

Verstandig COVID-19-beleid vereist integrale aanpak van economie en epidemiologie

Afgelopen jaar is er veel vooruitgang geboekt met het ontwikkelen van een raamwerk waarin gezondheid en economische activiteit simultaan bepaald worden. Wat leert zo'n raamwerk ons over COVID-19-beleid?

IN HET KORT

- Modellen zonder gedragseffecten overschatten de effecten van lockdowns op de economie en op de gezondheid.
- (Snel)testen zijn de efficiëntste manier om het aantal besmettingen te beperken. Daarnaast kunnen er lockdowns nodig zijn.
- Nu er binnenkort vaccins zijn, is het juist extra belangrijk om het aantal besmettingen te verlagen.

PIETER GAUTIER

Hoogleraar aan de Vrije Universiteit Amsterdam

In de coronacrisis staan beleidsmakers voor lastige keuzes. Zetten ze het huidige beleid met milde lockdowns voort, of kiezen ze voor alternatieven zoals 'laisser-faire' (Frijters, 2020), of voor testen in combinatie met bron- en contactonderzoek (Koolman, 2020) of een leeftijds- en risicogebonden beleid (Vlieger et al., 2020).

Recent internationaal academisch onderzoek waarin de interactie tussen epidemiologie en economie centraal staat, biedt voor beleidsmakers een raamwerk om deze vragen te beantwoorden. Juist bij afwegingen over de coronamaatregelen hoeven we ons niet te beperken tot onderzoek in de Nederlandse context. Het virus trekt zich niets van grenzen aan, en alle landen worden geconfronteerd met vergelijkbare afwegingen.

Wel is het van cruciaal belang om gezondheid en economisch gedrag in één raamwerk te analyseren. Dit is belangrijk omdat economische activiteit vaak met veel contacten gemoeid gaat, zowel op de werkvloer als bij vrijetijdsbesteding (bijvoorbeeld boksles of festivalbezoek), en dus virusverspreiding in de hand werkt. Maar tevens omdat virusverspreiding ervoor zorgt dat mensen zonder in te grijpen ook voorzichtiger worden.

We zien duidelijk in de data dat de economische activiteit afneemt als het aantal ziekenhuisopnames stijgt: restaurants en culturele hotspots werden ook al voor de lockdown in maart minder bezocht (Farboodi et al., 2020). En Neuteboom et al. (2020) laten met pindata zien dat winkelbezoek

in Nederland ook terugloopt als het aantal besmettingen toeneemt, zelfs als er nog geen restricties zijn ingevoerd.

Een andere reden om economisch gedrag mee te nemen is dat wanneer we beleid willen evalueren (zoals lockdowns of bron- en contactonderzoek), we een model nodig hebben om te simuleren wat er zonder dat beleid gebeurd zou zijn. Het idee is om eerst de structurele parameters (parameters die niet veranderen als het beleid verandert) te schatten of kalibreren, en vervolgens het model te gebruiken om verschillende scenario's te simuleren.

Om het afnemen van de bestedingen te verklaren in de coronarecessie moeten we ook het klassieke onderscheid tussen vraag- en aanbodschokken laten varen. Als de sportsholen sluiten (aanbodschok) betekent dat bijvoorbeeld ook dat mensen minder sportspullen zullen kopen (vraaguitval), zie Guerrieri et al. (2020). Ook in Nederland zagen we dat de bestedingen in het tweede kwartaal sterk afnamen, mede vanwege onzekerheid.

Een combinatie van een epidemiologisch S(E)IR-model met een economisch gedragsmodel kan de datapatronen (regionale verschillen in economische activiteit en gezondheid) die uit deze dynamiek voortkomen, beschrijven, en kan zo inzicht verschaffen in de gevolgen van alternatieve strategieën.

In dit artikel vat ik deze economisch-epidemiologische literatuur samen. Hiermee hoop ik structuur aan te brengen in de discussie. Tot slot ga ik in op het recente nieuws dat er waarschijnlijk binnenkort een betrouwbaar vaccin zal zijn. Wat voor effect heeft dat op het gewenste beleid?

Het SIR-model

Het standaardmodel om de verspreiding van het COVID-19- en andere virussen te beschrijven is het SIR-model (Kermack en McKendrick, 1927), waarbij S voor het aantal vatbare mensen staat (*Susceptible*), I voor het aantal geïnfecteerden (*Infected*), en R voor het aantal herstelden en overledenen (*Recovered*) staat. Iedereen bevindt zich in één van deze drie toestanden. In de meest eenvoudige versie kan de ontwikkeling van S , I en R beschreven worden door vier vergelijkingen:

$$dS / dt = -\beta IS / N \quad (1)$$

$$dI / dt = \beta IS / N - \gamma I \quad (2)$$

$$dR / dt = \gamma I \quad (3)$$

$$S(t) + I(t) + R(t) = N \quad (4)$$



waarbij N de populatie is, β het gecombineerde effect van het aantal contacten en de besmettelijkheid, en γ het gecombineerde effect van de herstel- en overlijdensvoet.

Vergelijking (2) kan ook geschreven worden als $dI / dt = ((\beta / \gamma) (S / N) - 1) \gamma I$, waarbij β / γ het bekende basisreproductiegetal R_0 is. R_0 geeft het gemiddelde aantal personen dat door een besmet individu besmet wordt tijdens de verwachte duur van de besmetting (β / γ), wanneer de hele populatie nog vatbaar is ($S = N$).

Van R_0 is het een kleine stap naar de R_c – dat is het effectieve reproductiegetal dat het RIVM wekelijks rapporteert en waar het kabinet op stuurt, en waarbij het aantal besmettingen afneemt als dit getal kleiner is dan 1. In de context van dit model geldt $R_c = (S(t) / N) (\beta / \gamma)$. Avery et al. (2020) laten zien dat het schatten van R_0 niet triviaal is.

Het SEIR is een modeluitbreiding waarbij er ook mensen zijn die wel besmet zijn maar (nog) geen symptomen hebben (*Exposed*). Uiteraard bestaan er veel meer uitbreidingen van dit eenvoudige model, zoals: verschillende risicogroepen, tijdelijke immuniteit en heterogeniteit in de besmettingskans (Roberts en Heesterbeek, 2013). De relevantste voor de coronapandemie blijkt het toevoegen van *schaal* en *superspreading* te zijn, zie kader 1.

Economisch gedrag toevoegen

Zelfs het meest eenvoudige SIR-model voorspelt goed aan het begin van een pandemie, wanneer de groei van het aantal besmettingen exponentieel toeneemt. Als er nog weinig besmettingen zijn, is er immers ook weinig noodzaak om je gedrag aan te passen. Echter, zodra het aantal besmettingen, ziekenhuisopnames en sterfgevallen toenemen, overschatten de eenvoudige SIR-modellen het aantal besmettingen, omdat ze geen rekening houden met het feit dat mensen ook vrijwillig contacten vermijden.

Het eerste model dat economie en epidemiologie combineerde was Fenichel (2013). Inmiddels zijn er tientallen modellen verschenen – en ik beperk me hier tot een enigszins willekeurige deelverzameling van deze literatuur. De papers verschillen in welke gegevens ze gebruiken, of ze wel

of niet optimaal beleid uitrekenen en of ze verschillende risicogroepen toestaan of niet. Maar wat ze gemeen hebben is ten eerste dat zonder de pandemie er meer contacten tijdens werk en/of consumptie-activiteiten plaatsvinden; en ten tweede dat mensen hun eigen gezondheidsrisico's meewegen, maar die van anderen niet of slechts voor een deel – en dat dit, samen met capaciteitsproblemen in de gezondheidssector, potentieel overheidsingrijpen rechtvaardigt.

De kosten van het besmet raken worden meestal door een enkele parameter beschreven, waarbij de overlijdenskans en de kosten van een mensenleven een groot gewicht hebben. Aangezien het waarderen van een mensenleven controversieel is, kiezen sommige auteurs (Kaplan et al., 2020; Acemoglu et al., 2020) ervoor om alleen de output-overlijdensgrens te presenteren. Zij laten de wegging over aan de lezer.

Schaal en superspreading

KADER 1

In het standaard SIR-model doet schaal er niet toe. Het aantal contacten voor iemand die vatbaar is en die tot een besmetting leidt, is dan gelijk aan $\beta I / SN = \beta I / N$.

Echter, als er toenemende schaalvoorwaarden zijn, geldt dat niet meer. Net zoals de reactiesnelheid in de chemie stijgt bij toenemende druk, nemen nieuwe besmettingen dan toe met de bevolkingsdichtheid via een aangepast gecombineerd effect van het aantal contacten en de besmettelijkheid, $\beta N^\alpha (I / N)$, zie Hethcote (2000) en – voor de liefhebber – het beroemde kokosnotenmodel van Diamond (1982), dat een vergelijkbare contactfunctie kent.

Deze details zijn in de Nederlandse discussie onderbelicht, maar voor beleid wel erg belangrijk. Als er toenemende schaalvoorwaarden voor virusverspreiding zijn, zijn de effecten van lockdowns groter dan onder constante schaalopbrengsten. Als er con-

stante schaalopbrengsten zijn, is immuniteit via het doormaken van een infectie dan wel een vaccinatie (mits je dan anderen niet meer kunt besmetten) juist effectiever dan onder toenemende schaalopbrengsten.

Ook blijken er bij deze pandemie zogenaamde *superspreaders* of *superspreading* bijeenkomsten belangrijk te zijn, zie Lloyd-Smith et al. (2015). Een superspreidingsbijeenkomst kan zowel veroorzaakt worden doordat iemand veel virus uitstoot, als doordat er veel mensen in een kleine slecht geventileerde ruimte dicht op elkaar zitten – of een combinatie van beide. De heterogeniteit in β , gegeven door de variantie en de meerdere verdelingsmomenten, wordt in dat geval ook belangrijk. Geen van de economische SIR-modellen die ik hieronder bespreek houdt hiermee nog rekening (maar het staat wel in mijn onderzoeksagenda).

Lockdowns

Wat leren de modellen ons over lockdowns? Vanwege de externaliteiten is een *laisser-faire*-beleid onwenselijk. Mensen houden weliswaar rekening met de kans dat ze zelf besmet worden en met de gezondheidsgevolgen daarvan (dit is consistent met het hierboven beschreven empirische bewijs), maar ze houden onvoldoende rekening met de kans dat ze anderen besmetten (Eichenbaum et al., 2020; Kremer, 1996).

Door de komst van het vaccin zijn de baten van indammen toegenomen

Deze externaliteiten kunnen in de modellen meegenomen worden door bijvoorbeeld de parameter β_i afhankelijk te maken van individueel optimaliserend gedrag, zie Moll (2020) voor een voorbeeld en computercode. Individuen ontlenen nut aan sociale interacties, maar tegelijkertijd verhogen die de besmettingskans. De studies verschillen in hoe ze dit precies modelleren, maar ze hebben twee dingen gemeen: het aantal contacten neemt vanwege de epidemie af, maar zelfs als er rekening wordt gehouden met gedrags-effecten, vinden er meer contacten plaats dan maatschappelijk gewenst is.

Het vinden van de maatschappelijk gewenste uitkomst is een zogeheten *optimal-control*-probleem waarbij een hypothetische *sociale planner* de hoeveelheid sociale activiteiten per individu kiest, rekening houdend met alle externe effecten.

Lockdowns hebben een groot effect op de hoeveelheid besmettingen als de schaalopbrengsten van de contactfunctie toenemen. Van toenemende schaalopbrengsten is sprake als er bijvoorbeeld in een twee keer zo drukke metro vier keer zo veel besmettingen zijn; wat een redelijke aanname is omdat er in verwachting twee maal zoveel besmette personen zijn die allen twee maal zo veel anderen besmetten.

Tegelijkertijd zijn lockdowns een grof middel. De economische schade is veel lager als we, door sneltesten en bron- en contactonderzoek, de sociale activiteiten van de besmette mensen zo laag mogelijk kunnen houden. Zulk beleid is echter alleen uitvoerbaar bij een lage besmettingsgraad, en om die te bereiken kan een tijdelijke lockdown verdedigbaar zijn.

Ook leverden de lockdowns in maart belangrijke tijds-winst op, omdat we weinig wisten over het virus, en de ziekenhuiscapaciteit en medische voorzieningen nog niet op orde waren.

Als goed bron- en contactonderzoek niet mogelijk is en er maar een kleine kans op een werkend vaccin is, dan eindigt de pandemie pas als er groepsimmunitet is bereikt. Dat is volgens bovenstaand model het geval als er

een fractie $1 - 1 / R_0$ hersteld is, maar waarschijnlijk kan dit eerder worden bereikt omdat degenen met vele sociale contacten ook de grootste kans hebben dat ze de ziekte al hebben gehad. Het enige wat de beleidsmaker in dat geval kan doen, is een piekbelasting van de zorg tegengaan. Maar daarbij moet de R_0 ook weer niet te laag zijn, want dan duurt het te lang.

Ongelijkheid

Wie worden er het hardst getroffen door de COVID-19-recessie? Mongey en Weinberg (2020) laten zien dat sectoren waarin afstand houden moeilijk is en thuiswerken tevens lastig of onmogelijk is, zoals de horeca en voedingsindustrie, het hardst worden getroffen. Dit zijn bovendien de sectoren waarin er relatief veel laagopgeleiden werken.

Kaplan et al. (2020) combineren een HANK-model (*heterogeneous agent new-Keynesian*) en een SIR-model. Ze vinden dat het midden van de inkomensverdeling het hardst wordt getroffen, zowel met als zonder lockdowns. Dit komt enerzijds door de aard van de werkzaamheden, en anderzijds door de vermogenspositie van met name de lagere middenklasse. Huishoudens aan de onderkant zijn veelal afhankelijk van uitkeringen, en worden daardoor gemiddeld minder hard getroffen.

Alon et al. (2020) laten zien dat, in tegenstelling tot eerdere recessies, nu vooral vrouwen hard worden getroffen, omdat die veelal in boven beschreven sectoren werkzaam zijn. Op de langere termijn kunnen vrouwen echter profiteren van nieuwe technologieën en normen die de drempel verlagen om thuis te werken.

Jong en oud

Het is duidelijk dat ouderen meer baat hebben bij een lockdown dan jongeren, aangezien ouderen meer risico lopen en jongeren meer sociale activiteiten ontplooiën. Vlieger et al. (2020) pleiten er daarom ook voor om in beleid onderscheid te maken tussen jong en oud.

Voor dit onderscheid is er steun in de literatuur. Acemoglu et al. (2020) analyseren een SIR-model zonder gedrag, maar met verschillende risicogroepen – en vinden dat, voor een gegeven inkomensverlies (24 procent van het bruto binnenlands product), optimaal beleid onderscheid maakt tussen jong en oud. Dat kan het overlijdensrisico met een factor 2,5 verlagen. Brotherhood et al. (2020) staan wel economisch gedrag toe, en vinden ook dat het verminderen van het aantal contacten tussen jongeren en ouderen substantiële effecten heeft.

Onderscheid tussen jong en oud werpt ook vruchten af in combinatie met ander beleid, zoals bron- en contactonderzoek. Het voordeel is dan dat de besmettingskans voor ouderen daalt, terwijl de restricties voor jongeren beperkt kunnen blijven. Maar het zijn vooral jongeren die profiteren van dit beleid, terwijl ouderen meer baat hebben bij een uniform beleid. De cruciale vraag hier is of jongeren en ouderen goed te scheiden zijn en hoe wenselijk dit is. Ik ken weinig voorbeelden van een dergelijk beleid, en het is onduidelijk of dit komt omdat het fundamenteel moeilijk is of omdat weinig landen dit tot nu toe hebben geprobeerd. In de praktijk blijkt het in elk geval lastig om te voorkomen dat ouderen door jongeren besmet worden.

Sneltesten, contactonderzoek en quarantaine

Stel dat een besmetting je haar blauw zou kleuren, dan zou het een stuk makkelijker zijn om de contacten tussen geïnfecteerden en vatbaren te beperken. (Snel)testen doen iets vergelijkbaars, maar dan minder goed. De welvaartseffecten van intensief testen zijn sterk positief, zo blijkt uit S(E) IR-modellen. Het testen mag dan ook flink wat kosten als het een lockdown kan voorkomen of verlichten, zoals bijvoorbeeld Koolman (2020) bepleit.

Als we in staat zijn snel vast te stellen of iemand geïnfecteerd is, dan kan de kans dat zij anderen besmetten heel klein gemaakt worden, zoals Farboodi et al. (2020) laten zien. Bij het massale testen komen ook de asymptomatische gevallen naar voren. Berger et al. (2020) modelleren dat. In Brotherhood et al. (2020) zijn alle besmettingen symptomatisch, maar is testen toch belangrijk omdat mensen geen onderscheid kunnen maken tussen een verkoudheidje en corona. In beide modellen is dit een veel efficiëntere oplossing dan lockdowns.

Toch heeft deze strategie beperkingen die serieus genomen moeten worden. Niet iedereen heeft de juiste prikkels om zich te laten testen, met name als de wachttijden lang zijn. Ook is er een rol voor de overheid om de quarantaine-kosten voor geïnfecteerden laag te houden, bijvoorbeeld via bezorging van boodschappen.

Bron- en contactonderzoek vereist ook een gering aantal besmette personen. Bootsma et al. (2020) laten zien dat er naast sneltesten ook aanvullende maatregelen nodig blijven.

Ook is er nog onenigheid over de beste aanpak om het aantal besmettingen terug te brengen. Kort en streng heeft het voordeel dat de lockdown snel kan worden opgeheven, maar het vereist ook relatief kostbare maatregelen. Het wordt namelijk steeds moeilijker om R_0 verder te verlagen nadat het laaghangend fruit reeds geplukt is.

Een vaccin in zicht

Recent maakten Pfizer/BioNTech en Moderna bekend dat hun vaccins meer dan negentig procent bescherming bieden, en er dus binnenkort uitzicht is op groepsimmunitet door vaccinatie. Wat betekent dit voor het beleid?

Ten eerste zijn de baten van massaal vaccineren zeer groot, en is het van belang dat de capaciteit hiervoor zo snel mogelijk op orde wordt gebracht (dit mag ook weer flink wat kosten, als we hierdoor de restricties bijvoorbeeld twee maanden eerder kunnen opheffen).

Ten tweede zijn de baten van het indammen van de epidemie groter nu er een vaccin is. Immers, het voorkomen van een COVID-19-overlijden is nu niet langer een kwestie van uitstel, maar van afstel. Bognanni et al. (2020) laten zien dat het optimaal is om het aantal besmettingen nu fors terug te brengen, en daarna kan R_e geleidelijk weer stijgen tot rond de 1, tot het moment dat het vaccin massaal beschikbaar is. Daarna kunnen alle restricties worden opgeheven.

Literatuur

- Acemoglu, D., V. Chernozhukov, I. Werning en M.D. Whinston (2020) *Optimal targeted lockdowns in a multi-group SIR model*. NBER Working Paper, 27102.
- Alon, T., M. Doepke, J. Olmstead-Rumsey en M. Tertilt (2020) *The impact of COVID-19 on gender equality*. NBER Working Paper, 26947.
- Avery, C., W. Bossert, A. Clark et al. (2020) *Policy implications of models of the spread of coronavirus: perspectives and opportunities for economists*. NBER Working Paper, 27007.
- Berger, D.W., K.F. Herkenhoff en S. Mongey (2020) *An SEIR infectious disease model with testing and conditional quarantine*. NBER Working Paper, 26901.
- Bognanni, M., D. Hanley, D. Kolliner en K. Mitman (2020) *Economics and epidemics: evidence from an estimated spatial Econ-SIR model*. IZA Discussion Paper, 13797.
- Bootsma, M.C.J., M.E. Kretzschmar, G. Rozhnova et al. (2020) *Regular universal screening for SARS-CoV-2 infection may not allow reopening of society after controlling a pandemic wave*. Te vinden op www.medrxiv.org.
- Brotherhood, L., P. Kircher, C. Santos en M. Tertilt (2020) *An economic model of the Covid-19 epidemic: the importance of testing and age-specific policies*. IZA Discussion Paper, 13265.
- Diamond, P.A. (1982) *Aggregate demand management in search equilibrium*. *Journal of Political Economy*, 90(5), 881–894.
- Eichenbaum, M.S., S. Rebelo en M. Trabandt (2020) *The macroeconomics of epidemics*. NBER Working Paper, 26882.
- Farboodi, M., G. Jarosch en R. Shimer (2020) *Internal and external effects of social distancing in a pandemic*. NBER Working Paper, 27059.
- Fenichel, E.P. (2013) *Economic considerations for social distancing and behavioral based policies during an epidemic*. *Journal of Health Economics*, 32(2), 440–451.
- Frijters (2020) *Vanuit geluk bezien zijn de kosten van een lockdown veel hoger dan de baten*. *ESB* 105(4791), 510–513.
- Guerrieri, V., G. Lorenzoni, L. Straub en I. Werning (2020) *Macroeconomic implications of COVID-19: can negative supply shocks cause demand shortages?* NBER Working Paper, 26918.
- Hethcote, H.W. (2000) *The mathematics of infectious diseases*. *SIAM Review*, 42(4), 599–653.
- Kaplan, G., B. Moll en G. Violante (2020) *The great lockdown and the big stimulus: tracing the pandemic possibility frontier for the U.S.* NBER Working Paper, 27794.
- Kermack, W.O. en A.G. McKendrick (1927) *A contribution to the mathematical theory of epidemics*. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Containing papers of a mathematical and physical character*, 115(772), 700–721. Te vinden op royalsocietypublishing.org.
- Koolman, X. (2020) *De containment-strategie verdient een nieuwe kans*. *ESB*, 105(4784), 71.
- Kremer, M. (1996) *Integrating behavioral choice into epidemiological models of AIDS*. *The Quarterly Journal of Economics*, 111(2), 549–573.
- Lloyd-Smith, J.O., S.J. Schreiber, P.E. Kopp en W.M. Getz (2005) *Super-spreading and the effect of individual variation on disease emergence*. *Nature*, 438(7066), 355–359.
- Moll, B. (2020) *Lockdowns in SIR models*. Te vinden op benjaminmoll.com.
- Mongey, S. en A. Weinberg (2020) *Characteristics of workers in low work-from-home and high personal-proximity occupations*. *Becker Friedman Institute for Economic White Paper*, 2 april.
- Neuteboom, N., P. Golec en S. Phlippen (2020) *De Nederlandse economie tijdens covid-19: economische gevolgen van de tweede golf*. *Economisch Bureau ABN Amro*. Te vinden op insights.abnamro.nl.
- Roberts, M.G. en J.A.P. Heesterbeek (2013) *Characterizing the next-generation matrix and basic reproduction number in ecological epidemiology*. *Journal of Mathematical Biology*, 66(4–5), 1045–1064.
- Vlieger, E.J., R. Fransman en A. Sipkema (2020) *De kwetsbaren beschermen, het kan*. *ESB Blog*, 21 oktober.