

Het Bertrand oligopolie

– een openbare les

INLEIDING

In mijn vorige openbare les heb ik de basisversie van het Cournot duopolie behandeld. Het evenwicht van dat model is er een waarbij de totale productie in de markt groter is dan dat van een monopolie, maar kleiner dan dat van een markt van volledige vrije mededinging (vvm). Dat betekent dat de prijs die in een Cournot duopolie tot stand komt lager is dan die welke een monopolist vraagt maar hoger is dan die welke gerealiseerd wordt op een vvm-markt. Dat de prijs hoger is dan die van een vvm-markt heeft overigens niets te maken met (stilzwijgende) samenspanning. Dat is een onderwerp waar ik in een volgende les aandacht aan zal besteden. In deze les behandel ik een andere kampioen van de oligopolie modellen: het Bertrand oligopolie. Dit suggereert alsof er vele kampioenen zijn in de wereld van de oligopolietheorie. Dat is niet zo. Er bestaan vele modellen maar die zijn allemaal terug te voeren op het Cournot oligopolie of het Bertrand oligopolie. En eigenlijk is het Bertrand oligopolie weer terug te voeren op het Cournot oligopolie. Maar omdat het Bertrand oligopolie een centrale plaats inneemt in de moderne economische wetenschap verdient dit model ook het predikaat 'kampioen'.

Prof. dr. J. Hinloopen¹

In een reactie op het werk van Cournot vroeg Joseph Bertrand zich af of ondernemingen inderdaad een optimale hoeveelheid kiezen om hun winsten te maximaliseren. Is het niet zo dat ondernemingen juist concurreren op de prijs? Inmiddels weten we dat het antwoord op deze vraag afhangt van de snelheid waarmee productiecapaciteit kan worden aangepast. Als dat op de korte termijn niet mogelijk is dan is het waarschijnlijker dat ondernemingen concurreren met de aangeboden hoeveelheid. Een goed voorbeeld hiervan is de landbouw. Extra productie is niet van de een op de andere dag beschikbaar. Het kost gewoon tijd om producten te laten groeien. Een ander voorbeeld is een hotel. Een paar extra bedden zijn nog wel aan te slepen maar echte productie-uitbreiding op de korte termijn is er niet bij.

Tegelijkertijd zijn er vele situaties denkbaar waar die capaciteitsbeperking op de korte termijn niet speelt. Denk aan

de diverse financiële markten (zoals verzekeringen en hypotheek), de markt voor mobiele telefonie, of, wellicht in mindere mate, de markt voor consumentenelectronica. Op al deze markten concurreren ondernemingen op de prijs, niet op de hoeveelheid. Het is dit type markt dat Bertrand voor ogen had in zijn reactie op het werk van Cournot; het is het evenwicht van dit Bertrand duopolie dat ik in deze openbare les grafisch zal afleiden. Dit evenwicht heeft overigens een paradoxaal karakter. Het is daarom dat de conclusie van het Bertrand duopolie in de literatuur bekend staat als de Bertrand Paradox.

DE UITGANGSPUNTEN VAN HET BERTRAND DUOPOLIE

De uitgangspunten die Bertrand hanteerde verschillen slechts in één opzicht van die welke Cournot gebruikte:²

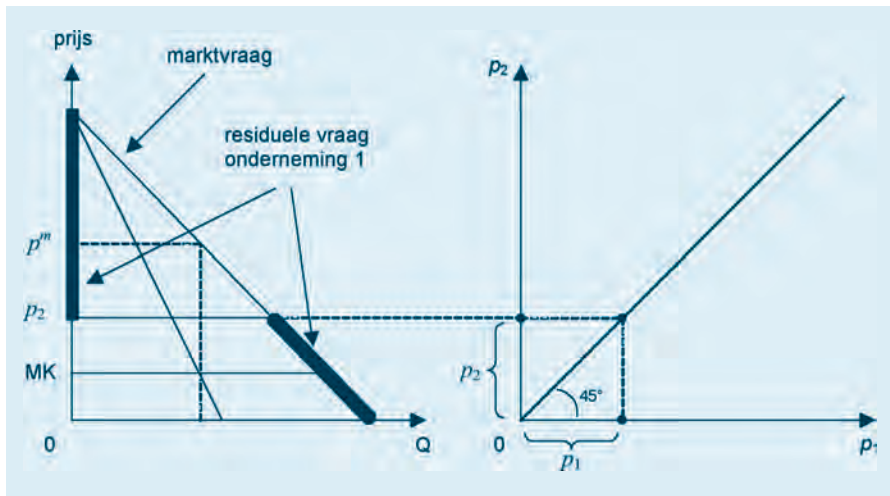
- 1 er zijn twee aanbieders;
- 2 beide ondernemingen produceren met dezelfde productietechnologie;

- 3 ondernemingen hebben als doelstelling hun winst te maximaliseren;
- 4 beide ondernemingen beschikken over dezelfde informatie, en in het bijzonder kennen ze de gevraagde prijs van de andere onderneming;
- 5 de strategische beslissingsvariabele is de gevraagde prijs;
- 6 indien beide ondernemingen dezelfde prijs vragen heeft iedere onderneming een marktaandeel van 50%;
- 7 iedere aanbieder maximaliseert zijn winst ervan uitgaande dat de prijs die de ander vraagt constant blijft.

Het verschil met Cournot is natuurlijk het vijfde punt. De zesde aanname wordt door Cournot niet expliciet gemaakt, maar gaat wel op in zijn analyse. Voor de analyse van het Bertrand oligopolie is het noodzakelijk om deze aanname van tevoren te maken, zoals straks zal blijken. Wat aardig is om op te merken is dat ook Bertrand de Cournot conjecture hanteerde (uitgangspunt 7). Het schizofrene trekje van de analyse van Cournot, dat aan de ene kant ondernemingen optimaal reageren op de gedragingen van hun concurrenten door middel van hun reactiecurve, maar dat aan de andere kant wordt verondersteld dat concurrenten niet op elkaar reageren als ieder voor zich de optimale productiehoeveelheid bepaalt, zit dus ook in het Bertrand model. In dit geval betreft het niet de veronderstelde onveranderlijkheid van de productie van de concurrent, maar van de prijs die de concurrent vraagt. Aanpassing van de Cournot conjecture in het Bertrand duopolie is ook goed mogelijk. Maar ook nu weer tast dat het wezen van het Bertrand oligopolie niet aan. In het vervolg zal ik me daarom beperken tot de situatie waartoe Bertrand zichzelf beperkte.

PRIJSREACTIECURVES

Ik veronderstel weer dat de (inverse) vraag een lineaire functie is van de ge-



Figuur 1 Marktvraag, residuele marktvraag (linker grafiek) en optimale prijzen (rechter grafiek)

produceerde hoeveelheid en dat de productietechnologie wordt samengevat door constante marginale kosten. In figuur 1 staat in de linkergrafiek de prijs als functie van de totaal aangeboden hoeveelheid (waarbij de totale productie gelijk is aan $Q = q_1 + q_2$) en in de rechtergrafiek zal de prijsreactiefunctie van onderneming 1 worden afgeleid. In de rechtergrafiek heb ik ook een 45°-lijn ingetekend. Vanzelfsprekend komt ieder punt op deze lijn overeen met een paar prijzen $\{p_1, p_2\}$ waarbij geldt dat p_1 gelijk is aan p_2 . In de linkergrafiek zijn verder de constante marginale productie-kosten ingetekend. Tot slot is in de linkergrafiek ook de monopolieprijs aangegeven. Dit is de prijs die de winsten maximaliseert indien er geen concurrent is. Die situatie ontstaat vanzelf wanneer één van beide spelers een prijs vraagt die hoger is dan deze monopolieprijs. In dat geval kan de andere aanbieder zijn winsten maximaliseren alsof hij de alleenheerser is op de markt en zal zodoende de monopolieprijs vragen. Omdat deze prijs lager is dan de prijs van de concurrent zal de aanbieder met de monopolieprijs ook de totale vraag kunnen bedienen die ontstaat bij deze monopolieprijs (iemand die bereid is de monopolieprijs te betalen zal het product niet bij de andere, duurdere aanbieder kopen). Hier kom ik verderop nog op terug.

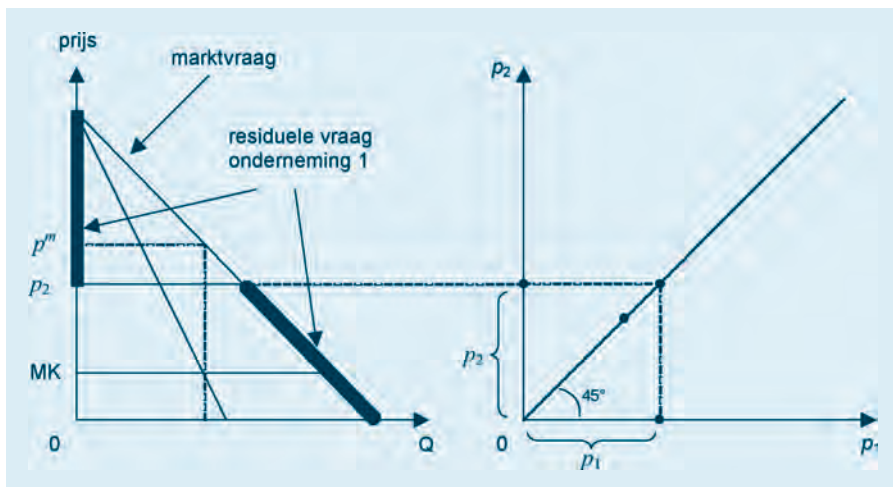
Veronderstel dat onderneming 2 besluit om een prijs p_2 te vragen. Deze prijs is ingetekend in zowel de linker- als rechtergrafiek in figuur 1. Voor onderne-

ming 1 is deze prijs een gegeven (de Cournot conjecture) en gegeven deze prijs zal onderneming 1 een prijs vragen die zijn winsten maximaliseert. Daartoe moet onderneming 1 eerst zijn residuele vraag bepalen: dat deel van de markt dat overblijft nadat onderneming 2 de vraag die ontstaat bij zijn gevoerde prijs p_2 heeft bediend. Die residuele vraag van onderneming 1 staat ingetekend in de linkergrafiek van figuur 1. Meteen is duidelijk dat deze residuele vraag niet continu is. Als onderneming 1 een prijs vraagt die ligt boven p_2 dan verkoopt onderneming 1 niets. Iedereen zal voor de lagere prijs van onderneming 2 gaan. De producten waar het om gaat zijn immers homogeen (d.w.z. precies hetzelfde in de meest brede zin van het woord) en onderneming 2 (maar ook onderneming 1) heeft geen beperking in productiecapaciteit. Onderneming 2 kan dus aan de vraag voldoen waar het mee geconfronteerd wordt indien onderneming 1 een prijs vraagt die boven p_2 ligt. Onderneming 1 kan ook besluiten om een prijs te vragen die lager is dan p_2 . In dat geval zal het juist onderneming 1 zijn die de hele vraag naar zich toe trekt. Anders gezegd, voor iedere prijs beneden p_2 zal de residuele vraag van onderneming 1 gelijk zijn aan de marktvraag.³

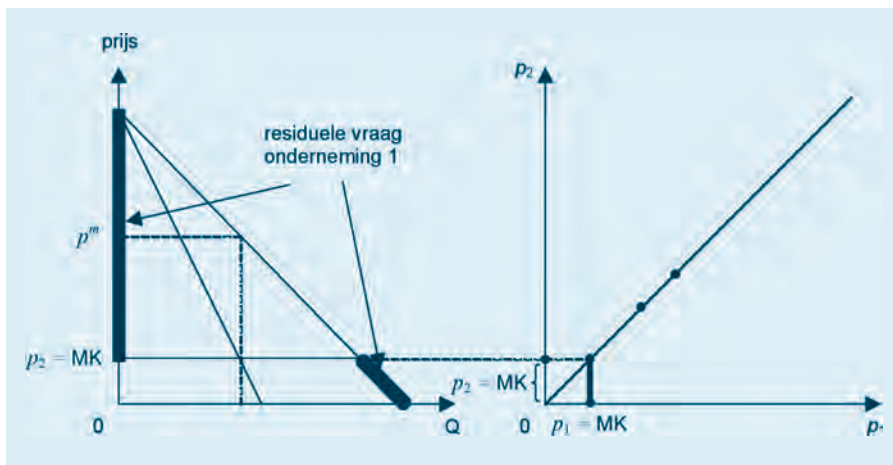
De vraag is nu welke prijs onderneming 1 moet vragen om zijn winsten te maximaliseren gegeven dat onderneming 2 een prijs p_2 vraagt. Het mag duidelijk zijn dat zolang het een prijs betreft die boven de marginale kosten ligt dit geen

prijs zal zijn die onderneming 1 geen afzet zal genereren; alle prijzen boven p_2 kunnen we wegstrepen. Wat overblijft is een prijs die boven de marginale kosten ligt maar op of onder p_2 . Inspectie van de linkergrafiek van figuur 1 leert snel dat de winstmaximaliserende prijs voor onderneming 1 zo dicht mogelijk aan ligt tegen p_2 zonder exact gelijk te worden aan p_2 . Een lagere prijs zorgt weliswaar voor meer afzet maar het verlies in inkomsten van de vragers die het product ook wilden kopen voor de hogere prijs is groter dan de extra winst die komt met een grotere afzet. En een prijs die gelijk is aan p_2 geeft wel een (marginaal) hogere prijs maar halveert de afzet conform aanname⁶. Kortom, de winstmaximaliserende prijs van onderneming 1 is p_2 - waarbij zo klein mogelijk is. Dit is ook relatief eenvoudig wiskundig te bewijzen maar voor deze kolommen voert dat nu te ver. Deze winstmaximaliserende prijs is ingetekend in de rechtergrafiek van figuur 1 waarbij zo klein is dat het punt (bijna) samenvalt met de 45°-lijn. Het paar $\{p_1, p_2\}$ in de rechtergrafiek van figuur 1 is zodoende het eerste punt op de prijsreactiecurve van onderneming 1 dat is afgeleid.

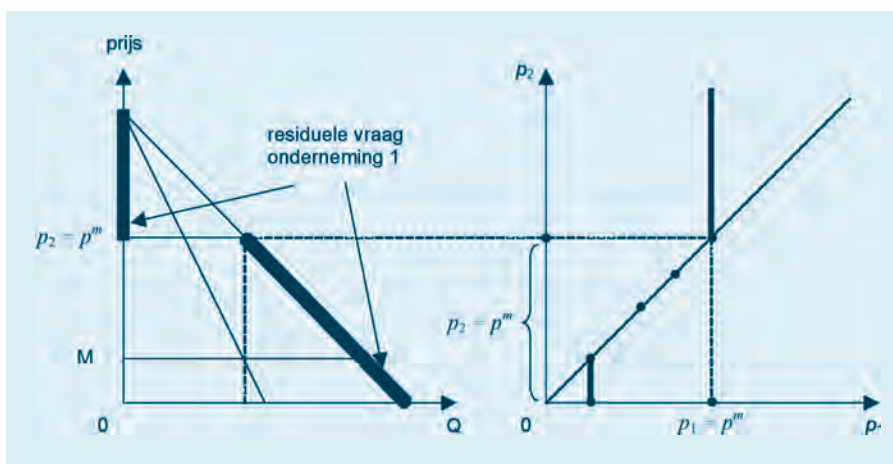
Deze exercitie moet nu herhaald worden voor alle mogelijke prijzen p_2 om de gehele prijsreactiecurve van onderneming 1 te bepalen. In figuur 2 bijvoorbeeld is dat gedaan voor een p_2 die hoger is dan die in figuur 1, waarbij het eerder afgeleide punt op de reactiecurve van onderneming 1 al ingetekend staat in de rechtergrafiek van figuur 2. Wat opvalt hier is dat een hogere prijs p_2 resulteert in een hogere prijs p_1 als optimale reactie. In de literatuur wordt gezegd dat in strategische zin prijzen complementair zijn; ze bewegen dezelfde kant op. Dit staat in schril contrast met de situatie waarin geconcentreerd wordt met productiehoeveelheden. Voor onderneming 1 is het dan optimaal om een kleinere productiehoeveelheid aan te bieden indien onderneming 2 zijn productie vergroot (zie mijn eerdere les over het Cournot oligopolie: "Het Cournot oligopolie: een openbare les", 2007, *Tijdschrift voor economie-onderwijs*, No. 2 (April), pp. 94 – 98). Productiehoeveelheden worden in de literatuur dan ook aangeduid als strategische substituten. Onderneming 1 zal echter lang niet al-



Figuur 2 Marktvrage, residuele marktvrage (linker grafiek) en optimale prijzen (rechter grafiek)



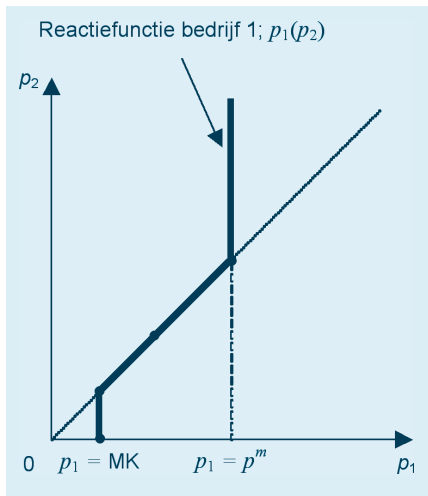
Figuur 3 Marktvrage, residuele marktvrage (linker grafiek) en optimale prijzen (rechter grafiek)



Figuur 4 Marktvrage, residuele marktvrage (linker grafiek) en optimale prijzen (rechter grafiek)

tijd zijn winsten maximaliseren door een prijs te vragen die een fractie lager ligt dan die van onderneming 2. Stel dat onderneming 2 een prijs vraagt die gelijk is aan de marginale kosten (figuur 3). In het onderhavige geval komt dit niveau overeen met het minimum van de gemiddelde variabele kosten. En we weten dat geen enkele onderneming een prijs zal vragen die lager is dan dit minimum. In dat geval zou zelfs geen deel van de vaste kosten meer worden terugverdiend en zal de onderneming de markt verlaten. Dit betekent voor de rechtergrafiek in figuur 3 dat het niveau van de marginale kosten de laagste prijs is die onderneming 1 zal vragen, en dat dit zijn optimale reactie is indien onderneming 2 een prijs stelt die gelijk is aan de marginale kosten. Maar een prijs gelijk aan de marginale kosten is voor onderneming 1 ook de optimale reactie indien onderneming 2 een prijs vraagt die lager is dan de marginale kosten. Een deel van de gehele reactiecurve van onderneming 1 is hiermee bekend. Onderneming 1 zal een prijs vragen gelijk aan de marginale kosten indien onderneming 2 een prijs vraagt gelijk aan of lager dan de marginale kosten. Dit deel van de reactiecurve van onderneming 1 is ingetekend in de rechtergrafiek van figuur 3.

Een ander knippunt op de reactiecurve van onderneming 1 ontstaat bij de monopolieprijs. Als onderneming 2 de monopolieprijs vraagt dan maximaliseert onderneming 1 zijn winst door een prijs te vragen die daar net onder ligt. Maar als onderneming 2 een prijs boven de monopolieprijs vraagt dan zal onderneming 1 gewoon de monopolieprijs blijven vragen om zijn winsten te maximaliseren. Er bestaat immers geen andere prijs die tot hogere winsten leidt (hierbij zie ik af van de mogelijkheid voor onderneming 1 om prijsdiscriminatie door te voeren; zou dat mogelijk zijn dan kan de monopolist zijn winsten nog verder opvoeren, maar dat zou wel betekenen dat verschillende consumenten een verschillende prijs betalen). Het heeft voor onderneming 1 dan ook geen zin om mee te gaan met een prijsverhoging voorbij de monopolieprijs. Voor iedere p_2 boven de monopolieprijs is de optimale reactie van onderneming 1 om de monopolieprijs te vragen. Dit geeft zodoende weer een deel van de reactiecurve van onderneming 1: een prijs ge-



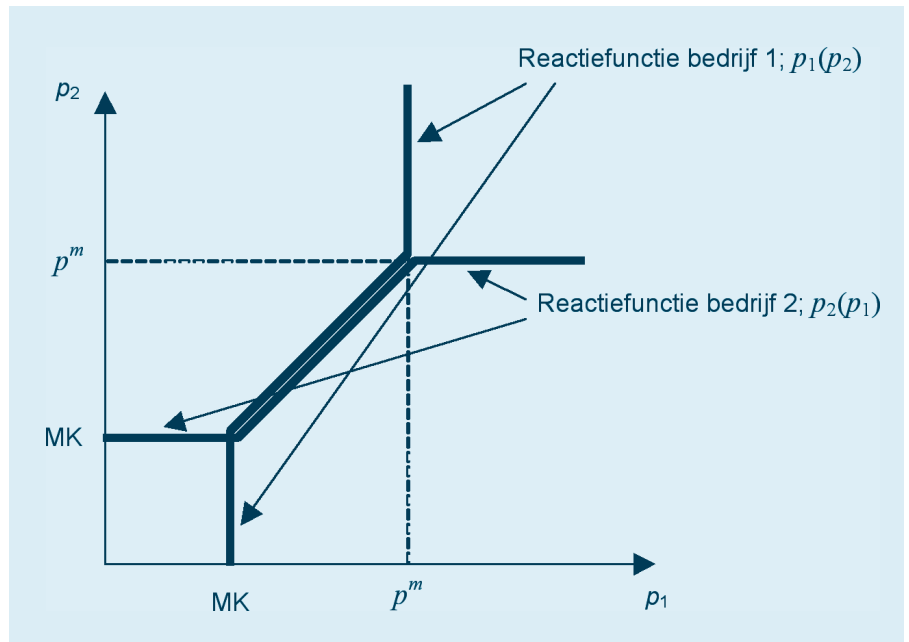
Figuur 5 De prijsreactiefunctie van onderneming 1

lijk aan de monopolieprijs voor iedere prijs p_2 die hoger is dan de monopolieprijs. In de rechtergrafiek van figuur 4 is ook dit deel ingetekend.

Indien nu alle punten op de reactiecurve van onderneming 1 met elkaar verbonden worden dan ontstaat zijn gehele reactiecurve (figuur 5). Vanwege de centrale positie die reactiecurves innemen in de oligopolietheorie zal ik ook in geval prijs de strategische beslissingsvariabele is de definitie geven:

De prijsreactiefunctie van onderneming 1 geeft weer zijn winstmaximaliserende prijs voor een gegeven prijs van onderneming 2.

Net zoals in het Cournot oligopolie is de prijsreactiefunctie van onderneming 1 niets meer of minder dan zijn (herschreven) eerste-orde voorwaarde voor winstmaximalisatie. Het opvallende verschil met hoeveelhedsreactiecurves is dat prijsreactiecurves een positieve richtingscoëfficiënt hebben. Dit geeft weer wat ik eerder opmerkte. Prijzen zijn strategisch complementair. Een prijsstijging (daling) van een aanbieder wordt gevolgd door een prijsstijging (daling) van de andere aanbieder. Indien strategische beslissingsvariabelen substituten zijn, zoals hoeveelheden, dan vertonen de reactiecurves een dalend verloop. In dat geval zal een hoeveelhedsdaling (stijging) van een aanbieder gevolgd worden door een hoeveelhedsstijging (daling) van de andere aanbieder. Hier-



Figuur 6 Het Nash evenwicht in prijzen

uit volgt meteen het belang van het onderscheiden van beslissingsvariabelen in strategische substituten en strategische complementariteiten. Voorspellingen omtrent de reacties van anderen in de markt hangen immers cruciaal af van het type van de strategische beslissingsvariabele. Vooral voor beleidsanalyses is dit van groot belang. En omdat het afhangt van de markt of de strategische beslissingsvariabele de prijs of de hoeveelheid is, zal een goede analyse altijd een gedegen motivatie moeten bevatten waarom bij de analyse voor een bepaald concurrentietype (Cournot of Bertrand) gekozen wordt.⁴

NASH EVENWICHT

Nu de reactiecurve van onderneming 1 is afgeleid kan het evenwicht dat tot stand komt op de markt worden bepaald. Daartoe hebben we eerst ook de reactiecurve van onderneming 2 nodig. Immers, het snijpunt van beide reactiecurves bepaalt het evenwicht (zie mijn eerdere les over het Cournot oligopolie: "Het Cournot oligopolie: een openbare les", 2007, Tijdschrift voor economieonderwijs, No. 2 (April), pp. 94 – 98). Als op dezelfde manier als hiervoor te werk wordt gegaan voor onderneming 2 dan wordt de reactiecurve van onderneming 2 verkregen. Deze is in dit geval ook makkelijk grafisch te bepalen. Beide ondernemingen zijn symmetrisch.

D.w.z. dat ze in geen enkel opzicht van elkaar verschillen. In dat geval kan de reactiefunctie van onderneming 2 verkregen worden door de reactiefunctie van onderneming 1 te spiegelen in de 45°-lijn (dit geldt altijd; bij hoeveelhedsreactiecurves kan dezelfde truc worden toegepast). Het resultaat van deze exercitie staat afgebeeld in figuur 6. In die figuur ben ik overigens uitgegaan van een relatief grote Δ (het verschil tussen de geobserveerde prijs van de concurrent en de eigen, optimale reactie daarop). Dat is gedaan om het verschil tussen de twee reactiecurves in het middengebied, waar ze elkaar bijna overlappen, duidelijk weer te geven.

De vraag is nu wat het Nash evenwicht is. Uit de figuur blijkt dat er één snijpunt is van de reactiecurves: daar waar beide ondernemingen een prijs vragen gelijk aan de marginale kosten. En dat is inderdaad het Nash evenwicht. Overigens is de ruimte tussen de twee reactiefuncties in het middengebied ontstaan vanwege de grote Δ die gekozen is om de figuur te tekenen. Zou deze Δ oneindig klein worden (zoals dat door Bertrand werd verondersteld) dan vallen de twee reactiefuncties in het middengebied nagenoeg samen. Dat een prijs gelijk aan de marginale kosten het Nash evenwicht is, is ook gevoelsmatig juist. Immers, zou een van beide ondernemingen een hogere prijs vragen, dan zal de andere onderneming als reactie daarop een net iets lagere prijs vragen en hierdoor de

hele markt in handen krijgen. De reactie van de andere onderneming laat zich raden. Deze zal op zijn beurt een prijsverlaging doorvoeren tot net iets onder het niveau van zijn concurrent. Dit proces van wederzijds onderbieden gaat door totdat een verdere prijsdaling niet meer mogelijk is. En dat is wanneer beide ondernemingen een prijs gelijk aan de marginale kosten vragen.

DE BERTRAND PARADOX

De analyse van Bertrand voorspelt dat in een markt met slechts twee aanbieders die concureren op de prijs er een evenwichtsprijs tot stand komt die gelijk is aan het niveau van de marginale kosten. Dit prijsniveau komt overeen met dat van een vvm-markt terwijl er slechts twee aanbieders op de markt opereren. Dit resultaat staat in de literatuur bekend als de Bertrand paradox. Het is een contra-intuïtief resultaat dat niemand eigenlijk gelooft. Een simpel klaslokaalexperiment toont bijvoorbeeld aan dat de voorspelling van Bertrand niet gevonden wordt onder de omstandigheden die exact overeenkomen met de Ausgangssituatie van het Bertrand duopolie.⁵ Ik heb dit experiment uitgevoerd tijdens een van de workshops van het afgelopen VECON-congres in Arnhem. In een zaal met 22 deelnemers (wat in het experiment overeenkomt met 11 simultane duopolies) kwam er een gemiddelde prijs tot stand van ongeveer 12, terwijl iedereen met marginale kosten van 2 produceerde. Dit is geen toevallige uitkomst maar een resultaat dat representatief is voor dit experiment. Maar ook empirisch onderzoek laat keer op keer zien dat in duopolies waarbij er geconcurrereerd wordt op de prijs er een evenwichtsprijs ontstaat die ligt boven het niveau van de marginale kosten.

De literatuur voorziet in tal van verklaringen voor dit logenstraffen van de Bertrand paradox. Ik zal me hier beperken tot het benoemen van de drie belangrijkste. Ten eerste zijn producten nooit helemaal homogeen. Zelfs als het om precies dezelfde producten gaat die op dezelfde plaats gekocht kunnen worden maar alleen wel op een verschillend tijdstip dan vervalt de aanname van homogeniteit. Als producten derhalve gedifferentieerd zijn dan verkoopt een aanbieder toch nog iets ook al ligt zijn prijs boven die van de concurrent. Hier-

door verlopen de reactiecurves anders en ontstaat er ook een ander evenwicht, namelijk een waarbij de prijs hoger is dan de marginale kosten. Een tweede verklaring is dat in de praktijk ondernemingen wel met een capaciteitsrestrictie te maken hebben. Dit betekent wederom dat een onderneming nog steeds iets verkoopt ook al is de prijs van de concurrent lager. Dat komt omdat de concurrent met de lagere prijs niet aan de marktvraag kan voldoen vanwege die capaciteitsbeperking. Ook nu ontstaat er een evenwicht waarbij de prijs hoger is dan de marginale kosten. Een derde verklaring ten slotte is dat ondernemingen elkaar in de praktijk meerdere malen treffen. Het is dan mogelijk om de prijs heimelijk hoog te houden. Maar, zoals eerder opgemerkt, stilzwijgende samenspanning zal het onderwerp zijn van een volgende les.

TOT SLOT

In tegenstelling tot het Cournot oligopolie is het mijn ervaring dat het Bertrand oligopolie met homogene producten redelijk eenvoudig uit te leggen is. Leerlingen begrijpen snel het idee van het elkaar onderbieden (maar ook dat het voor beide aanbieders beter is om af te spreken dit niet te doen!). Ook nu weer kunnen geïnteresseerde lezers bij mij de power point animatie opvragen met de afleiding van de reactiecurves voor het Bertrand duopolie en aansluitend het daaruit volgende marktevenwicht. Daarvoor moet een e-mail gestuurd worden naar: J.Hinloopen@uva.nl. Het is tot slot mijn ervaring dat het paradoxale van het resultaat van Bertrand meteen duidelijk wordt als voorafgaand aan de behandeling van het Bertrand oligopolie het betreffende experiment wordt gespeeld. Zodoende ontstaat er een situatie die leerlingen motiveert om na te denken waarom de theorie in dit geval niet opgaat.

¹ Met dank aan Dr. A. R. Soetevent en Dr. J. K. Westerbeek voor nuttig commentaar.

² Het werk van Bertrand verscheen in 1883. Inmiddels is in detail bekend welke aannames Bertrand impliciet maakte. Ik verwijs de geïnteresseerde lezer wederom naar het standaardwerk hierover van Stephen Martin uit 2002: *Advanced Industrial Economics*, 2nd edition, Blackwell Publishers. Een andere goede referentie is het boek van Jean Tirole uit 1988: *The Theory of Industrial Organization*, MIT Press.

³ Strikt genomen moet er ook nog een punt worden getekend overeenkomend met de helft van de vraag op de horizontale lijn lopend vanaf p_2 tot aan de vraagcurve. Dat punt komt overeen met het marktaandeel van onderneming 1 indien zijn prijs gelijk is aan die van onderneming 2. Dit punt doet in de analyse verder niet ter zake zoals verderop zal blijken en laat ik daarom achterwege.

⁴ Er bestaat overigens een fundamentele relatie tussen Cournot oligopolies en Bertrand oligopolies die loopt via de capaciteitsrestrictie. Meer hierover is bijvoorbeeld te vinden in Kreps, D. M. en Scheinkman, J., 1983, "Quantity precommitment and Bertrand competition yield Cournot outcomes", *Bell Journal of Economics*, 14(2): 326 – 337.

⁵ Dit experiment (plus variaties) staat in detail uitgelegd in de syllabus Experimenten voor in de klas. Deze syllabus is naar verwachting in augustus 2007 af.