

De relevantie van sociale en complexe netwerktheorie in *counter-terrorism* en *counter-insurgency*

Netwerken van terroristen, *insurgents* en criminelen worden vooral bestudeerd vanuit een kwalitatieve invalshoek. De opkomst van het gebruik van kwantitatieve onderzoeksmethodologie in de sociale wetenschappen, zoals speltheorie in de economie en netwerkanalyse in de sociologie, schept nieuwe mogelijkheden in het analyseren van de irreguliere niet-statelijke actor. Dit artikel schetst een kort overzicht van deze multidisciplinaire benadering.

R.H.A. Lindelauf, MSc.*

Wat is het verband tussen onze hersenen, een kolonie mieren en een netwerk van terroristen? Waarom versloegen de Apache-Indianen de Spanjaarden aanvankelijk wel en deden de Azteken dat niet? Wat is het effect van het verwijderen van generatoren uit een elektrisch netwerk en waarom crasht internet niet als bepaalde servers uitvallen? Welke handelaren in een smokkelnetwerk spelen een belangrijke rol in de verspreiding van goederen?

Deze en meer uiteenlopende vragen zijn gedeeltelijk te beantwoorden door dergelijke problemen vanuit het perspectief van netwerken te bestuderen. Immers, bij de genoemde problemen gaat het om systemen die bestaan

uit elementen die uiteenlopende vormen van 'genetwerkte' communicatie met elkaar hebben. De elementen van het systeem kunnen gezien worden als knooppunten in een netwerk waarbij de interactie tussen de elementen als verbindingen in het netwerk weergegeven worden. Zo beschrijft Barabasi levende systemen als netwerken op verschillende niveaus van organisatie: genetische netwerken waarbij proteïnen en genen de knooppunten zijn en de chemische interacties de verbindingen; het zenuwstelsel waarbij zenuwcellen knooppunten zijn en axons de verbindingen; en ten slotte sociale systemen met individuen of organisaties als knooppunten en sociale interacties als verbindingen.¹

* De auteur is werkzaam bij de sectie Militair-Operationele Wetenschappen van de Nederlandse Defensie Academie en verbonden aan het Departement Econometrie en Operationele Analyse van de Universiteit van Tilburg. Zijn promotieonderzoek richt zich op het ontwikkelen van wiskundige methoden (met name speltheoretisch en graaftheoretisch) voor de analyse van *counter-terrorism* en *counter-insurgency*. Daarnaast richt zijn onderzoek zich ook op het gebruik van coöperatieve spellen op combinatorische structuren om een beter inzicht te krijgen in de dominantierelatie in sociale structuren. De auteur dankt drs. A.C. Tjepkema – kolonel b.d. KLu – voor zijn commentaar op eerdere versies van dit artikel.

¹ Barabasi, A. en Albert, R., 'Emergence of Scaling in Random Networks' in: *Science*, Vol. 286 (1999).

Vanuit deze gedachte is het logisch om de onderlinge transacties tussen terroristen, *insurgents* en criminelen te beschouwen en te bestuderen als complexe en sociale netwerken. Het doel van dit artikel is om op een populair-wetenschappelijke wijze een overzicht te schetsen van de sociale en complexe netwerktheorie zoals die nuttig zou kunnen zijn in het bestuderen van fenomenen uit *counter-terrorism* en

counter-insurgency (hierna afgekort tot CTI). Het beschouwen van CTI vanuit een dergelijke invalshoek gebeurt tot op heden binnen de (Nederlandse) defensiegemeenschap niet tot nauwelijks. Inzichten betreffende de structuur en dynamiek van netwerken die in de academische wereld gemeengoed zijn kunnen daarom een waardevolle bijdrage leveren aan het bevochten van tegenstanders die georganiseerd zijn in de vorm van een netwerk.

Alvorens het netwerkperspectief te behandelen gaat dit artikel eerst kort in op de uiteenlopende disciplines die zich bezig houden met het bestuderen van CTI. Daarna licht ik enkele aspecten van de wetenschappelijke bestudering van netwerken toe en schets ik hun relatie met CTI. Hierbij komen onder meer aspecten als centraliteit, dynamiek en robuustheid en optimale communicatiestructuren van ondergrondse netwerken aan bod.

Multidisciplinariteit

Het uitdagende van het bestuderen van CTI is dat dit onderzoek bij uitstek multidisciplinair is. Zo identificeren historici en politicologen verschillende verschijningsvormen van terrorisme. Voorbeelden hiervan zijn religieus terrorisme (*Army of God* in de Verenigde Staten), ideologisch terrorisme (*Rote Armee Fraktion*), door de staat gesponsord terrorisme (*Rode Khmer*) en transnationaal terrorisme (*al-Qaida*).² Uiteraard is deze scheiding niet precies en kan een bepaalde organisatie aan meerdere typologieën voldoen. Door deze verschillende verschijningsvormen te karakteriseren tracht men op een taxonomische wijze eigenschappen van terroristische organisaties beter in kaart te brengen. Soortgelijke kwalitatieve duidingen van terroristische organisaties betreffen onder andere het 'duin'-concept³ en het onderscheid dat Jackson maakt tussen groepen, netwerken en bewegingen in het karakteriseren van terroristische organisaties.⁴ Ander werk dat zich richt op het kwalitatief karakteriseren van terroristische organisaties is Wright's duiding van een terroristische organisatie als hiërarchisch, genetwerkt of als sociale beweging.⁵



FOTO: AVDD, H. KEERIS

Oefening van landmacht, luchtmacht en marine in terrorismebestrijding

Sociologen onderkennen dat bij het bestuderen van een groep mensen rollen, normen en sociale structuur essentiële parameters zijn.⁶ Halverwege de twintigste eeuw werd duidelijk dat het onderzoek van sociale structuur – het stabiele patroon van terugkerende relaties tussen individuen – kan profiteren van methoden en technieken die wiskundigen hebben ontwikkeld.

Gezien deze multidisciplinariteit in het bestuderen van het terroristische (en ook criminologische) fenomeen, is het aantal conferenties waarbij wetenschappers uit verschillende disciplines gezamenlijk naar antwoorden op problemen rond CTI zoeken dan ook groeiende. Computerwetenschappers houden zich bezig met het ontwikkelen van technologieën waarmee over groepen in diverse culturen geredeneerd kan worden.⁷ Zo zijn modellen ontwikkeld om *realtime* grote aantallen documenten te analyseren en men probeert hiermee met behulp van datamining-technieken automatisch de meest waarschijnlijke *course of action* van een bepaalde groepering of organisatie te voor-

- 2 Martin, G. *Understanding Terrorism: Challenges, Perspectives and Issues* (Thousand Oaks, SAGE Publications, 2006).
- 3 Voor uitleg van het 'duin'-concept zie: Mishal, S. en Rosenthal, M., 'Al Qaeda as a Dune Organization: Toward a Typology of Islamic Terrorist Organizations' in: *Studies in Conflict & Terrorism* Vol. 28, No. 4 (2005) blz. 275-293.
- 4 Jackson, B. A. 'Groups, Networks, or Movements: A Command-and-Control-Driven Approach to Classifying Terrorist Organizations and its Application to Al Qaeda' in: *Studies in Conflict & Terrorism*, Vol. 29, No. 3 (2006) blz. 241-262.
- 5 Wright, L. *The Looming Tower: Al Qaeda and the road to 9/11* (New York, Knopf, 2006)
- 6 Forsyth, D.R. *Group Dynamics* (Florence, Wadsworth Publishing, third ed., 1998).
- 7 Zie bijvoorbeeld International Conference on Computational Cultural Dynamics 2007, University of Maryland, Institute for Advanced Computer Studies of Subrahmanian, V.S. 'Cultural Modeling in Real Time' in: *Science*, Vol. 317, No. 5844 (2007) blz. 1509-1510.

spellen. In combinatie met (wiskundige) gedragsmodellering en gedegen analyses bieden dit soort technieken een waardevolle aanvulling op standaard-analysetechnieken. De relevantie van gedragsmodellering en simulatie voor het militaire domein wordt goed onderbouwd in een gedetailleerde studie van de Amerikaanse *National Academy of Sciences*.⁸ Deskundigen maken onderscheid tussen modellen op het niveau van het individu, de organisatie en de maatschappij en geven voorbeelden van de stand van de wetenschap op ieder niveau. Op het meso-niveau bijvoorbeeld kijken zij naar *voting and social decision models, social network models, link analysis* en *agent-based modeling of social systems*. We mogen dus voorzichtig concluderen dat de interesse van kwantitatief geïntereerde wetenschappers in van nature kwalitatief geïntereerde onderwerpen gestaag toeneemt. Bijbehorende modellen en analyses leveren zodoende een aanvulling op reeds bestaande analyses en inzichten.

Het netwerkperspectief

Graaftheoretici, dat wil zeggen wiskundigen die zich gespecialiseerd hebben in het theoretisch bestuderen van netwerken, zijn al ver gevorderd in het verkrijgen van inzichten in de structuur van netwerken.⁹ De combinatie van deze inzichten met empirische gegevens uit de sociologie leidde tot een geheel nieuw, multidisciplinair vakgebied: sociale netwerk analyse. Later, en mede dankzij de ontwikkeling van steeds snellere computers, werd het mogelijk data van steeds grotere netwerken te analyseren.¹⁰ Denk bijvoorbeeld aan het World Wide Web. Dit is een zeer groot netwerk waarbij de knooppunten bestaan uit webpagina's en een verbinding tussen twee knopen aanwezig is indien

de bijbehorende webpagina's aan elkaar gekoppeld zijn. Het is onmogelijk om een dergelijk netwerk visueel te analyseren. Het toepassen van methoden uit de statistische fysica maakt het echter wel mogelijk eigenschappen van dergelijke zeer grote netwerken bloot te leggen en te leren onderkennen.

De afgelopen decennia is de studie naar netwerken vanuit dit soort verschillende disciplines dan ook sterk toegenomen met naventende resultaten en verbeterde inzichten. Een voorbeeld van een dergelijk resultaat is dat voor vele systemen met een onderliggende netwerk topologie blijkt dat – onafhankelijk van het onderliggende systeem – de kans dat een knooppunt in het netwerk interactie heeft met precies k andere knooppunten afneemt volgens een zogeheten *power law*. Het belang van deze bevinding zal in de paragraaf over robuustheid aan bod komen. Naast een aantal empirische analyses waarin deze power-law is aangetoond (netwerk van World Wide Web, netwerk van samenwerkende acteurs, elektrische *power grid* in de VS) heeft Barabasi een model ontwikkeld waarmee deze eigenschap van netwerken verklaard kan worden.¹¹

Het mag nu duidelijk zijn: een netwerk van terroristen, opstandelingen of criminelen is met behulp van deze methodologie te bestuderen. Voordeel van dergelijke kwantitatieve methodologie is dat zij objectief is en dat de invloed van de aannames op het resultaat van de analyse expliciet zichtbaar gemaakt kan worden. De Amerikaanse counter-insurgency doctrine onderkent dat sociale netwerk analyse één van de belangrijkste middelen is om de effecten van de operationele omgeving en de dreiging te evalueren.¹² Dat het netwerk-paradigma ingang vindt in de Amerikaanse strijdkrachten blijkt wel uit een van de bevindingen van de Amerikaanse *Committee on Network Science for Future Army Applications*. De commissie stelt dat 'DOD and all the military services have a vision of the future in which networks play a fundamental role'.¹³ Verder neemt het aantal wetenschappelijke publicaties waarin terroristische organisaties vanuit een kwantitatief netwerkperspectief bekeken worden gestaag toe.¹⁴

8 Zacharias, G.L. et al., *Behavioral Modeling and Simulation: From Individuals to Societies*, (Washington, D.C., National Academy of Sciences, 2008).

9 Voor een inleiding zie: Bollobas, B., *Modern Graph Theory* (Berlijn, Springer, 2002).

10 Zie bijvoorbeeld Newman, M.E.J., 'The Structure and Function of Complex Networks' in: *SIAM Review* 45, 167-256, 2003.

11 Zie voetnoot 1.

12 *The U.S. Army/Marine Corps Counterinsurgency Field Manual* (Chicago, University of Chicago Press, 2007).

13 Committee on Network Science for Future Army Applications, National Research Council, *Network Science* (Washington, D.C., National Academies Press, first ed., 2005).

14 Zie bijvoorbeeld McCormick, G.H. et al., 'Security and Coordination in a Clandestine Organization' in: *Mathematical and Computer Modelling* Vol. 31, No. 6 (2000) blz. 175-192.

Data

De academische wereld onderkent dat een gebrek aan nauwkeurige en betrouwbare data een probleem is bij het bestuderen van CTI. Dit komt onder meer door de clandestiene aard van ondergrondse netwerken.¹⁵ Daarom is het nuttig naast empirische analyses ook theoretische raamwerken te ontwikkelen die inzicht kunnen geven in het hoe en waarom van de structuur van ondergrondse organisaties. De nieuwsgierige wetenschapper zal zijn blik werpen op andere disciplines waarin soortgelijke vragen in een andere context bestudeerd worden. Het bestuderen van het sociale gedrag van insecten kan bijvoorbeeld in potentie nieuw licht werpen op de invloed van interacties op de structuur van de groep en op de evolutie van het netwerk.¹⁶ Het is bekend dat het proces, waarbij lokale interacties eigenschappen op groepsniveau voortbrengen, kenmerkend is voor veel biologische systemen, waaronder de mens.¹⁷ De bestudering van dit soort systemen – en het zoeken naar onderliggende patronen – kan dan ook waardevolle inzichten opleveren voor het bestuderen van sociale netwerken. In het ontwerpen van complexe systemen en computer-algoritmen gebruikt men overigens al inzichten uit de studie naar sociale insecten.¹⁸



Het Afghaanse leger deelt in het dorpje Karbala foto's uit van uitgeschakelde Taliban-kopstukken om zo de publieke opinie te beïnvloeden

Sociale en complexe netwerk analyse

Eén van de centrale vragen bij het analyseren van een sociaal netwerk is: wie is de belangrijkste persoon? Onderzoekers willen weten wie de

meeste macht in het netwerk bezit, of welke persoon belangrijk is als het gaat om de stroom van informatie in het netwerk. Een andere soort vraag betreft het identificeren van *groepen* van samenhangende personen in het grotere netwerk, de zogeheten *cliques*. De sociale netwerk analyse poogt dan ook op een kwantitatieve manier antwoorden op deze vragen te formuleren.¹⁹ Grofweg zijn deze analysemethoden onder te verdelen in analyse op het elementniveau, groepsniveau of netwerkniveau. Ik ga hier kort in op twee eenvoudige methoden gericht op de analyse op elementniveau. Uiteraard is deze presentatie verre van uitputtend. Voor een nadere uitwerking van de begrippen en analyses op dit en de andere niveaus verwijs ik naar Brandes.²⁰ Daarnaast zal ik ook kort ingaan op enkele bevindingen uit de complexe netwerk theorie.

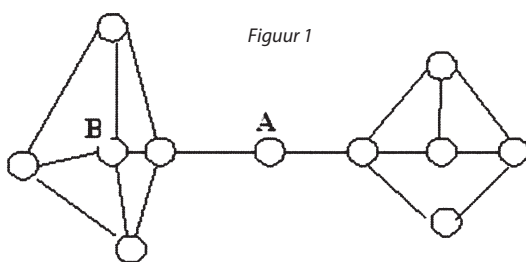
Centraliteit

De initieel ontwikkelde kwantitatieve methoden om sociale netwerken te analyseren betreffen het concept 'centraliteit'. Het idee is via wiskundige analyse de 'belangrijkheid' van personen in het netwerk te bepalen. Aangezien belangrijkheid uiteraard afhangt van de context waarin het probleem is gesteld, zijn er zeer veel centraliteitsmaten ontwikkeld. Bij het gebruik van een centraliteitsmaat dient dan ook altijd de context van het probleem in de gaten te worden gehouden. Daarnaast erkent ook de wiskundige dat er niet zoiets bestaat als een 'magische formule' waarmee een complex probleem als het identificeren van belangrijke personen in een netwerk in één klap op te lossen is. Betoogd wordt dat het toepassen van een dergelijke objectieve analyse in samenhang met sociologische en antropologische analyses een helderder beeld kan schetsen van de sociale structuur waarmee men zich geconfronteerd ziet.

- 15 Johnson, L. en Wirtz, J. (eds.), *Strategic Intelligence: Windows into a Secret World* (Cary, Roxbury Publishing Company, 2004).
- 16 Fewell, J.H., 'Social Insect Networks' in: *Science*, Vol. 301, No. 5641 (2003) blz. 1867-1870.
- 17 Wilson, E.O., *Sociobiology: The New Synthesis* (Cambridge, Belknap Press; 25 Anv edition, 2000).
- 18 Bonabeau, E. en Dorige, M. en Theraulaz, G., *Swarm Intelligence – From Natural to Artificial Systems* (New York, Oxford University Press, 1999).
- 19 Zie bijvoorbeeld Wasserman, S. en Faust, K., *Social Network Analysis: Methods and Applications* (Cambridge, Cambridge University Press, 1994).
- 20 Brandes, U. en Erlebach, T. (eds.), *Network Analysis. Methodological Foundations* (Berlijn, Springer, 2005).

Graadcentraliteit

De meest eenvoudige centraliteitsmaat is de zogenoemde graad. De graad van een persoon in een netwerk is gelijk aan het aantal personen met wie hij in het netwerk een stabiele relatie onderhoudt. Met andere woorden: de graad van een persoon is gelijk aan het aantal burens van deze persoon in het netwerk. Achterliggende gedachte is dat een persoon die meer mensen in het netwerk kent dan een ander, belangrijker is. Het mag echter duidelijk zijn dat 'belangrijkheid' niet alleen afhangt van het aantal personen dat iemand kent, maar ook van de *positie* die deze personen in het netwerk innemen. Zie daartoe figuur 1. Het is duidelijk dat de graad van de persoon aangeduid met B gelijk is aan vier en de graad van persoon A gelijk is aan twee. Dus volgens de graad-maat zou persoon B belangrijker zijn dan persoon A. Echter, persoon A is de verbindende schakel tussen twee clusters in het netwerk. Intuïtief zou persoon A dan ook veel belangrijker moeten zijn dan persoon B. We hebben het dan eigenlijk over 'belangrijkheid' bij de uitwisseling van informatie: personen in het rechtercluster kunnen alleen via persoon A toegang krijgen tot personen in het linkercluster, en vice versa.



De graad van een persoon in een netwerk

Betweenness-centraliteit

Een centraliteitsmaat die expliciet in kaart brengt hoe belangrijk een persoon is met betrekking tot de stroom van informatie in het netwerk is *betweenness centrality*. Het idee achter deze maat is dat naarmate een persoon vaker essentieel is in de communicatie tussen een tweetal personen in het netwerk, deze persoon een centralere rol in het netwerk zal innemen dan iemand die minder vaak essentieel is tussen een tweetal. Deze maat is als volgt wiskundig expliciet gemaakt. Beschouw een per-

soon in het netwerk, bijvoorbeeld persoon A in bovenstaand netwerk bestaand uit elf personen. De overige tien personen kunnen maximaal 45 mogelijke tweetallen vormen. Persoon A is essentieel in de communicatie tussen 25 van deze tweetallen. Immers, ieder tweetal gevormd door een persoon uit het linkercluster en een persoon uit het rechtercluster kan alleen informatie met elkaar uitwisselen via persoon A. De centraliteitswaarde van persoon A wordt gesteld op $\frac{25}{45}$. Kijken we naar persoon B dan is

het onmiddellijk duidelijk dat deze persoon voor geen enkel tweetal essentieel is in hun onderlinge communicatiemogelijkheid. De bijbehorende centraliteitsmaat voor persoon B zou dan ook gelijk zijn aan 0.

Het is dus duidelijk dat het resultaat van een centraliteitsanalyse met *betweenness centrality* persoon A belangrijker acht dan persoon B, terwijl een analyse gebaseerd op graadcentraliteit persoon B belangrijker acht dan A. Daarom is het belangrijk altijd de context van het probleem in gedachte te houden. Anders gezegd: welke vraag wil ik beantwoorden? Hiervan uitgaande kan dan de 'beste' maat gekozen worden of desgewenst een nieuwe maat ontwikkeld worden. Dit toont meteen het belang aan van samenwerking tussen de methodoloog en de gebruiker. De methodoloog zal immers beter op de hoogte zijn welke methode welke vraag kan beantwoorden en de gebruiker heeft een beter zicht op de vragen die relevant zijn.

Het voordeel van een dergelijke centraliteitsanalyse is dat deze objectief is. Tevens is een dergelijke analyse gemakkelijk te programmeren in krachtige computers (er van uitgaande dat de netwerkdata beschikbaar is in het juiste formaat en met de juiste validiteit). Dit maakt het dan ook mogelijk om grotere netwerken te analyseren. Met het menselijke oog is het namelijk al ondoenlijk om in een netwerk van tweehonderd personen de belangrijke figuren aan te wijzen, maar voor een computer is dat een fluitje van een cent. Indien de netwerken echt groot zijn (van de orde van een miljoen knooppunten) dan wordt het ook voor de hedendaagse computers weer lastig bepaalde cen-

traliteitsmaten snel te berekenen. Zo weten we dat de computationele complexiteit van het snelste algoritme voor het berekenen van de betweenness centrality schaalbaar met de derde macht van het aantal personen in het netwerk. Een netwerk bestaande uit een miljoen personen zou dan ook 10^{18} bewerkingen vereisen, iets wat voor de huidige desktopcomputer toch even iets te veel is. Dit is uiteraard weer een uitdaging voor de wiskundige om te proberen de centraliteitsmaat nauwkeurig genoeg te benaderen met behulp van een algoritme dat de computer in een redelijke tijd kan verwerken. De twee centraliteitsmaten die hier geschetst zijn vormen slechts het topje van de ijsberg. Er bestaan zeer veel uitbreidingen op het centraliteitsconcept.²¹ De toepasbaarheid van een specifieke index hangt af van de context van het gestelde probleem. Daarnaast bestaan er onder meer uitbreidingen van centraliteitsanalyses gebaseerd op machtsstructuren met behulp van speltheoretische methoden.²² Kortom, de theoretische en kwantitatieve literatuur over de analyse van een netwerk op elementniveau is zeer uitgebreid en biedt potentie voor de analyse van de sociale netwerken waarmee een organisatie zich geconfronteerd ziet. Tot dusver heb ik gesproken over de analyse van een statisch netwerk. In het volgende zal ik kort dynamiek beschrijven.

Dynamiek en robuustheid

Het feit dat de verbindingen van de knopen in veel netwerken een schaalvrije power law²³ volgen, bleek een gevolg te zijn van twee generieke mechanismen:²⁴

- een netwerk groeit continu door het toevoegen van nieuwe knopen;
- nieuwe knopen verbinden zich met al bestaande knopen met een kans evenredig met de graad van desbetreffende knopen.

Een gevolg van dit mechanisme is dat een persoon die veel personen in het netwerk kent een grotere kans heeft een nieuwkomer 'aan zich te binden' dan een relatieve buitenstaander. Het zogeheten *preferential attachment* model van Barabasi en Albert is gebaseerd op deze twee aannames. Het model is in staat de empirisch waargenomen schaalvrije kansverdelingen van het aantal personen dat iemand in het netwerk

FOTO US NAVY, C. PEREZ



Binnen de Amerikaanse strijdkrachten vindt het netwerk-paradigma steeds meer ingang

kent te reproduceren. Een dergelijk model wordt dan ook gezien als een vrij goede weergave van de dynamiek van een sociaal netwerk. Een even interessante vraag is wat de invloed van het verwijderen van een of een aantal elementen uit het netwerk is op de functionaliteit van het netwerk. Ook deze vraag is gedeeltelijk beantwoord door de onderzoeksgroep van Barabasi.

Met behulp van computersimulatie is de vraag onderzocht hoe de functionaliteit van twee verschillende complexe netwerken beïnvloed wordt door a) het uitvallen (verwijderen) van willekeurige elementen en b) het gericht uitschakelen van elementen uit het netwerk. De twee onderzochte complexe netwerken zijn in de eerste plaats schaalvrije netwerken (waar sociale netwerken onder vallen) en ten tweede netwerken waarin een kant onafhankelijk met gelijke kans aanwezig is (de bekende Erdos-Renyi *random graphs*, waarvan de graadverdeling Poisson-verdeeld is). De conclusie is, in

21 Enkele centraliteitsindices zijn eccentriciteit, centroïde, center, mediaan, vitality, current flow, statusindex van Katz, Bonacich's eigenvector en de Hubbell-index.

22 Zie bijvoorbeeld Brink, R. et al., 'Characterizations of the Beta- and the Degree Network Power Measures' in: *Theory and Decision*, 64 (4) 2008. Blz. 519-536.

23 Hiermee wordt bedoeld dat de kans dat een willekeurige persoon in het netwerk precies k andere personen kent evenredig is met $k^{-\lambda}$, waarbij λ een constante is.

24 Barabasi, A. en Albert, R., 'Emergence of Scaling in Random Networks', in: *Science*, Vol. 286, No. 5439 (1999) blz. 509-512.

tegenstelling tot random netwerken, dat schaalvrije netwerken opmerkelijk goed zijn opgevassen tegen het uitvallen van willekeurig gekozen elementen.²⁵ Dit verklaart dan ook de robuustheid van bijvoorbeeld het internet tegen het uitvallen van servers. Het gericht uitschakelen van de *hubs* in een dergelijk netwerk blijkt echter wel degelijk de functionaliteit van dat netwerk drastisch te verminderen.

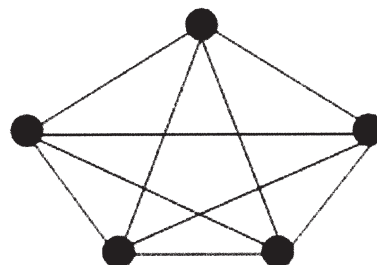
Uiteraard mag een dergelijke conclusie niet rechtstreeks worden overgenomen naar het domein van terroristische netwerken. Toch levert het een losse verklaring voor het relatieve succes van het uitschakelen van kopstukken uit het al-Qaida netwerk. Zo stelt Sageman dat het leiderschap van al-Qaida is gereduceerd en dat al-Qaida *central* aan kracht heeft ingeboet.²⁶ Zorgwekkend is dat het reduceren van al-Qaida als organisatie lijkt te hebben geleid tot de opkomst van al-Qaida als sociale beweging, getuige de vele losse affiliaties en netwerkverbanden wereldwijd. Het bestuderen van de onderlinge relaties en afhankelijkheid van deze continue vloeibare structuren is dan ook bij uitstek koren op de molen van de netwerktheoreticus.

Het feit dat de graadverdeling van veel sociale netwerken schaalvrij is, impliceert nog niet dat dit ook voor terroristische netwerken zo is. Een probleem met dit soort clandestiene netwerken is dat nauwkeurige data zo schaars is, dat het moeilijk is deze hypothese te toetsen. Wel is bekend dat dergelijke ondergrondse organisaties om te kunnen overleven rekening dienen te houden met bepaalde beperkingen, zoals de invloed van veiligheid op de te kiezen communicatiestructuur. De vraag is dan ook of en hoe dergelijke beperkingen de netwerkstructuur van dergelijke organisaties beïnvloeden.

Invoel veiligheid op communicatiestructuur ondergronds netwerk

Zoals al opgemerkt betekent het gebrek aan betrouwbare en gevalideerde informatie uit open bronnen een beperking voor de wetenschappelijke bestudering van het fenomeen terrorisme. Wel bestaan er enkele openbare databases, waarvan Sageman een overzicht van de belangrijkste geeft.²⁷ Deze databases zijn echter vooral gericht op het bijhouden van incidenten en niet zozeer op het in kaart brengen van sociale netwerk structuren. Het vormen van theoretische raamwerken vult dan ook de wetenschappelijke bestudering van terrorisme aan. Het doel daarvan is het analyseren van een specifieke situatie door structuren en patronen bloot te leggen. Dit type analyse wordt aantrekkelijker naarmate er nauwelijks tot geen data beschikbaar is. Een dergelijke analyse levert inzicht in de structuur van het probleem, de mogelijkheid tot het geven van beleidsadvies gebaseerd op deze structuur, en het schetsen van *wat als*-scenario's. De hoop is uiteraard dat naarmate meer kennis over de complexe werkelijkheid ter beschikking komt dergelijke modellen kunnen worden getoetst, aangepast en verbeterd.

Kenmerkend voor ondergrondse netwerken is dat ze expliciet rekening dienen te houden met de invloed van veiligheid op de te kiezen organisatiestructuur. Zo stellen Baker en Faulkner: *'Every secret organization has to solve a fundamental dilemma: how to stay secret and at the same time ensure the necessary coordination and control of its members'*.²⁸ Het niet goed rekening houden met de gekozen netwerkstructuur van de organisatie kan desastreuze gevolgen hebben. Zo mislukte een ondergrondse operatie



Figuur 2.
Voorbeeld van
een volledige
graaf met
5 knopen

25 Barabasi, A. et al., 'Error and Attack Tolerance in Complex Networks' in: *Nature* Vol. 406 (2000) blz. 378-382.

26 Sageman, M., *Leaderless Jihad. Terror Networks in the Twenty-first Century* (Philadelphia, University of Pennsylvania Press, 2008)

27 Sageman, M., *Leaderless Jihad. Terror Networks in the Twenty-first Century* (Philadelphia, University of Pennsylvania Press, 2008)

28 Baker, W. E. en Faulkner, R. 'The Social Organization of Conspiracy: Illegal Networks in the Heavy Electrical Equipment Industry' in: *American Sociological Review* 58 (12), blz. 837-860.



FOTO EPA/STF

Musab al-Suri propageert lossere netwerkstructuren binnen al-Qaida

van de CIA in Oost-Berlijn in de jaren vijftig. Een groep advocaten en juristen werd geselecteerd om een ondergrondse verzetsgroep te vormen tegen het communistische regime. De CIA vormde cellen bestaande uit drie personen zonder er rekening mee te houden dat al deze personen elkaar al kenden. Het gevolg was dat de gevormde netwerkstructuur een volledige graaf betrof. (zie figuur 2) Toen de Sovjets één persoon arresteerden kwam het volledige netwerk bloot te liggen en mislukte de operatie jammerlijk.

Dat al-Qaida expliciet rekening houdt met de te kiezen netwerkstructuur blijkt uit een gevonden trainingsvideo in Afghanistan waarin Musab al-Suri een college geeft.²⁹ In deze video tekent al-Suri een hiërarchische organisatie en beargumenteert hij dat het vanwege het veiligheidsrisico verstandiger is lossere netwerkstructuren toe te passen.

Vanuit het militaire perspectief kan het ook nuttig zijn na te denken over netwerktypologieën. Zo stellen Arquilla en Ronfeldt immers: *'it takes networks to fight networks'* en: *'whoever masters the network form first and best will gain major*

advantages'.³⁰ Er bestaat een eerste aanzet tot een theoretisch raamwerk waarmee de invloed van veiligheid op de communicatiestructuur van ondergrondse netwerken kan worden geanalyseerd.³¹ Allereerst gaat het om de introductie van maten voor de kwaliteit van de informatiestroom in een netwerk en voor de veiligheid van het netwerk. Hierbij is onder meer aangenomen dat de structurele positie van een persoon in het netwerk en de kans dat hij ontdekt wordt een rol spelen in de (on)veiligheid van de organisatie. De auteurs beargumenteren dat *multi-objective optimization theory* in het algemeen, en de onderhandelingsoplossing van Nash³² uit de coöperatieve speltheorie in het bijzonder, bruikbare instrumenten zijn om gebalanceerde en niet-gebalanceerde afwegingen binnen een ondergrondse organisatie te analyseren.

Het werkt toont aan dat indien de kans op ontdekking voor ieder individu in de organisatie gelijk is, en indien bij ontdekking dit individu zijn bureaus in het netwerk blootgeeft, de optimale netwerkstructuur gelijk is aan die van een ster. Een dergelijk netwerk was operationeel ten tijde van de Koude Oorlog in Nederland in de vorm van de zogeheten *stay behind*-organisatie. Dit was een clandestiene organisatie die ten tijde van een plotselinge invasie van Nederland aanwezig zou zijn om te assisteren in subversieve operaties om de bezetter te ondermijnen.³³ De organisatie bestond uit twee groepen, waarbij in één groep *single agents* zaten die in contact stonden met de *allied clandestine base* (het centrum van de ster). Aangezien het centrum van de ster zich in het buitenland bevond

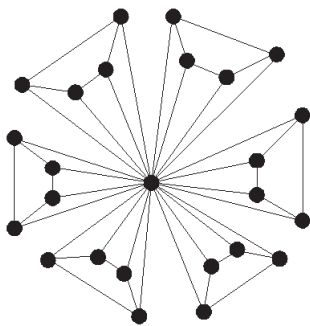
29 Bergen, P.L. *The Osama bin Laden I Know* (New York, Free Press, 2006).

30 Arquilla, J. en Ronfeldt, D., *Networks and Netwars. The Future of Terror, Crime and Militancy* (Santa Monica, RAND Corporation, 2001).

31 Lindelauf, R.H.A., Borm, P.E.M. en Hamers, H.J.M., 'The Influence of Secrecy on the Communication Structure of Covert Networks. *Social Networks*, accepted for publication.

32 Zie bijvoorbeeld Peeters, H., *Axiomatic Bargaining Game Theory* (Kluwer Academic Publishers, 1992).

33 Engelen, D., *De Nederlandse stay behind-organisatie in de Koude Oorlog, 1945-1992* (Den Haag, Pivot-rapport nr. 166, 2005).



Figuur 3. Cellulaire vormen van optimale netwerkstructuren

zou men kunnen stellen dat de kans op ontdekking van een individu in de organisatie gelijk was voor bijna alle individuen. De keuze van de ster als netwerkstructuur geldt dan ook als optimaal.

In het geval dat de kans op ontdekking van een individu in de organisatie niet uniform is, maar afhangt van de centraliteit van dat individu ten opzichte van de stroom van informatie in het netwerk, wordt aangetoond dat de optimale netwerkstructuren cellulaire vormen aannemen. Een voorbeeld hiervan is figuur 3. Dit scenario komt overeen met de huidige situatie van transnationale terroristische netwerken wereldwijd, zoals dat van al-Qaida. De gevonden netwerkstructuren kwantificeren dan ook veel van de netwerken zoals beschreven in de kwalitatieve literatuur over typologieën van terroristische netwerken.³⁴ Daarnaast biedt het raamwerk de mogelijkheid tot het doen van wat als-analyses: stel dat de situatie waarin wij ons zullen bevinden zo en zo is, welke netwerkstructuur kunnen wij dan het beste hanteren bij het uitvoeren van een operatie? Het homogene raamwerk voor ondergrondse netwerken is uitgebreid om heterogeniteit met betrekking tot de aard van interactie te kunnen modelleren.³⁵ Tevens wordt er gekeken naar het kwantificeren van andere begrippen met als doel de evolutie van netwerken in kaart te brengen en deze informatie te gebruiken om naar ondergrondse structuren te zoeken in zeer grote data-

sets. Daarnaast loopt er onderzoek naar dynamische modellen van dergelijke netwerken en de invloed van verschillende destabilisatietechnieken op de functionaliteit van de organisatie.

Tot slot

In dit artikel is op populair-wetenschappelijke wijze een inleidend overzicht gegeven van de mogelijkheid tot bestudering van counter-terrorisme, counter-insurgency en criminaliteitsvraagstukken met nadruk op het paradigma van de sociale en complexe netwerktheorie. Ik hoop daarmee een aanzet te geven tot het wetenschappelijk en kritisch benaderen van vraagstukken rond counter-terrorisme en counter-insurgency door middel van het toepassen van kwantitatieve onderzoeksmethodologie zoals speltheorie en graaftheorie. Het besef dient er te zijn dat niet één discipline de beste antwoorden op dergelijke complexe vraagstukken kan formuleren, maar dat samenwerking en uitwisseling van ideeën een geheel kunnen creëren dat meer is dan de som der delen. Een dergelijke aanpak vergt maatwerk en voegt door middel van objectieve analyses waarde toe aan het genereren van beleidsadviezen.

Uiteraard heb ik een verre van compleet en uitputtend beeld geschetst van de mogelijkheden tot het bestuderen van het terroristische fenomeen. Wel heb ik getracht de grondslagen van een multidisciplinair onderzoeksprogramma van terrorisme en politiek geweld in kaart te brengen met het idee dat een combinatie van disciplines tot meer inzichten kan leiden dan het gebruik van afzonderlijke disciplines alleen. ■

Literatuur

- Arquilla, J. en Ronfeldt, D., *Networks and Netwars: The Future of Terror, Crime and Militancy* (Santa Monica, RAND Institute, 2001)
- Baker, W.E. en Faulkner, R., 'The Social Organization of Conspiracy: Illegal Networks in the Heavy Electrical Equipment Industry' in: *American Sociological Review* Vol. 58 (12) blz. 837-860
- Barabasi, A. en Albert, R., 'Emergence of Scaling in Random Networks' in: *Science* Vol. 286 (1999)

34 Zie bijvoorbeeld Mishal, S. en Rosenthal, M., 'Al Qaeda as a Dune Organization: Toward a Typology of Islamic Terrorist Organizations' in: *Studies in Conflict & Terrorism* Vol. 28, No. 4 (2005) blz. 275-293.

35 Lindelauf, R., Blankers, I., Borm, P.E.M., Hamers, H.J.M. (2008). On the optimal distribution of risk and information exchange in star networks. In V.s. Subramanian & A. Kruglanski (Eds.) *Proceedings of the 2nd International Conference on Computational Cultural Dynamics (ICCCD 2008)* (pp. 45-48), Los Alamitos: IEEE.

- Brandes, U. en Erlebach, T. (eds.), *Network Analysis. Methodological Foundations* (Berlijn, Springer, 2005)
- Brink, R., et al., 'Characterizations of the beta- and the Degree Network Power Measures' in: *Theory and Decision* 64 (4) (2008) blz. 519-536
- Bollobas, B., *Modern Graph Theory* (Berlijn, Springer, 2002)
- Bonabeau, E., Dorige, M. en Theraulaz, G., *Swarm Intelligence. From Natural to Artificial Systems* (New York, Oxford University Press, 1999)
- Engelen, D., 'De Nederlandse stay behind-organisatie in de Koude Oorlog', 1945-1992 (Den Haag, Pivot-rapport nr. 166, 2005)
- Fewell, J.H., 'Social Insect Networks' in: *Science* Vol. 301 (2003)
- Forsyth, D.R., *Group Dynamics* (Florence, Wadsworth Publishing; third ed., 1998)
- Johnson, L. en Wirtz, J., (eds.), *Strategic Intelligence. Windows into a Secret World* (Cary, Roxbury Publishing Company, 2004)
- Lindelauf, R., Blankers, I., Borm, P.E.M., Hamers, H.J.M. (2008). On the optimal distribution of risk and information exchange in star networks. In V.s. Subramanian & A. Kruglanski (Eds.) *Proceedings of the 2nd International Conference on Computational Cultural Dynamics (ICCCD 2008)* (pp. 45-48), Los Alamitos: IEEE
- Lindelauf, R.H.A., Borm, P.E.M. en Hamers, H.J.M. The Influence of Secrecy on the Communication Structure of Covert Networks. *Social Networks*, accepted for publication.
- Lindelauf, R.H.A., Borm, P.E.M., Hamers, H.J.M. Mathematical Methods in Counter-terrorism. In Memon, N.; Farley, J.D.; Hicks, D.L.; Rosenorn, T. (Eds.). *On Heterogeneous Covert Networks*. Springer-Verlag to appear feb. 2009.
- Martin, G., *Understanding Terrorism: Challenges, Perspectives and Issues* (Thousand Oaks, SAGE Publications, 2006)
- Mishal, S. en Rosenthal, M., 'Al Qaeda as a Dune Organization. Toward a Typology of Islamic Terrorist Organizations', in: *Studies in Conflict and Terrorism* 28 (4), blz. 275-293
- The U.S. Army/Marine Corps Counterinsurgency Field Manual (Chicago, University of Chicago Press, 2007)
- Sageman, M., *Leaderless Jihad. Terror Networks in the Twenty-first Century*. (Philadelphia, University of Pennsylvania Press, 2008)
- Wasserman, S. en Faust, K., *Social Network Analysis. Methods and Applications* (Cambridge, Cambridge University Press, 1994)
- Wilson, E.O., *Sociobiology. The New Synthesis* (Cambridge, Belknap Press, 25 anv. edition, 2000)
- Zacharias, G.L., et al., *Behavioral Modeling and Simulation. From Individuals to Societies* (Washington, D.C., National Academy of Sciences, 2008)