

# Centraliteit sector van belang bij doorwerking schok in economie

De uitbraak van het coronavirus veroorzaakt ongekende schokken in de economie. Tijdens de financiële crisis in 2008 hebben we gezien dat een schok in een centrale sector – de financiële branche – zich door de hele economie kan verspreiden. Hoe zijn de verschillende sectoren in de Nederlandse economie nu met elkaar verbonden? Een empirische analyse.

## IN HET KORT

- De Nederlandse economie heeft een hub-structuur. Schokken in een centrale sector beïnvloeden daardoor de hele economie.
- In Nederland zijn de meest centrale sectoren onder meer de voedingsmiddelenindustrie, de landbouw en de bouw.
- Deze sectoren zijn daarmee belangrijker voor de economie dan aangenomen kan worden op basis van toegevoegde waarde.

## JADÉ DIETEREN

Econometrist bij de Rabobank

## LIZE NAUTA

Econoom bij de Rabobank

De meeste sectoren zijn onderling met elkaar verbonden omdat ze goederen en diensten aan elkaar leveren. De voedingsmiddelenindustrie ontvangt bijvoorbeeld melk van de landbouw, die ze tot kaas verwerkt, en vervolgens aan de horeca levert. En zo zijn er talloze andere verbintenissen tussen sectoren. Het reilen en zeilen van de ene bedrijfstak kan dus van invloed kan zijn op het functioneren van de andere.

Er werd lang gedacht dat een negatieve schok, die uiteindelijk leidt tot een grote terugval in productie van één bepaalde sector, geen effect heeft op de gehele economie (Lucas, 1977). Volgens Lucas voelt het netwerk op macro-niveau deze negatieve schok niet omdat de schok zich tot één sector beperkt. Maar tijdens de financiële crisis van 2008–2009 zagen we dat een schok in één sector – de financiële branche – wel degelijk doorwerkte. Het argument van Lucas houdt geen rekening met het feit dat de sectoren onderling verbonden zijn (Acemoglu et al., 2012).

Ook Atalay (2017) laat zien dat juist de schokken in individuele sectoren de primaire bron voor fluctuaties in het bruto binnenlands product (bbp) vormen. Ook is de structuur van het netwerk, de manier waarop verschillende sectoren met elkaar in verbinding staan, bepalend voor hoe een microschock doorwerkt in de gehele economie (Acemoglu et al., 2012; Carvalho, 2010; 2014; Choi en Foe-rster, 2017).

Het belang van een netwerkanalyse wordt ook benadrukt in McKinsey (2017), die stelt dat sectorale scheidingen vervagen en waardeketens dwars door sectoren heen gaan. De verbindingen tussen sectoren worden dus steeds belangrijker. Inzicht in de verbindingen tussen sectoren helpt om te begrijpen in hoeverre sectorale schokken en ontwikkelingen doorwerken in het functioneren van andere delen van de economie. En het geeft beleidsmakers zicht op hoe sectorspecifieke maatregelen ook de rest van de economie kunnen beïnvloeden. Dat is extra belangrijk nu corona grote delen van de economie ontwricht.

Reden genoeg om te onderzoeken wat de structuur is van het Nederlandse netwerk en welke sectoren daarin centraal staan. In dit artikel brengen we daarom het Nederlandse sectorale netwerk in kaart.

## Data en afbakening

We maken gebruik van input/output-data van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) uit 2017 om het Nederlandse netwerk in kaart te brengen. Deze dataset is het meest recent, maar heeft ook beperkingen. Zo moeten we ons houden aan de sectorindeling van het CBS (een volledige lijst van de sectoren is te vinden in de appendix bij de online versie van dit artikel). Daarnaast laten we bij het gebruik van deze dataset de internationale dimensie buiten beschouwing, wat voor een open economie als Nederland een belangrijke beperking is. Datasets die wel een buitenlandse dimensie hebben, zijn echter minder recent, en we willen met deze analyse juist het meest actuele Nederlandse netwerk van sectoren in kaart brengen.

## Verskillende netwerkstructuren

De structuur van een netwerk is afhankelijk van de dichtheid: de ratio tussen hoeveel verbindingen er daadwerkelijk tussen sectoren zijn en het aantal verbindingen dat er tussen sectoren mogelijk is. In figuur 1 onderscheiden we vier basisstructuren. In dit schematische voorbeeld met vier sectoren zijn er in totaal zestien verbindingen mogelijk. Hierbij worden de *intra*-sectorale verbindingen, zogenaamde *zelf-loops*, meegenomen. Wanneer alle sectoren met elkaar verbonden zijn, is de dichtheid van het netwerk precies één (figuur 1a). In een niet-verbonden netwerk (figuur 1d) is de dichtheid  $4/16 = 0,25$ .

Voor de structuur van het netwerk is ook de netwerkafstand van belang: de hoeveelheid stappen of verbindingen



gen die nodig is om van een sector naar een andere te gaan. In een volledig verbonden netwerk (figuur 1a) zijn alle sectoren direct met elkaar verbonden en is de maximum netwerkafstand dus één. Een schok in een willekeurige sector werkt dan door in de hele economie.

In een hub-netwerk (figuur 1b) is de afstand tussen sommige sectoren wél groter dan één. In een 'hub'-economie staat één sector namelijk centraal en zijn andere sectoren indirect met elkaar verbonden. Een schok in een centrale hub-sector werkt in dat geval sneller door naar de gehele economie dan een schok in een niet-centrale sector (Choi en Foerster, 2017).

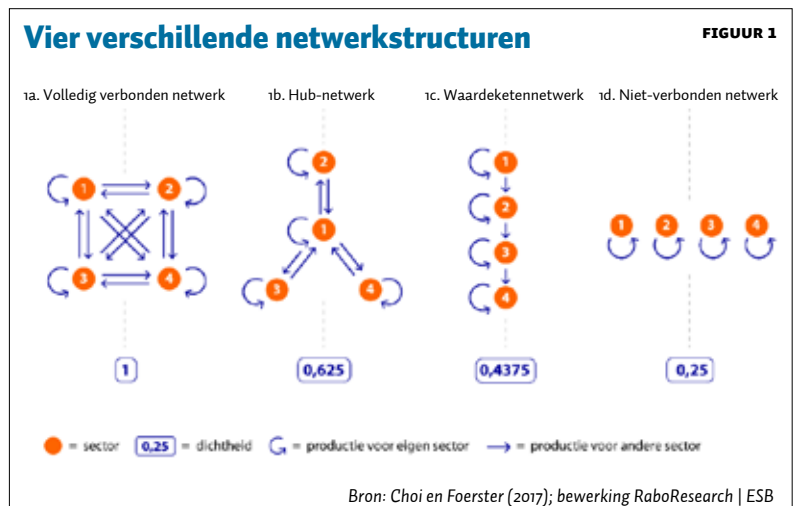
In het waardeketen-netwerk (figuur 1c), produceert de eerste sector indirect voor alle andere sectoren. Daarom werkt een schok in de eerste sector door tot in de hele economie, maar een schok in de vierde sector niet. Deze sector levert namelijk niet aan de andere sectoren. In figuur 1d wordt ten slotte een niet-verbonden netwerk weergegeven. In een niet-verbonden economie werkt een schok in een sector niet door; geen van de sectoren produceert voor een andere sector.

De Nederlandse economie past met een dichtheid van 0,7 schematisch gezien tussen het 'hub'-netwerk en het volledig verbonden netwerk. In het Nederlandse sectorale netwerk zijn er namelijk in totaal 6561 verbindingen mogelijk tussen de 81 meegenomen sectoren, maar zijn er daadwerkelijk 4606 verbindingen.

### Samenhang netwerkafstand en outputgroei

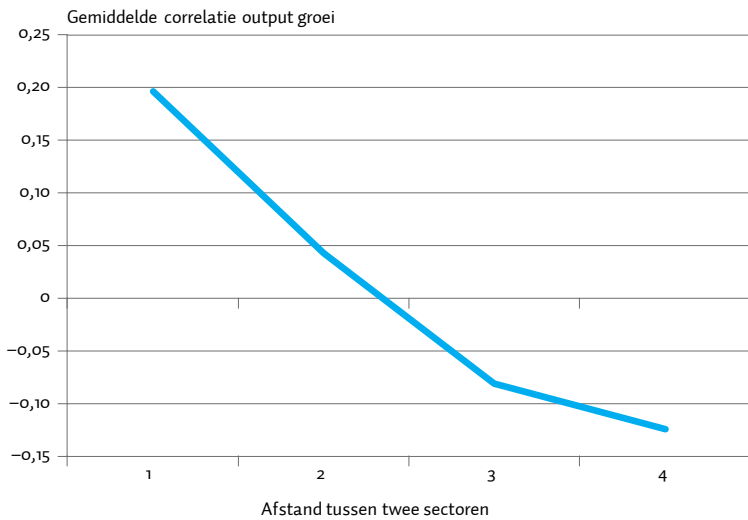
Voor een 'hub'-netwerk verwachten we dat de outputgroei van de ene sector samenhangt met de outputgroei van een andere sector, en dat deze samenhang toeneemt naarmate de netwerkafstand afneemt.

Om te toetsen of de Nederlandse economie inderdaad een 'hub'-netwerk vormt, berekenen we eerst de groei in toegevoegde waarde vanuit de productie per sector in werkelijke prijzen voor de periode 1995–2018, op basis van



## Samenhang netwerkafstand en outputgroei

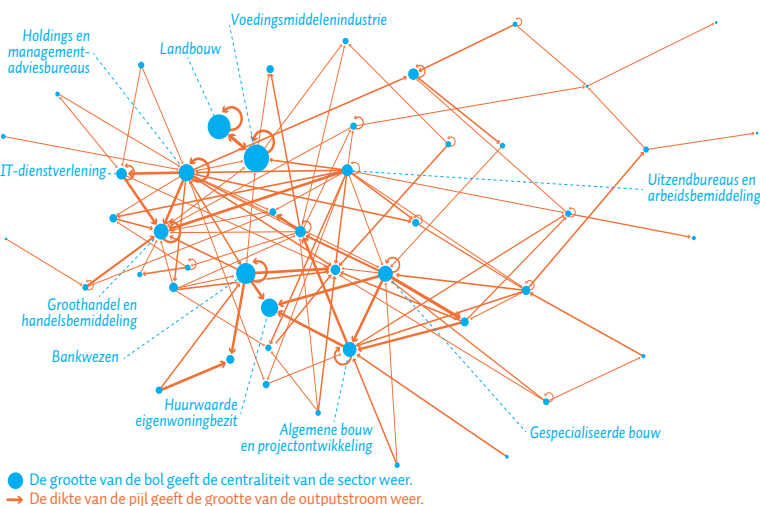
FIGUUR 2



Data: CBS | ESB

## Samenhang Nederlandse sectoren

FIGUUR 3



Noot: Om het netwerk visueel overzichtelijker te maken zijn alleen de verbindingen van meer dan één standaarddeviatie van het gemiddelde zichtbaar

Data: CBS | ESB

CBS-data. Vervolgens koppelen we de groeicijfers aan de netwerkafstand van elk paar waar input/output-data over beschikbaar zijn. Zo kunnen we voor elk paar sectoren de correlatie tussen de outputgroei over de gehele periode berekenen (Carvalho, 2014). Een uitgebreide uitleg van de berekening staat in de appendix bij de online versie van dit artikel.

Figuur 2 toont aan dat er een samenhang bestaat tussen de afstand van sectoren in het netwerk en de sectorale outputgroei: hoe groter de afstand tussen twee sectoren, hoe minder de samenhang in de sectorale outputgroei. En andersom: twee sectoren die niet ver van elkaar verwijderd zijn, tonen een verband in hun outputgroei.

Nederland kent dus een 'hub'-structuur. Dat betekent dat een schok in één bedrijfstak kan doorwerken naar de omliggende sectoren (de 'buren' van die sectoren), en in

mindere mate ook naar de sectoren die daar weer omheen liggen en indirect met de sector in verbinding staan.

Een trend in outputgroei, die bijvoorbeeld in de landbouw plaatsvindt, kan dus doorwerken naar de voedingsmiddelenindustrie. Hoe verder we vandaan zijn van de originele sector waar de schok plaatsvond, hoe kleiner het effect wordt.

## Centraliteit in netwerk

Er bestaan verschillen tussen sectoren in de mate waarin ze een meer of minder centrale positie in de economie innemen. Omdat Nederland een hub-netwerk heeft, is de centraliteit van sectoren extra belangrijk. Een schok in een centrale hub-sector werkt sneller door naar de gehele economie dan een schok in een niet-centrale sector (Choi en Foerster, 2017).

Er zijn verschillende maatstaven die deze 'centraliteit' meten, zoals maatstaven die meten hoeveel in- of outputlinks een sector heeft (*degree centrality*), of hoe vaak een sector op de route tussen twee andere sectoren ligt (*betweenness centrality* of *random walk centrality*). Maar niet alle maatstaven houden rekening met de grootte van de outputstroom van de verbinding.

Een maatstaf die dat wel doet, is de *eigenvalue centrality* (Bonacich, 1972), waar we in deze analyse naar kijken. Bij deze maatstaf is de centraliteit van een knoop proportioneel tot de som van de centraliteit van de burens (zie online-appendix). De eigenvalue centrality meet daarmee de invloed van een knoop in het netwerk. Deze eigenvalue maatstaf wordt ook in het PageRank algoritme van Google toegepast (Spizzirri, 2011; Carvalho, 2014).

We kijken naar deze maatstaf omdat een sector die een belangrijke verbinding heeft met een 'belangrijke' sector, zelf ook belangrijk is. Om een voorbeeld te geven: stel je bent een acteur. Dan is de connectie met twee filmregisseurs in je sociale netwerk belangrijker dan je connectie met tien figuranten.

Daarnaast tonen Costenbader en Valente (2003) aan dat eigenvalue centrality de meest stabiele test is als de steekproefgrootte niet volledig dekkend is. Ook vinden zij dat het een goede methode is om centrale sectoren vast te stellen. Deze maatstaf wordt dan ook veel toegepast (Carvalho, 2014). Zo gebruikt Richmond (2019) de maatstaf om te bepalen welke landen centraal liggen in het mondiale handelsnetwerk. Om de eigenvalue centrality voor het Nederlandse netwerk in 2017 te berekenen, maken we gebruik van alle verbindingen die er tussen sectoren zijn.

## Voedingsmiddelenindustrie meest centraal

Figuur 3 toont de sterkste verbindingen in het Nederlandse netwerk. De voedingsmiddelenindustrie is volgens de eigenvalue centrality-maatstaf de meest centrale sector in 2017 (tabel 1). Ook de landbouw, het bankwezen, de bouw, groothandel, uitzendbranche en de IT-dienstverlening zijn centrale sectoren in 2017. Een schok in een van deze sectoren kan makkelijker doorwerken naar de gehele economie (Acemoglu et al., 2012; Carvalho, 2010; 2014; Choi en Foerster, 2017). Er zijn ook sectoren die het minst centraal stonden, zoals de bosbouw en de loterijen en kansspelen. Daarbij zal een schok waarschijnlijk nauwelijks doorwerken.

Sectoren die in 2017 een groot deel van het Nederlandse bbp uitmaakten, zijn niet altijd ook centrale sectoren in het netwerk. Zo staan de voedingsmiddelenindustrie, de primaire landbouw en de bouw niet in de top tien van grootste sectoren naar bruto toegevoegde waarde. Deze drie sectoren zijn dus belangrijker voor de Nederlandse economie dan ze lijken wanneer je enkel naar het relatieve gewicht binnen de economie kijkt.

De voedingsmiddelenindustrie heeft een sterke verbinding met de landbouw, maar die verbinding is niet de enige reden dat deze sector zo centraal staat in het Nederlandse netwerk. Zodra we de landbouw weg laten uit het netwerk, dan zakt de centraliteit van de voedingsmiddelenindustrie, maar deze sector blijft in de centraliteitstop tien staan. Het effect van de voedingsmiddelenindustrie op de landbouw is groter: in een wereld zonder de voedingsmiddelenindustrie verdwijnt de landbouw uit de top tien van meest centrale sectoren. Hoe de centraliteit per sector verandert zodra er bedrijfstakken worden weggelaten is interessant vervolgonderzoek.

### Coronacrisis

De voedingsmiddelenindustrie, de landbouw en de bouw zijn de meest centrale sectoren binnen onze economie. Deze sectoren zijn belangrijker voor de economie dan ze lijken wanneer alleen naar hun directe bijdrage aan het bbp gekeken wordt, omdat schokken in centrale sectoren makkelijk schokken in andere sectoren kunnen veroorzaken.

Deze inzichten zijn relevant in het licht van de huidige coronacrisis en de bijbehorende sectorale schokken. Inzicht in welke sectoren centraal staan in de economie kan helpen bij de vormgeving van steunmaatregelen voor sectoren, om zo het effect van het doorwerken van schokken naar de algehele economie in te dammen.

### Vervolgonderzoek

Onze analyse is een eerste verkenning, en vervolgonderzoek is dus nodig. Zo weten we nog niet precies in welke mate een schok zal doorwerken. Daarnaast is de economie aan verandering onderhevig. Dit roept de vraag op hoe het netwerk er twintig jaar geleden uitzag en wat de belangrijkste veranderingen van de afgelopen jaren zijn.

Verder hebben we bij deze analyse alleen naar het Nederlandse netwerk gekeken en de internationale dimensie buiten beschouwing gelaten. Dat die internationale dimensie van belang kan zijn, blijkt wel uit de steeds grotere fragmentatie van internationale waardeketens (Timmer et al., 2014; Erken et al., 2019). Daarnaast analyseerden Hausman en Hidalgo (2013) patronen in Nederlandse exportdata en concluderen onder andere dat de landbouw en de voedingsmiddelenindustrie sterk afhankelijk zijn van Europese markten. Dit roept de vraag op in hoeverre internationale waardeketens inwerken op het Nederlandse netwerk van sectoren.

## Centrale sectoren hebben niet altijd een groot aandeel in het bbp

TABEL 1

	Hoogste eigenvalue centrality 2017	Percentage van totaal bruto toegevoegde waarde 2017	Grootste sectoren naar bruto toegevoegde waarde 2017	Percentage van totaal bruto toegevoegde waarde 2017
1	Voedingsmiddelenindustrie	1,6	Groothandel en handelsbemiddeling	8,7
2	Landbouw	1,8	Openbaar bestuur en overheidsdiensten	6,9
3	Bankwezen	5,9	Verhuur en handel van onroerend goed	6,3
4	Huurwaarde eigenwoningbezit	(Niet beschikbaar)	Bankwezen	5,9
5	Holdings en managementadviesbureaus	3,7	Gezondheidszorg	4,8
6	Gespecialiseerde bouw	2,4	Onderwijs	4,7
7	Groothandel en handelsbemiddeling	8,7	Exploitatie onroerend goed excl. woningbezit	4,3
8	Algemene bouw en projectontwikkeling	1,6	Verzorging en welzijn	4,1
9	Uitzendbureaus en arbeidsbemiddeling	3,2	Detailhandel (niet in auto's)	3,7
10	IT-dienstverlening	2,8	Holdings en managementadviesbureaus	3,7

Noot: Wij hanteren voor de landbouw en de voedingsmiddelenindustrie de sectordefinitie van het CBS. Volgens de andere definitie die Wageningen University & Research hanteert bedraagt het agrocomplex circa zeven procent van het bbp (WUR, 2019).

Data: CBS | ESB

### Literatuur

- Acemoglu, D., V.M. Carvalho, A. Ozdaglar en A. Tahbaz-Salehi (2012) The network origins of aggregate fluctuations. *Econometrica*, 80(5), 1977–2016.
- Atalay, E. (2017) How important are sectoral shocks? *American Economic Journal: Macroeconomics*, 9(4), 254–280.
- Bonacich, P. (1972) Factoring and weighting approaches to status scores and clique identification. *The Journal of Mathematical Sociology*, 2(1), 113–120.
- Carvalho, V.M. (2010) *Aggregate fluctuations and the network structure of intersectoral trade*. Paper te vinden op [vasco-m-carvalho.github.io](https://vasco-m-carvalho.github.io).
- Carvalho, V.M. (2014) From micro to macro via production networks. *Journal of Economic Perspectives*, 28(4), 23–48.
- Choi, J. en A. Foerster (2017) The changing input-output network structure of the U.S. economy. *Economic Review*, 2017(Q II), 23–49.
- Costenbader, E. en T.W. Valente (2003) The stability of centrality measures when networks are sampled. *Social Networks*, 25(4), 286–307.
- Erken, H., B. Giesbergen en L. Nauta (2019) *Nederland ook kwetsbaar in de mondiale waardeketen tussen China en de VS*. RaboResearch, 15 augustus. Te vinden op [economie.rabobank.com](https://economie.rabobank.com).
- Hausmann, R. en C.A. Hidalgo (2013) *How will the Netherlands earn its income 20 years from now?* WRR Report, 74. Te vinden op [www.wrr.nl](https://www.wrr.nl).
- Lucas, R.E. (1977). *Understanding business cycles*. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 5, 7–29.
- McKinsey (2017) *Competing in a world of sectors without borders*. *McKinsey Quarterly*, 3. Artikel te vinden op [www.mckinsey.com](https://www.mckinsey.com).
- Richmond, R.J. (2019) Trade network centrality and currency risk premia. *The Journal of Finance*, 74(3), 1315–1361.
- Spizzirri, L. (2011) *Justification and application of eigenvector centrality*. *Algebra in Geography: Eigenvectors of Networks*, 6 maart. Te vinden op [sites.math.washington.edu](https://sites.math.washington.edu).
- Timmer, M.P., A. Azeze Erumban, B. Los et al. (2014) Slicing up global value chains. *Journal of Economic Perspectives*, 28(2), 99–118.
- WUR (2019) *Aandeel agrocomplex in Nederlandse economie stabiel*, 11 juni. Wageningen University. Publicatie te vinden op [www.agrimatie.nl](https://www.agrimatie.nl).