

# Netwerkanalyse biedt nieuwe inzichten voor clustergericht energiebeleid

Synergievoordelen binnen industriële clusters zijn een belangrijk uitgangspunt in het Nederlandse klimaatbeleid. Tegelijkertijd zijn deze clusters in de praktijk soms moeilijk waarneembaar. Een netwerkanalyse maakt een clustergericht industriebeleid met focus op verduurzaming mogelijk.

## IN HET KORT

- Een effectief transitiebeleid vereist een beter begrip van de werking van industrieclusters.
- Verduurzaming van de industrie vraagt om inzicht in de samenhang en interactie binnen industrieclusters.
- Een toepassing van netwerkanalyse op het industriecluster Zeeland laat zien dat er sprake is van een functioneel netwerk.

## GERT BUITEN

Senior statisticus bij het Centraal Bureau voor de Statistiek

## CEES DIKS

Hoogleraar aan de Universiteit van Amsterdam (UvA)

## ALBERT FABER

Senior beleidsadviseur bij het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

## EELKE HEEMSKERK

Universitair hoofd-docent aan de UvA

## CAROLINA MATTSSON

Postdoctoraal onderzoeker aan de Universiteit Leiden

In het Nederlandse klimaatbeleid wordt er onder meer ingezet op (systeem)transities in vijf regionale industriële clusters (SER, 2019). Deze clusters hebben een sterke inhoudelijke, geografische en sectorale verwevenheid. De gedachte is dat, met een integrale, clustergerichte aanpak in de regio, er synergievoordelen behaald kunnen worden bij het realiseren van de benodigde emissiereductie. Zo levert kunstmestfabrikant Yara al sinds 2009 restwarmte en CO<sub>2</sub> aan de glastuinbouw in de regio. Dow Chemical in Terneuzen en staalproducent ArcelorMittal in Gent verkennen of het hoogovengas van de laatste gebruikt kan worden als grondstof voor het chemieconcern.

Om de mogelijke regionale synergie ook daadwerkelijk tot uiting te laten komen, is het van belang om de onderlinge relaties tussen de bedrijven in een industriecluster goed in beeld te krijgen. Een industriecluster is een netwerk van afhankelijkheden en relaties. Vanuit de theorie weten we dat de structuur van deze netwerken een grote rol speelt bij de economische dynamiek op de korte, middellange en de lange termijn (Acemoglu et al., 2012; Arthur, 2021; McNerney et al., 2018). Tegelijkertijd weten we niet goed hoe deze netwerken er in de praktijk uitzien en hoe ze functioneren.

Om meer inzicht te krijgen in de relaties tussen bedrijven, is een verkennende studie uitgevoerd van het industriecluster Zeeland, waarbij we met behulp van een netwerkmo-

del een eerste analyse hebben gemaakt van de samenhang in het cluster. Met deze exercitie verkennen we of een netwerkanalyse nieuwe of effectievere aanknopingspunten kan bieden voor het clustergerichte industriebeleid.

## Kwantitatieve analyse van netwerken

Netwerken verschillen van elkaar in de mate en wijze van verwevenheid tussen de verschillende knooppunten binnen een netwerk. Die verwevenheid en de structuur ervan zijn bepalend voor hoe een netwerk functioneert. In sociale netwerken is de verwevenheid groot – mijn vrienden zijn vaak ook weer vrienden van elkaar. Netwerken met een meer functionele structuur (zoals industrieclusters en productieketens) worden gekenmerkt door andere karakteristieken, zoals specialisatie en taakverdeling.

‘Bipartiviteit’ is een interessante maatstaf voor de structuur van relaties binnen een netwerk. Een netwerk is ‘bipartiet’ als het gesplitst kan worden in twee ‘partijen’, waarbij knooppunten alleen maar relaties hebben met de knooppunten in de andere groep (Rivera et al., 2010). In sociale netwerken is de mate van bipartiviteit laag, terwijl deze hoog zal zijn in functionele netwerken (Mattsson et al., 2021).

In ons onderzoek naar het industriecluster in Zeeland is de verwevenheid gemeten met de ‘spectrale bipartiviteit’. Deze wordt berekend op basis van de verhouding tussen het aantal gesloten driehoeksrelaties (als maatstaf voor ‘mijn vrienden zijn ook elkaars vrienden’) en vierhoeksrelaties (als maatstaf voor bijvoorbeeld twee concurrenten met eenzelfde toeleverancier en eenzelfde afnemer).

Figuur 1 geeft hiervan een voorbeeld. In zogeheten ‘random networks’, waarin de verbindingen willekeurig verdeeld zijn, is de bipartiviteit gemiddeld. Sociale netwerken hebben een minder dan gemiddelde bipartiviteit en bij ‘real-life’ functionele netwerken is die significant groter dan binnen een random selectie van bedrijven. Voor de duidelijkheid is ook een puur ‘two-mode’-netwerk opgenomen, dat honderd procent bipartiet is.

Om te achterhalen of het industriecluster Zeeland een functioneel netwerk is, hebben we de berekende bipartiviteit binnen dit netwerk vergeleken met de typische waarden die je zou verwachten voor een set van referentienetwerken met een identiek aantal bedrijven en verbindingen, maar waarin de verbindingen willekeurig zijn aangebracht zonder functionele component (Mattsson et al., 2021).

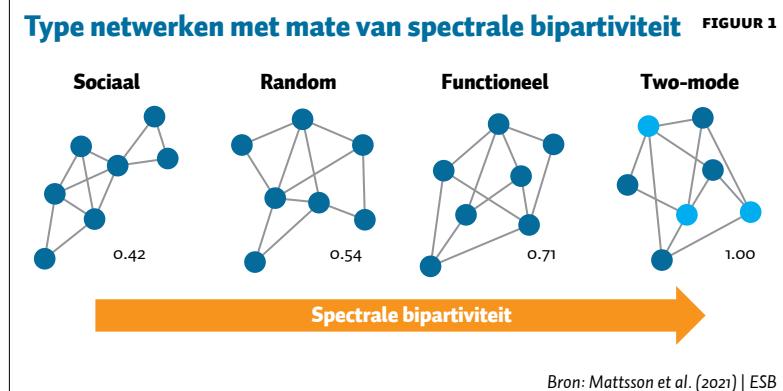


Voor het analyseren van netwerken op bedrijfsniveau zijn er datasets nodig, met informatie over de relaties tussen afzonderlijke bedrijven. In sommige landen kunnen dergelijke datasets worden samengesteld op basis van administratieve bronnen zoals btw-aangiftes, maar in Nederland zijn dergelijke data niet beschikbaar. Wel hebben we veel informatiebouwstenen, zoals de omvang, omzet, activiteiten en vestigingsplaats van bedrijven. Bovendien zijn er geavanceerde statistische methoden om de ontbrekende relaties te schatten. Deze methoden heeft het CBS gecombineerd om een eerste experimentele dataset samen te stellen van het Nederlandse bedrijfennetwerk (Hooijmaaijers en Buitenhuis, 2019). De klant-leverancierrelaties zijn hierin beschikbaar per goederen- en dienstencategorie. De analyse in dit artikel is gebaseerd op deze dataset, met data voor het jaar 2012.

## Industrie Zeeland als functioneel netwerk

Met de experimentele dataset is het industriecluster Zeeland in kaart gebracht. Dit cluster omvat een aantal grote industriële bedrijven rond de Westerschelde, vooral in de regio Terneuzen, en strekt zich uit tot aan Bergen op Zoom, Vlissingen en Gent. Het cluster omvat een aantal grondstof- en energie-intensieve bedrijven die gezamenlijk streven naar de reductie van hun energie- en grondstoffengebruik (SDR, 2020). Tevens zijn er verbanden door onderlinge leveringen, gedeelde infrastructuren, overlapping in arbeidsaanbod en door gedeelde R&D-projecten. De verwachting is daarom dat het industriecluster Zeeland een ‘functioneel netwerk’ vormt, waarin vergelijkbare bedrijven wel deels gemeenschappelijke leveranciers en afnemers hebben, maar relatief weinig onderlinge relaties.

In onze analyse zien we dit inderdaad terug: het industriecluster Zeeland vertoont de structurele kenmerken van een functioneel netwerk. De berekende bipartiviteit blijkt veel groter dan die van modelmatig gegenereerde random referentienetwerken. Interviews met enkele stakeholders binnen het cluster en met beleidmakers bevestigen dit beeld. Bedrijven met veel verbindingen binnen het Zeeuwse industriecluster zijn doorgaans niet erg sterk verbonden met andere nauw verbonden bedrijven binnen dit cluster. De grote spelers in het cluster zijn actief op verschillende markten, maar vinden elkaar via andere spelers, doorgaans



de toeleveranciers. Op basis van deze relaties zien we dat het netwerk niet zozeer is gevormd als één hecht cluster, maar als een netwerk van onderling en zijdelings verbonden functionele modules (of ‘subclusters’). Binnen die functionele modules in het Zeeuwse industriecluster is er sprake van een hoge dichtheid van relaties via onderlinge leveringen. De functionele structuur van het industriecluster Zeeland geeft ruimte voor samenwerkingsprojecten zoals Smart Delta Resources, vanwege gedeelde belangen in termen van bijvoorbeeld arbeidsmarkt, innovatie en infrastructuur. Deze schets van het netwerk wordt ook in de praktijk onderkend. In een van de interviews die zijn gevoerd wordt gesteld dat het beter is te spreken van een ‘industriële regio met hoge dichtheid’ dan van een cluster.

## Conclusie en discussie

Deze netwerkanalyse van het industriecluster Zeeland kan – in samenhang met andere inzichten uit netwerkstudies – bijdragen aan de verfijning van een specifiek, clustergericht transitiebeleid. We noemen hier drie belangrijke inzichten.

Ten eerste weten we dat de verandercapaciteit in een complex netwerk doorgaans niet ligt bij de centrale of de perifere spelers, maar juist bij de spelers ‘er precies tussen-in’ (Quax et al., 2013). Deze intermediaire spelers zijn in het netwerk sterk verbindend: ze beïnvloeden de centrale spelers, die zelf te zeer zijn ingebed in het netwerk om een agent of change te kunnen zijn. Deze intermediaire spelers nemen de perifere spelers mee, die zelf niet de slagkracht

## FRANK TAKES

Universitair docent  
aan de Universiteit  
Leiden

## PETER SLOOT

Hoogleraar aan de  
UvA

Dit artikel is gebaseerd op een artikel van Mattsson et al. (2021). Het onderzoek is gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

hebben om een netwerk te kunnen veranderen. Om een heel netwerk van partijen voor de energietransitie in beweging te krijgen, kan de overheid zich niet beperken tot de generieke marktordening, maar zal er ook actieve coördinatie en regie nodig zijn (Schipper-Tops et al., 2021). De intermediaire spelers zijn daarvoor dus een belangrijk aanknopingspunt.

## De overheid zich niet beperken tot generieke marktordening: er zal ook actieve coördinatie en regie nodig zijn

Een tweede inzicht is dat vernieuwing in functionele netwerken vaak voortbouwt op bestaande verbindingen in een netwerk (Boschma et al., 2017; O’Clery et al., 2021). In het industriecluster Zeeland zien we dit bijvoorbeeld met de spin-off van Trinseo (voorheen Styron), een plasticproducent die voortkomt uit DOW Benelux. Waar heel nieuwe knooppunten in het netwerk worden geïntroduceerd, zullen deze waarschijnlijk alleen succesvol zijn als er snel functionele verbanden worden opgezet. Zo zien we dat Oatly, producent van zuivelproducten op basis van haver, al snel werd ingebed in de bestaande structuren van toelevering en distributie. Uiteindelijk ontstaan er ook nieuwe verbindingen, zoals in de samenwerking tussen kunstmestproducent Yara en windparkontwikkelaar Ørsted bij de productie van ‘groene ammoniak’. Voor transitiebeleid betekent dit een verbreding van perspectief, waarbij de functionele samenhang gezien moet worden als een belangrijke succesfactor van beleid.

Tot slot dient transitiebeleid rekening te houden met de kwetsbaarheid van netwerken. De grootste spelers in het industriecluster Zeeland opereren op verschillende afzetmarkten, en zijn niet direct van elkaar afhankelijk. Daardoor lijken ze op het eerste gezicht niet verbonden, maar ze delen wel verschillende kleinere toeleveranciers. Dit betekent dat een verstoring bij één van deze toeleveranciers van grote invloed kan zijn op het industriecluster als geheel. Het kan ook andersom: als een van de grote spelers zou uitvallen komen de kleine toeleveranciers waarschijnlijk in grote problemen, waardoor vervolgens alsnog ook de andere grote spelers geraakt worden (Inoue en Todo, 2020). Met netwerkmodellen kunnen we simuleren hoe schokken of impulsen via de toeleveringsketens doorwerken (Diodato en Weterings, 2015; Inoue en Todo, 2019).

Concluderend stellen we dat ‘functionele modules’ een geschikt aanknopingspunt kunnen zijn voor beleidsanalyse. Clusters zitten op een aggregatieniveau tussen individuele bedrijven en bedrijfstakken in. Dat brengt interessante nieuwe vragen met zich mee, bijvoorbeeld over hoe een strategieverandering bij één bedrijf een heel (onderdeel van een) (sub)cluster anders kan laten functioneren.

De hier beschreven analyse is nadrukkelijk een eerste stap – een ‘proof of concept’ voor het gebruik van een netwerkanalyse voor beleidsvraagstukken. Om de stap te maken van ‘proof of concept’ naar ‘proof of application’ zal versterking nodig zijn van de kwantitatieve basis. Dit vereist data op mesoniveau. Deze data, tussen het macro-niveau van de economie en de microdata op bedrijfsniveau, zijn lang niet altijd vorhanden.

Voor onze analyse is er gewerkt met een dataset voor 2012; terwijl het CBS nu werkt aan versies voor 2018 en 2019, gebaseerd op meer data en met methodologische verbeteringen middels de ervaringen met de eerste dataset. Het gaat dan om gegevens over, onder meer, productieketens, regionale verbindingen en de onderlinge handelsrelaties binnen een netwerk. Deze nieuwe data bieden de mogelijkheid om de veranderingen in netwerkstructuur over de tijd in kaart te brengen, waarmee gerichter en systeembewuster beleid kan worden geformuleerd.

## Literatuur

- Acemoglu, D., V.M. Carvalho, A. Ozdaglar en A. Tahbaz-Salehi (2012) The network origins of aggregate fluctuations. *Econometrica*, 80(5), 1977–2016.
- Arthur, W.B. (2021) Foundations of complexity economics. *Nature Reviews Physics*, 3, 136–145.
- Boschma, R., L. Coenen, K. Frenken en B. Truffer (2017) Towards a theory of regional diversification: combining insights from evolutionary economic geography and transition studies. *Regional Studies*, 51(1), 31–45.
- Diodato, D. en A.B.R. Weterings (2015) The resilience of regional labour markets to economic shocks: exploring the role of interactions among firms and workers. *Journal of Economic Geography*, 15(4), 723–742.
- Hooijmaaijers, S. en G. Buitenhuis (2019) A methodology for estimating the Dutch interfirm trade network, including a breakdown by commodity. CBS (Technische rapportage), te vinden op [www.oecd.org](http://www.oecd.org).
- Inoue, H. en Y. Todo (2019) Firm-level propagation of shocks through supply-chain networks. *Nature Sustainability*, 2, 841–847.
- Inoue, H. en Y. Todo (2020) The propagation of the economic impact through supply chains: the case of a mega-city lockdown against the spread of COVID-19. *PLoS ONE*, 15(9), e0239251.
- Mattsson, C., F.W. Takes, E.M. Heemskerk et al. (2021) Functional structure in production networks. *Frontiers in Big Data*, 21 mei.
- McNerney, J., C. Savoie, F. Caravelli en J.D. Farmer (2018) How production networks amplify economic growth. Cornell University, 17 oktober. Te vinden op [arxiv.org](https://arxiv.org).
- O’Clery, N., M.A. Yıldırım en R. Hausmann (2021) Productive ecosystems and the arrow of development. *Nature Communications*, 12(1), artikelnr 1479.
- Quax, R., A. Apolloni en P.M.A. Sloot (2013) The diminishing role of hubs in dynamical processes on complex networks. *Journal of The Royal Society Interface*, 10(88), artikelnr 20130568.
- Rivera, M.T., S.B. Soderstrom en B. Uzzi (2010) Dynamics of dyads in social networks: assortative, relational, and proximity mechanisms. *Annual Review of Sociology*, 36, 91–115.
- Schipper-Tops, R., C. Damen, S. Kes en D. van der Plas (2021) Van overheid als marktmeester naar ondernemer en regisseur. *ESB*, 106(4795S), 46–49.
- SDR (2020) Regioplan 2030–2050. Smart Delta Resources, september.
- SER (2019) Nationale klimaataanpak voor regionale industriële koplopers. SER Advies, 19/06.