



Investeren onder onzekerheid

Auteur(s):

Groot, H.L.F. de
Soest, D.P. van

Verbonden aan respectievelijk de vakgroep Ruimtelijke Economie van de Vrije Universiteit en de vakgroep Algemene economie van de Katholieke Universiteit Brabant.

De auteurs danken Erwin Bulte en Erik Verhoef voor commentaar, alsmede NWO en NOP voor financiële ondersteuning.

Verschenen in:

ESB, 84e jaargang, nr. 4196, pagina 230, 26 maart 1999

Rubriek:**Trefwoord(en):**

beslissen

Als onzekerheid bestaat kan het lonend zijn om rendabele investeringen uit te stellen. Dat kan verklaren waarom bedrijven huiverig zijn om te investeren in, bijvoorbeeld, energiezuinige technologie en de Betuwelijn.

Het terugbrengen van de uitstoot van het broeikasgas koolstofdioxide gaat gepaard met grote problemen. In de derde editie van het Nationaal Milieubeleidsplan (NMP3, verschenen in januari van vorig jaar) stelt het kabinet dat afspraken die enkele jaren geleden zijn gemaakt over het reduceren van uitstoot waarschijnlijk niet gehaald zullen worden. Het tempo waarin bedrijven zijn overgestapt op nieuwe en schonere technologie is daarvoor te laag geweest. Technologen beweren vaak dat bij de huidige stand van de technologie ingrepen in het productieproces het energieverbruik dusdanig kunnen verminderen, dat eenvoudig aan de gestelde NMP-normen kan worden voldaan¹. Zij rekenen voor dat de (verdisconteerde) baten - in de vorm van een verlaagde energierekening - hoger zijn dan de kosten van de ingrepen. De cruciale vraag is dan ook waarom die kosteneffectieve energiebesparende maatregelen niet worden uitgevoerd. Deze schijnbare paradox staat in de literatuur bekend als de 'energy efficiency paradox'.

In het afgelopen decennium zijn veel verklaringen naar voren geschoven². Zo is gewezen op het potentiële belang van kapitaalmarktrestricties, hoge interne disconteringsvoeten ofwel zeer korte terugverdientijden, beperkt rationeel gedrag als gevolg van informatiegebrek, enzovoort. Een andere verklaring voor deze paradox die het rationaliteitsprincipe volledig respecteert, wordt geboden door de theorie van het investeren onder onzekerheid³.

Uitstellen loont

Bij deze theorie gaat het om investeringen die in belangrijke mate onomkeerbaar zijn (bijvoorbeeld doordat de aangeschafte kapitaalgoederen niet of nauwelijks op de tweedehandsmarkt te slijten zijn). De essentie van de theorie van het investeren onder onzekerheid is, dat het bij onomkeerbare investeringen rationeel kan zijn om niet direct te investeren in technologieën die een verwachte positieve netto contante waarde hebben, maar te wachten totdat er nieuwe informatie beschikbaar komt.

Dit kan worden geïllustreerd met een getallenvoorbeeld (zie kader). Het voorbeeld laat zien dat de verwachte netto contante waarde van een uitgestelde investering hoger ligt dan de verwachte netto contante waarde van een eerder, onder grotere onzekerheid gepleegde, investering. Natuurlijk kunnen de gederfde opbrengsten als gevolg van uitstel aanzienlijk zijn, maar door te wachten met investeren totdat de bestaande onzekerheid is opgelost, kan de onderneming voorkomen dat ze investeert in een project dat achteraf verliesgevend blijkt te zijn (en dat niet meer ongedaan gemaakt kan worden). Er is, met andere woorden, een zekere optiewaarde verbonden aan het wachten met investeren totdat nieuwe informatie beschikbaar komt.

Deze optiewaarde, die zeer hoog kan zijn, wordt in standaard berekeningen van de netto contante waarde vaak vergeten. Dit kan wellicht verklaren waarom ondernemingen niet investeren in technologieën die volgens standaard waarderingsmethoden winstgevend zijn: de standaard waarderingsmethoden zijn onjuist!

Ruimere toepassing

In het voorbeeld ligt de nadruk op investeringen in energiezuinige technologie, waarbij onzekerheid bestaat over toekomstig beleid. Het potentiële toepassingssterrein van de theorie van investeren onder onzekerheid is echter veel breder en kan tal van interessante inzichten opleveren. Zo kunnen ondernemers onzeker zijn over de toekomstige afzet, prijsontwikkelingen, kwaliteit en bruikbaarheid van nieuwe technologie, enzovoort. Deze onzekerheid is niet alleen van belang voor investeringsgedrag, maar ook voor bijvoorbeeld allocatiebeslissingen en beslissingen om toe- of uit te treden in een markt. De theorie kan verklaren waarom ondernemingen bij forse verliezen (waarbij zelfs de variabele kosten niet worden gedekt) hun activiteiten niet opschorten, en waarom er bij forse overwinsten geen toetreding plaatsvindt. Ook bij investeringen die stapsgewijs worden uitgevoerd (zoals de ontwikkeling van nieuwe producten, waarbij eerst moet worden geïnvesteerd in R&D en vervolgens het productie-apparaat moet worden geïnstalleerd), spelen onzekerheden en onomkeerbaarheden een grote rol: beter ten halve gekeerd dan ten hele gedwaald. Het is dan ook niet verwonderlijk dat bedrijven een voorkeur hebben voor die technologieën, die wellicht wat duurder zijn in gebruik maar die gemakkelijker kunnen worden aangepast wanneer marktontwikkelingen of technische ontwikkelingen daartoe aanleiding geven⁴.

Lessen voor beleidsmakers

De les voor de beleidsmakers zal duidelijk zijn. Om ondernemers ertoe aan te zetten te investeren in technologieën die bijvoorbeeld het milieu ten goede komen, is duidelijkheid omtrent het beleid dat gevoerd zal gaan worden van cruciaal belang. Gegeven de vaak hoge kosten die verbonden zijn aan de implementatie van nieuwe technologieën die moeilijk achteraf ongedaan gemaakt kunnen worden, zullen ondernemers zich wel twee keer achter de oren krabben alvorens tot investeren over te gaan. Zij zullen willen voorkomen dat ze investeren in installaties die later niet aan aangescherpte en onverwacht geïmplementeerde milieu-eisen blijken te voldoen. Het recente beleid waarbij het ene NMP op het andere volgt en lang niet altijd duidelijk is hoe milieubeleid er precies uit zal gaan zien, kan daarmee een mogelijke verklaring vormen voor het feit dat er weliswaar vele veelbelovende technologieën beschikbaar zijn, die echter (nog) niet door het rationeel opererende bedrijfsleven worden geïmplementeerd.

Maar ook op andere beleidsterreinen liggen de toepassingen voor het oprapen. Neem de Betuwelijn. Onzekerheden te over: zal de economie van het achterland (Duitsland en Oost-Europa) zich inderdaad zodanig ontwikkelen dat de spoorwegcapaciteit in voldoende mate wordt benut? Zal er daadwerkelijk een goede aansluiting komen op het Duitse spoorwegennet? Hoe zullen het wegvervoer en de binnenvaart zich ontwikkelen? Zelfs als de verwachte waarde van de lijn volgens het kabinet positief zou zijn, zijn de investeringskosten dermate hoog en onomkeerbaar dat uitstel van de beslissing inderdaad waarschijnlijk een hogere contante waarde zal opleveren: hoewel aan de ene kant de lijn dan pas later beschikbaar zal komen en derhalve de gederfde opbrengsten aanzienlijk kunnen zijn, zijn de kosten van een verkeerde beslissing zonder enige twijfel veel hoger. Dit kan verklaren waarom het animo in het bedrijfsleven voor de Betuwelijn zo gering is. De vraag dient zich hierbij aan of het kabinet pokert met belastinggeld of dat het kabinet het écht beter (en vooral zekerder) weet.

De winst van uitstel

Stel dat een onderneming haar huidige machinepark zodanig kan aanpassen dat een energiebesparing van twintig procent kan worden gerealiseerd. Om de aanpassing te realiseren moet technologie A worden aangeschaft. De kosten daarvan bedragen één gulden. Ervan uitgaande dat de onderneming één eenheid energie gebruikt en dat die eenheid één gulden kost, zijn de jaarlijkse besparingen dus 0,2. Uitgaande van een disconteringsvoet van tien procent, is de verwachte netto contante waarde positief.

Stel nu dat er onzekerheid bestaat over het toekomstig milieubeleid. Toekomstige normen kunnen de onderneming bijvoorbeeld dwingen het energieverbruik niet met twintig, maar met dertig procent terug te brengen. We gaan ervan uit dat, om aan een dergelijke eis te voldoen, een drastische wijziging van het productieproces vereist is en dat de kans op invoering van een dergelijke maatregel vijftig procent is. De maatregel maakt een investering in de duurdere technologie B nodig. De investeringskosten in deze technologie zijn drie, de opbrengsten 0,3. Neem verder aan dat er pas in de tweede periode volledige duidelijkheid ontstaat over het beleid.

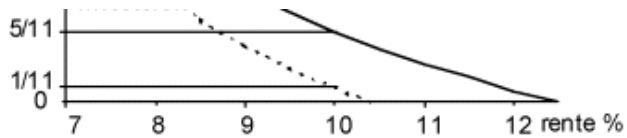
De onderneming heeft nu een aantal opties. Ze kan direct investeren in technologie A. In dat geval moet ze er rekening mee houden dat ze na één periode alsnog moet overstappen op technologie B. De netto contante waarde van deze keuze wordt gevonden door tegenover de investeringskosten in jaar nul, de verdisconteerde opbrengsten in jaar één te plaatsen alsmede de verwachte verdisconteerde opbrengsten over de volgende jaren (gesommeerd van één tot oneindig). Die verwachte opbrengsten worden op hun beurt bepaald doordat met kans 0,5 over een jaar geen strengere milieu-eis wordt gesteld, en met kans 0,5 wel een strengere eis zal gelden. De uitkomst van die berekening levert een waarde van $1/11$ volgens de formule:

Het alternatief is om te investeren in technologie B. Deze technologie zal onder elk beleid aan de gestelde eisen voldoen. Berekening van de verwachte netto contante waarde leert dat deze nul is.

Op basis van deze gegevens ligt voor de hand dat de onderneming zal investeren in technologie A. Er is echter nog een derde alternatief. De onderneming kan namelijk besluiten één periode te wachten met investeren totdat duidelijk is geworden hoe het milieubeleid er uit zal gaan zien. In dat geval zal de onderneming met een periode vertraging investeren in technologie A, tenzij de milieu-eisen worden aangescherpt. Anders gezegd: één jaar vanaf nu wordt ofwel technologie A ofwel technologie B aangeschaft. De verwachte netto contante waarde van deze keuze tot uitstel wordt gevonden door één jaar vanaf nu met kans een half de investering in technologie A te plegen en daartegenover de gesommeerde opbrengsten van de technologie over de jaren één tot oneindig te stellen, of met kans 0,5 de investering in B te plegen en daartegenover de gesommeerde opbrengsten in de volgende jaren te plaatsen. Dit levert een uitkomst van $5/11$ via de formule:

De hoogste verwachte netto contante waarde wordt dus gerealiseerd door de beslissing één periode uit te stellen. In een figuur kan een en ander nog eens nader geïllustreerd worden. [figuur 1](#) toont de netto contante waarde als functie van de rente waarmee het project wordt verdisconteerd. Hoe hoger de rente, hoe lager de contante waarde; bij een hoge rente worden toekomstige opbrengsten immers sterk verdisconteerd en wegen ze derhalve minder zwaar in het beslissingsproces. De figuur laat zien dat de onderneming bij een rendementseis van minder dan tien procent, in principe bereid is om direct te investeren. De optie van het wachten is echter nog aantrekkelijker.





Figuur 1. Netto contante waarde van directe versus uitgestelde investering

Wie enigszins vertrouwd is met de hier besproken theorie zal wellicht verrast (of teleurgesteld) zijn dat we niet uitgebreid zijn ingegaan op de wiskundige technieken van het optimaliseren onder onzekerheid met alle toeters en bellen van Wiener-processen, Ito's Lemma, en stochastische calculus. We zijn er echter van overtuigd dat met het hier besproken voorbeeld de essentie van de theorie is weergegeven.

¹ Zie bijvoorbeeld H. Heijnes, J. de Beer en K. Blok, *Energiebesparing in een stroomversnelling*, Wereldnatuurfonds en Stichting Natuur en Milieu, oktober 1998.

² Voor een overzicht van alle mogelijke verklaringen, zie E. Worell, M. Levine, L. Price, N. Martin, R. van den Broek en K. Blok, *Potentials and policy implications of energy and material efficiency improvement*, Verenigde Naties, New York, 1997.

³ Deze theorie wordt op een zeer inzichtelijke wijze uiteengezet in A.K. Dixit en R.S. Pindyck, *Investment under uncertainty*, Princeton University Press, 1994.

⁴ Voor meer voorbeelden, R.S. Pindyck, Irreversibility, uncertainty, and investment, *Journal of Economic Literature*, 1991, nr. 3, blz 1110-1148.