

Beleidsvorming in dynamische matchingmarkten

Als overheden ingrijpen in markten om welvaart te bevorderen, veronderstellen beleidsmakers vaak dat individuele voorkeuren onveranderlijk zijn. Dergelijke beleidsingrepen kunnen voorkeuren echter veranderen, met als onbedoeld gevolg dat de welvaart afneemt. Mijn VENI-project ondersteunt beleidsontwikkelingen die dergelijke onbedoelde gevolgen tegengaan.

BURAK CAN

Onderzoeker aan de Universiteit Maastricht



Overheden grijpen vaak in in markten om welvaart te verbeteren en gaan daarbij uit van de voorkeuren van mensen als een vast gegeven. Zulk beleid kan echter invloed hebben op deze voorkeuren met afnemende welvaart als onbedoeld effect. Ondersteund door een VENI-subsidie werkt Burak Can aan de ontwikkeling van beleid waarmee dit onbedoelde effect voorkomen kan worden.

Overheden hebben in essentie vaak goede bedoelingen. Ze maken beleid voor markten, en reguleren markten om zo de welvaart van de samenleving te vergroten. Maar ook maken zij fouten, waardoor beleid, in het ergste geval, zelfs tot volledig tegenovergestelde resultaten kan leiden. Zo zou beleid om werkgelegenheid te vergroten uiteindelijk kunnen zorgen voor meer werkloosheid, en beleid om het welzijn van de minderheden te vergroten, hun welzijn juist kunnen verkleinen. Een mogelijke oorzaak van dergelijke controversiële uitkomsten zou kunnen zijn dat overheden door het voeren van zulk beleid de voorkeuren van mensen veranderen en daarmee ook hun reacties op beleid. Het is goed mogelijk dat overheden gewoon vergeten hier rekening mee te houden.

Hoe kan een overheid ervoor zorgen dat beleid op zijn minst niet tot controversiële resultaten zal leiden? Een manier om deze vraag te beantwoorden is door de markten waarvoor dit beleid is ontworpen te beschouwen als *matchingmarkten*.

MATCHINGMARKTEN

Veel economische activiteiten zijn gebaseerd op markten met twee partijen die een wederzijdse transactie aangaan,

bijvoorbeeld kopers en verkopers, klanten en winkeliers. Deze activiteiten worden traditioneel gemodelleerd via vraag en aanbod waarin beide zijden van de activiteit een marktregel volgen die wordt aangereikt door een 'onzichtbare hand' onder invloed van het prijsmechanisme.

In veel gevallen zijn deze traditionele modellen echter inefficiënt en ethisch onaanvaardbaar. Te denken valt aan het toewijzen van leerlingen aan scholen, artsen in opleiding aan ziekenhuizen en menselijke organen aan patiënten. In deze situaties bestaan er geen prijsmechanismen. Omdat er geen prijzen tot stand komen die tot een efficiënte allocatie leiden, staan matchingmarkten ook wel bekend als 'markten zonder prijzen'. Zulke markten kunnen alleen efficiënt zijn wanneer transacties gecoördineerd plaatsvinden, en ze zijn derhalve gebonden aan centrale regulering. Het onderzoeksgebied dat bekend staat als *economic design* ofwel marktontwerp, en met name de matchingtheorie, onderzoekt en verschaft efficiënte en stabiele oplossingen voor die markten. Bijzonder aan dit onderzoeksgebied is dat de aandacht niet alleen uitgaat naar de analyse van de markten, maar ook naar het actief meewerken aan het ontwerp en herontwerp van specifieke markten.

De pioniers op het gebied van de matchingtheorie zijn David Gale en Lloyd Shapley (1962). In hun artikel 'College admissions and marriage markets' onderzoeken ze de zogenaamde huwelijksmarkt en het toewijzen van leerlingen aan scholen. Laten we de huwelijksmarkt meer in detail bekijken. Veronderstel dat er drie mannen en drie vrouwen zijn met een rangschikking van voorkeuren zoals weergegeven in figuur 1. Man M_1 prefereert bijvoorbeeld vrouw V_1 boven de vrouwen V_2 en V_3 , en vrouw V_2 boven V_3 .

De vraag is of er een matching bestaat die stabiel is en die dus niet uiteindelijk tot een echtscheiding zal leiden. Met andere woorden, is het mogelijk een matching te creëren, waarbij niemand liever met een andere partner dan hun huidige partner zou zijn gekoppeld. Dit is belangrijk omdat geen echtscheiding in dit probleem een stabiele kop-

GRENSNUT

In de rubriek 'Grensnut' beschrijven economen die een onderzoeksbeurs hebben ontvangen hun grensverleggende onderzoek. De rubriek beoogt te laten zien hoe economen met nieuwe benaderingen hiaten in de bestaande economische kennis invullen. De rubriek is een aanvulling op de rubriek 'Canon', waarin economen beschrijven wat we door de jaren heen geleerd hebben over een bepaald onderwerp.

pling betekent. In het model van Gale en Shapley bestaat er in welke situatie dan ook een stabiele matching. Ze ontwikkelden hiertoe de zogenoemde *Deferred Acceptance* (DA) ofwel het herhaalde-aanzoek-algoritme dat gebruikt wordt om een stabiele matching te vinden.

Het DA-algoritme werkt als volgt: één geslacht wordt uitgekozen, laten we zeggen de mannen, om aanzoeken te doen aan het andere geslacht. In de eerste ronde doet iedere man een aanzoek aan zijn meest favoriete vrouw. Wanneer alle mannen hun aanzoek hebben gedaan, accepteert iedere vrouw, althans voorlopig, het aanzoek van de partner die zij op dat moment het meest prefereert en wijst eventuele andere aanzoeken die ze in die ronde heeft ontvangen af. De mannen die afgewezen worden doen vervolgens een aanzoek aan hun op één na beste vrouw. Iedere vrouw beoordeelt nu alle nieuwe aanzoeken én het beste aanzoek uit de vorige ronde, en wederom accepteert ze voorlopig het beste aanzoek en wijst alle andere af. Dit proces herhaalt zich totdat geen enkele man meer besluit een nieuw aanzoek te doen. Op dat moment worden de 'voorlopige' aanzoeken 'definitief', en ontstaat er een matching of koppeling.

In het voorbeeld van figuur 1 bestaan er zelfs drie stabiele matchings. Bijvoorbeeld, in de blauwe matching wordt M_1 met V_1 gekoppeld, M_2 met V_2 , en M_3 met V_3 terwijl in de gele matching M_1 met V_3 wordt gekoppeld, M_2 met V_1 , en M_3 met V_2 . Het is duidelijk dat de blauwe matching het beste is voor mannen (de voor mannen optimale stabiele matching), terwijl de gele matching het beste is voor vrouwen (de voor vrouwen optimale stabiele matching). Wanneer de mannen de aanzoeken doen aan de vrouwen, wordt de uiteindelijke matching de blauwe. Wanneer de vrouwen de aanzoeken doen aan de mannen, wordt de uiteindelijke matching de gele.

MATCHING IN PRAKTIJK

Om de relevantie van algoritmen en stabiliteitsresultaten in matchingmarkten – zoals die in het huwelijksmodel – aan

te tonen, kan gekeken worden naar de toewijzing van leerlingen aan scholen. In plaats van mannen en vrouwen, zijn hier leerlingen en scholen de twee partijen die een match zoeken. Alvin Roth (1984) – de Nobelprijswinnaar voor de Economie van 2012 – toonde aan dat in de Verenigde Staten een aangepaste versie van het DA-algoritme daadwerkelijk werd gebruikt, maar per toeval, voor het plaatsen van artsen in opleiding in ziekenhuizen door beleidmakers in het US National Residency Program. Dit betekent dat binnen som-

Hoe kan een overheid ervoor zorgen dat beleid op zijn minst niet tot controversiële resultaten zal leiden?

mige markten al een efficiënte en stabiele manier van matches wordt gebruikt. Tegelijk worden er veel problematische mechanismen toegepast. In 2003 ontdekten Abdulkadiroğlu en Sönmez (2003) dat er verscheidene problemen bestaan met het schooltoewijzingsmechanisme in Boston – ook wel bekend als het Boston Mechanism (BM) – dat werd gebruikt in plaats van DA. Zij toonden aan dat BM tot onstabiele, oneerlijke en manipuleerbare matchings leidt. Na jaren van onderzoek waren beleidsmakers overtuigd en vandaag de dag wordt BM niet meer toegepast, tenminste niet in Boston en Chicago. Pathak en Sönmez (2011) geven een gedetailleerd verslag van de verandering in de beleidsvorming, waaronder het wettelijke verbod in het Verenigd Koninkrijk om BM toe te passen. Op dit moment verbetert de overgang naar het DA-mechanisme de levenskwaliteit van vele artsen in opleiding, ziekenhuispatiënten en middelbare scholieren.

Maar dit is niet het enige algoritme waarvan het belang onmiskenbaar is en letterlijk levens redt. Shapley en Scarf (1974) zetten een eenvoudig model op van een uitwisselings-economie waarin iedereen één ondeelbaar goed (bijvoorbeeld een huis) heeft en met elkaar handel drijft in een markt. Ook hun vraag was of er een stabiele matching voor dergelijke markten gevonden kan worden. Het antwoord was weder-

Voorkeuren van mannen en vrouwen voor elkaar

FIGUUR 1

m_1	m_2	m_3	v_1	v_2	v_3
v_1	v_2	v_3	m_2	m_3	m_1
v_2	v_3	v_1	m_3	m_1	m_2
v_3	v_1	v_2	m_1	m_2	m_3

De auteur heeft verklaard dit artikel alleen te publiceren in ESB en niet elders te publiceren in wat voor medium dan ook. Het is wel toegestaan om het artikel voor eigen gebruik en voor publicatie op een intranet van de werkgever van de auteur aan te wenden.

om positief en ze stelden een ander algoritme voor dat werd toegeschreven aan David Gale, het zogenoemde *Top trading cycle*-algoritme (TTC). Dit algoritme wordt momenteel in de Verenigde Staten gebruikt bij het toekennen van donornieren aan mensen die een niertransplantatie moeten ondergaan. In veel landen is er een tekort aan postmortale nierdonoren. In Nederland worden hierdoor in meer dan de helft de niertransplantaties uitgevoerd met nieren van levende donoren. In dit geval staat een levende donor (familielid, partner en soms zelfs een onbekende) één nier af aan een patiënt, mits er geen incompatibiliteitsprobleem bestaat. Deze incompatibiliteit kan ontstaan als bloedgroepen of immuuniteitssystemen binnen het donor-patiënt-paar niet matchen. Dit is een veelvoorkomend probleem. Normaal gesproken zouden deze mensen naar huis gestuurd worden met een teleurstelling, maar door het TTC-algoritme ontstaat een markt voor nieruitwisseling (Roth *et al.*, 2004).

Of de beoogde sociale gelijkheid bereikt zal worden, hangt af van het ontwerp van het mechanisme dat ten grondslag ligt aan het type beleid

tibiteit kan ontstaan als bloedgroepen of immuuniteitssystemen binnen het donor-patiënt-paar niet matchen. Dit is een veelvoorkomend probleem. Normaal gesproken zouden deze mensen naar huis gestuurd worden met een teleurstelling, maar door het TTC-algoritme ontstaat een markt voor nieruitwisseling (Roth *et al.*, 2004).

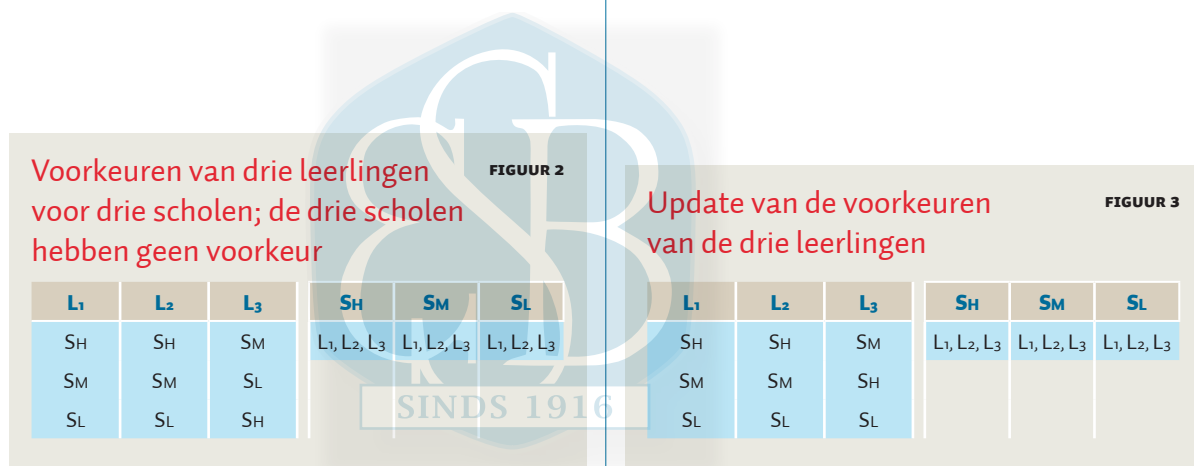
FOUTEN DOOR OVERHEDEN

Nu de theoretische en praktische relevantie van de matchingtheorie is uiteengezet, kunnen we terugkeren naar de vraag hoe kan worden voorkomen dat overheden beleid maken met averechtse effecten.

Een open theoretische vraag binnen de matchingtheorie is wat de gevolgen kunnen zijn van dynamische veranderingen in gerapporteerde voorkeuren op marktevenwicht. Neem een tweezijdige matchingsituatie waar kopers (of leer-

lingen) en verkopers (of middelbare scholen) moeten worden gekoppeld. In veel scenario's in het dagelijkse leven hebben kopers eenzelfde unieke voorkeursrangschikking als verkopers; dat wil zeggen dat er een gedeelde kwaliteitsnorm is en iedereen het erover eens wie is de beste verkoper (school) is, wie de op één na beste, enzovoort. Maar vanwege beperkingen op bijvoorbeeld budgettair of logistiek vlak kunnen kopers voorkeuren aan de centrale administratie 'rapporteren' die afwijken van deze kwaliteitsnorm. De regering kan besluiten om kopers met dergelijke beperkingen te helpen. Zo kan ze besluiten kopers te subsidiëren om gelijke toegang tot hoogwaardige producten te verschaffen of besluiten de infrastructuur te verbeteren door middel van de aanleg van wegen om zo de logistieke problemen in de markt op te lossen. De beperkingen worden hierdoor minder relevant, waardoor de individuen met eerdere beperkingen ranglijsten zullen opstellen die meer overeenkomen met de kwaliteitsnorm. Met andere woorden, deze kopers herzien hun voorkeuren in de richting van de kwaliteitsnorm. Het resulteert in een 'update' van de gerapporteerde voorkeuren. Echter, de beleidsvoerder kent vaak de gevolgen niet van dergelijke veranderingen op de uiteindelijke verdeling van de middelen in deze markten. Precies deze gevolgen worden onderzocht in het VENI-project.

Deze beleidskwestie is niet alleen relevant wat betreft de huwelijksmarkt, maar ook wat betreft andere matchingmarkten. Een voorbeeld is de situatie waar artsen in opleiding door middel van een centraal mechanisme aan ziekenhuizen moeten worden gekoppeld. Beschouw de situatie waarbij de overheid nu van de ziekenhuizen eist de kosten van de reis van de artsen in opleiding te subsidiëren. Dit heeft gevolgen voor de voorkeuren die de artsen in opleiding voor ziekenhuizen hebben, gelijk aan een update als in het voorgaande probleem. Een ander voorbeeld is het toewijzen van leerlingen aan scholen. Stel dat sommige leerlingen zich vanwege financiële beperkingen niet kunnen inschrijven bij goede scholen. Met name wanneer deze leerlingen tot een minderheid behoren, is dit een sociaal probleem. De regering zou kunnen besluiten dit probleem op te lossen door het subsidiëren van deze leerlingen, op grond van positieve discriminatie. Dit zal leiden tot een 'update' in de voorkeuren van deze leerlingen. Maar de effecten van deze veranderingen op de toewijzing van leerlingen aan scholen zijn onbekend. Of de beoogde sociale gelijkheid bereikt zal worden, hangt af van het ontwerp van het mechanisme dat ten grondslag ligt aan het type beleid, dat gevoelig is voor updates.



Neem nu het volgende voorbeeld. Veronderstel dat er drie leerlingen L_1 , L_2 en L_3 zijn van eenzelfde leerniveau en drie scholen, S_H , S_M en S_L met een onderling verschillende kwaliteit (hoog, gemiddeld en laag). Stel dat deze partijen voorkeuren hebben voor de andere zijde van de markt, zoals weergegeven in figuur 2.

L_1 verkiest dus S_H boven S_M , en S_M boven S_L , en de scholen hebben geen voorkeur voor de leerlingen. Laten we voor het gemak veronderstellen dat elke school slechts één leerling neemt. Als procedure wordt het DA-algoritme gebruikt waarbij de leerlingen hun voorkeuren mogen voorstellen. Elke leerling stelt als eerste zijn topkeuze voor, dat wil zeggen, L_1 en L_2 stellen beide S_H voor en L_3 stelt S_M voor. Omdat L_3 als enige S_M voorstelt, wordt deze keuze aanvaard. School S_H is onverschillig tussen L_1 en L_2 . Een van hen wordt aanvaard en de andere gaat naar zijn op een na beste keuze, S_M , maar deze school heeft al L_3 geaccepteerd. Vandaar dat deze leerling S_L zal voorstellen waar hij geaccepteerd zal worden. De uiteindelijke matching is ofwel $(L_1 \sim S_H, L_2 \sim S_L \text{ en } L_3 \sim S_M)$ of $(L_1 \sim S_L, L_2 \sim S_H \text{ en } L_3 \sim S_M)$. Merk op dat er nog twee stabiele matchings bestaan waarbij L_3 is gekoppeld aan S_L en de andere leerlingen aan S_M of S_H .

Vervolgens wordt aangenomen dat L_1 en L_2 rijke leerlingen zijn en L_3 een arme student is die behoort tot een minderheid. In dat geval zal het kunnen zijn dat leerling L_3 in tegenstelling tot L_1 en L_2 denkt dat de school met de hoogste kwaliteit S_H niet betaalbaar is, en dus zet L_3 S_H niet boven aan zijn voorkeurslijst maar juist onderaan. Hij kan zich deze school niet permitteren.

Bedenk dat in elk van de vier stabiele matchings L_3 gekoppeld was aan S_M of S_L en nooit aan de school met de hoge kwaliteit. Wanneer de overheid dit niet eerlijk vindt, zou ze kunnen besluiten financiële hulp aan te bieden. Dit kan de arme student stimuleren zijn voorkeuren te updaten (figuur 3).

Veronderstel dat L_3 (de arme student) S_H nu hoger in zijn ranglijst heeft geplaatst dan voorheen. In het eerdere geval kon L_3 , onder de vier stabiele matchings, alleen gekoppeld worden aan ofwel de school met de lage ofwel de school met de gemiddelde kwaliteit. Het is eenvoudig te controleren dat zelfs na aanmoediging van de overheid door middel van financiële hulp (met de bijgewerkte voorkeur van L_3), deze leerling nog steeds niet naar de school met de hoge kwaliteit zou kunnen gaan. Deze gedeeltelijke financiële subsidie is dus ineffectief en niet zinvol.

CONCLUSIE

Economic design is een moeilijke discipline binnen de economie, die efficiëntie en stabiliteit probeert te verschaffen aan markten die dat niet uit zichzelf al hebben. Beleidsmakers gebruiken veel *incentive compatible* mechanismen om het systeem te laten werken. Maar meestal kiezen ze voor eenvoudige oplossingen, zoals het verstrekken van subsidies of emissierechten. Economic design leert dat beleidsmakers markten ook beter kunnen laten werken door ze beter te ontwerpen, in het bijzonder wanneer het matchingmarkten betreft. We moeten slimme oplossingen bedenken dan het alleen stimuleren van mensen door middel van subsidies. We hebben de juiste mechanismen en regels nodig om ervoor te zorgen dat beleid zal werken op de beoogde manier. Geld kan een oplossing zijn, maar alleen binnen een goed mechanisme.

Elk beleid verandert de voorkeuren van mensen en moet daarom gevoelig zijn voor die eventuele veranderingen in de voorkeuren van mensen. Dit draagt ertoe bij dat averechtse effecten in beleidsvorming voor markten vermeden kunnen worden.

LITERATUUR

- Abdulkadiroğlu, A. en T. Sönmez (2003) School choice: a mechanism design approach. *American Economic Review*, 93(3), 729–747.
- Abdulkadiroğlu, A. en T. Sönmez (2010) Matching markets: theory and practice. In: Acemoglu et al. (red) *Advances in economics and econometrics*, Cambridge: Cambridge University Press, 3–47.
- Abdulkadiroğlu, A., P. Pathak, A.E. Roth en T. Sönmez (2006) Changing the Boston school choice mechanism. *NBER Working Paper*, 11965.
- Can, B. en T. Storcken (2012) Update monotone preference rules. *Mathematical Social Sciences*, 65(2), 136–149.
- Gale, D. en L.S. Shapley (1962) College admissions and the stability of marriage. *The American Mathematical Monthly*, 69(1), 9–15.
- Pathak, P.A. en T. Sönmez (2011) *School admissions reform in Chicago and England: comparing mechanisms by their vulnerability to manipulation*. NBER Working Papers, 16783.
- Roth, A.E. (1984) The evolution of the labor market for medical interns and residents: a case study in game theory. *The Journal of Political Economy*, 92(6), 991–1016.
- Roth, A.E., T. Sönmez en M. Utku Ünver (2004) Kidney exchange. *The Quarterly Journal of Economics*, 119(2), 457–488.
- Shapley, L. en H. Scarf (1974) On cores and indivisibility. *Journal of Mathematical Economics*, 1(1), 23–37.