfalen binnen de sector niet zelf kunnen verhelpen. Ook observeert hij substantiële intersectorale kennisstromen, maar een enkele schatting van vergelijking (2) op sectorniveau staat geen conclusie toe over de vraag of deze kennisstromen wel of niet geïnternaliseerd zijn.

We trekken de volgende conclusies:

- Het schatten van vergelijking (2) geeft een boekhoudkundig resultaat en een economisch resultaat. Het boekhoudkundige resultaat is de uitsplitsing van TFP-groei naar bron: R&D van eigen bedrijf/sector respectievelijk van vreemde bedrijven/sectoren. Het economische resultaat is een schatting van het sociale rendement van R&D, namelijk de som van de bijdrage van eigen R&D en vreemde R&D aan TFP-groei. Schatting van vergelijking (2) als zodanig geeft geen inzicht in het private rendement van R&D of in het verschil tussen privaat en sociaal rendement van R&D, omdat geen onderscheid gemaakt kan worden tussen kennisstromen die onderdeel zijn van een marktoplossing voor latent marktfalen en kennisstromen die dat niet zijn en daarmee het optreden van marktfalen illustreren.
- Het schatten van vergelijking (4) geeft een economisch resultaat, namelijk een schatting van het totale private rendement van R&D, dus inclusief de opbrengsten van marktoplossingen voor latent marktfalen.
- Combinatie van schattingen van vergelijking (2) en (4) geeft de mogelijkheid om inzicht te krijgen in het totale private rendement van R&D (vergelijking (4)) en het sociale rendement van R&D (vergelijking (2)), en dus in het verschil tussen sociaal en privaat rendement van R&D.
- Het schatten van (4) op verschillend niveau (bijvoorbeeld op bedrijfsniveau, op sectorniveau en op landenniveau) biedt ook de mogelijkheid om inzicht te krijgen in het totale private rendement, het sociale rendement en (daarmee) het verschil tussen sociaal en privaat rendement van R&D.

Referenties

Cameron, G. (1998), Innovation and growth: a survey of the empirical evidence, mimeo, Nuffield College, Oxford

Canton, E. (2002), Onderwijs, R&D en economische groei, CPB Memorandum 24, Centraal Planbureau, Den Haag

Jones, C., en J. Williams (1998), Measuring the social return to R&D, *Quarterly Journal of Economics*, 113, 1119-1135