

# 'n Kwantifisering van kleinwêreldsheid in Afrikaanse kultuurnetwerke in vergelyking met ander komplekse netwerke

Burgert A. Senekal

---

Burgert A. Senekal, Eenheid vir Taalfasilitering en Bemagtiging, Universiteit van die Vrystaat

---

## **Opsomming**

Kleinwêreldsheid is een van die belangrikste konsepte in die teorie van komplekse netwerke, soos deur Watts en Strogatz (1998) geïdentifiseer en deur Humphries en Gurney (2008) gekwantifiseer. Hierdie artikel stel ondersoek in na die kleinwêreldverskynsel in Afrikaanse kultuurnetwerke met spesifieke verwysing na die Afrikaanse filmbedryf en die Afrikaanse literêre sisteem. Netwerke van verskillende tydperke en behorende tot verskillende genres word ondersoek, en kleinwêreldsheid ( $S^\Delta$ ) word in navolging van Humphries en Gurney (2008) vir hierdie netwerke bereken en ook vergelyk met ander komplekse netwerke wat reeds in die buiteland bestudeer is. Daar word aangedui dat alle Afrikaanse kultuurnetwerke wel kleinwêreldnetwerke is met  $S^\Delta > 12$ , maar ook dat daar beduidende verskille bestaan tussen die verskillende filmnetwerke aan die een kant en literêre netwerke aan die ander kant, veral ten opsigte van oorganklikheidskoeffisiënte ( $C^\Delta$ ) en die verhouding tussen die gemiddelde pad ( $L$ ) van hierdie netwerke en hul Erdős-Rényi-ekwivalente (onderskeidelik  $C_{rand}^\Delta$  en  $L_{rand}$ ). Voorstelle word ook vir verdere navorsing gemaak.

**Trefwoorde:** Afrikaanse film, Afrikaanse kultuur, Afrikaanse literatuur, kleinwêreldsheid, komplekse netwerke, literêre sisteem, Watts en Strogatz

## **Abstract**

### **A quantification of small-worldness in Afrikaans cultural networks in comparison with other complex networks**

Since the late nineties of the last century the theory of complex networks has become an indispensable approach to complex systems and has found applications in almost every field of science. One of the main findings of the study of complex networks that has emerged since the nineties is that the majority of networks are characterised by the so-called small world phenomenon. Watts and Strogatz's seminal study (1998) was inspired by Stanley

Milgram's famous "six degrees of separation" study (1967), where Milgram suggested that anyone can reach almost anyone else in an average of just six steps. Watts and Strogatz established a model that postulates that nodes can reach other nodes in a network in a short path, on average, even if it is not a social network as in Milgram's case, and that a high degree of clustering or transitivity occurs between nodes. In order to determine small-worldedness the average path length ( $L$ ) and transitivity ( $C^\Delta$ ) within the network has to be compared with a network of the same size (in terms of both the number of nodes and the number of edges), as constructed using the Erdős and Rényi (1960) network model, in other words where link formation occurs at random. According to Humphries and Gurney (2008), a small world network is then characterised by the fact that  $L \geq L_{rand}$  and  $C^\Delta \gg C_{rand}^\Delta$ . Humphries and Gurney (2008) also suggest a more precise manner in which small-worldedness can be quantified, namely the small world index ( $S^\Delta$ ), which quantifies the relationship between  $L$  and  $L_{rand}$  and between  $C^\Delta$  and  $C_{rand}^\Delta$ . They suggest that networks where  $S^\Delta > 1$  can be called small world networks. However, cases where  $1 \leq S^\Delta \leq 3$  are borderline cases, and therefore  $S^\Delta \geq 3$  can be taken as a statistically significant result showing a clear small-worldedness.

Newman (2003; 2010) distinguishes between four types of networks: biological, technological, information and social networks. The small world phenomenon occurs in all four types, and Humphries and Gurney's (2008) study also found that all 27 networks for which they calculated  $S^\Delta$  (and covering all four types of networks) were small world networks.

The international film actor network is one of the most studied networks from a physics point of view, which is included, for example, in a variety of studies published in *Physica A*. Locally, some aspects of the Afrikaans film industry and film actor network have been studied as a complex network (Senekal 2015), but there has been little investigation into the incidence of small-worldedness in other cultural networks, such as the literary system. Literature operates within a system that includes not only literary works and writers but also publishers, critics, literary scholars, newspapers, journals and so on, and it is in this "web" (Senekal 1987:44) of interactions that a literary work arises, exists, and is preserved for posterity in literary histories. Much has been written about the literary system (e.g. Even-Zohar 1979; 1990), and especially about the Afrikaans literary system (Senekal 1987; Venter 2006; Kleyn 2013), and the Afrikaans literary system has been studied as a network (e.g. Senekal 2014b), but the small world phenomenon has not been studied in detail with reference to any literary system (whether Afrikaans or any other language), and nor has the small world phenomenon yet been quantified with respect to any Afrikaans cultural network.

This article investigates the small world phenomenon in Afrikaans cultural networks – in following Watts and Strogatz's (1998) seminal study – and the average path length ( $L$ ) and average transitivity ( $C^\Delta$ ) is calculated for a number of Afrikaans cultural networks, including the literary system and the Afrikaans film industry. Networks dating from different periods are investigated, as well as across genres where the literary system is involved, and where the Afrikaans film industry is examined, the investigation is not limited to the film actor network as in foreign studies, but the whole film industry is taken into account, which includes every person credited with a contribution to almost every film. Following Muller, Destexhe and Rudolph-Lilith (2014), Humphries and Gurney's (2008) quantitative index of small world

networks ( $S^\Delta$ ) is then used to determine whether Afrikaans cultural networks really are small world networks, and if so, to what extent this is the case.

The following table represents the findings of the current study, and indicates the network that has been studied, the number of nodes ( $n$ ), number of edges ( $m$ ), average path length ( $L$ ) and transitivity ( $C^\Delta$ ), as well as average path length and transitivity of the equivalent network as constructed using the Erdős and Rényi random network model ( $L_{rand}$  and  $C_{rand}^\Delta$  respectively), as well as the small world index ( $S^\Delta$ ) as calculated by following Humphries and Gurney (2008).

Network	$n$	$m$	$L$	$L_{rand}$	$C^\Delta$	$C_{rand}^\Delta$	$S^\Delta$
Drama system 1900–1978	504	1172	3,580818	4,238775	0,122	0,008	18,05211
Film actor network 1994–2014	1866	88023	2,352675	1,957395	0,937	0,051	15,2857178
Film industry 1916–2013	529	2364	3,765815	3,101098	0,818	0,016	42,10076
Film industry 1994–2014	6274	805103	2,167235	1,959111	0,92	0,041	20,2841595
Literary system 1900–1978	1276	5300	3,240170	3,619095	0,191	0,007	30,47667
Literary system 1961–1976	615	2459	3,053279	3,32416	0,176	0,012	15,96786
Poetry system 2000–2012	313	804	3,198585	3,687381	0,2	0,018	12,80907
Poetry system 1900–1978	605	1931	3,266633	3,65614	0,13	0,01	14,55009
Prose system 1900–1978	798	2627	3,219973	3,746289	0,217	0,006	42,07824

It was found without exception that  $S^\Delta > 12$ , which means that the Afrikaans cultural networks that were investigated not only are all small world networks, but also that there are no borderline cases: all these networks are undoubtedly small world networks, and  $S^\Delta$  values lie in the range  $12 \leq S^\Delta \leq 43$ . As such, it is the first quantification of small-worldedness in Afrikaans cultural networks. It was also found that Afrikaans literary networks differ considerably from the Afrikaans film networks, because  $C^\Delta$  is consistently lower for the literary networks, and  $L < L_{rand}$  in literary networks, while film networks follow the more typical  $L \geq L_{rand}$  pattern. Film networks generally exhibit a higher degree of transitivity, which identifies them as social networks, while the lower transitivity in literary networks suggests that these should rather be classified as information networks. The Afrikaans prose network from 1900 to 1978 is also singled out in the article as the literary network where the largest difference exists between  $C^\Delta$  and  $C_{rand}^\Delta$ , which means that triangles occur more frequently in this network than in other literary networks. In practice, this means that if person A writes about the work of B and C, there is a significant probability that B and C will also discuss each other's works. Prose writers are found to be more likely to participate in discussions on other literary works than playwrights or poets.

There are still many Afrikaans cultural networks that have not been analysed as networks, including the music industry and theatre (especially as found at Afrikaans cultural festivals). One could also study film, music, theatre and literature together to get an overall picture of the structure of the Afrikaans cultural network. This article represents the largest study of Afrikaans cultural networks to date, but suggestions are made for further research that will seek to map and study the whole Afrikaans cultural milieu.

**Keywords:** Afrikaans culture, Afrikaans film, Afrikaans literature, complex networks, literary system, small-worldedness, Watts and Strogatz

## 1. Inleiding

Een van die sleutelwoorde van die hedendaagse wêreld is *netwerke*. 'n Groot aantal mense behoort tot sosiaalnetwerkwebwerwe soos Facebook en Twitter, of selfs professionele sosiaalnetwerkwebwerwe soos LinkedIn, skakel met mekaar deur middel van selfoonnetwerke, kry inligting op die wêreldwye web nadat hulle met die internet geskakel het, ens. As gevolg van tegnologie het die wêreld meer verbind geword: vervoernetwerke maak dit moontlik om 'n wêreldbürger te wees (of soms om siektes vinniger te versprei), inligtingsnetwerke maak dit moontlik om 'n groot hoeveelheid inligting wat bykans enige plek ter wêreld gehuisves kan word, maklik op te spoor, en sosiale netwerke strek oor landsgrense en vastelande soos nog nooit vantevore nie. Hierdie alomteenwoordigheid van netwerke het ook die besef in die wetenskap laat posvat dat interafhanklikheid en verbindings iets is wat met meer deeglikheid binne die wetenskap bestudeer moet word, en Steven Strogatz – een van die fisici wat 'n belangrike rol in die opkoms van die hedendaagse netwerkteorie gespeel het – stel voor dat dit onder andere hierdie besef van die alomteenwoordigheid van netwerke is wat daartoe bygedra het dat die teorie van komplekse netwerke so 'n belangrike benaderingswyse in die hedendaagse wetenskap geword het (Strogatz 2004:230).

Netwerke is deur die 20ste eeu deur onder andere Moreno (1934), Lewin (1939), Erdős en Rényi (1960) en Milgram (1967) bestudeer, en vorm ook deel van die Algemene Sisteemteorie soos deur Von Bertalanffy (1968) voorgestel. Sedert die laat negentigerjare van die vorige eeu het sommige fisici, soos Duncan Watts (Watts en Strogatz 1998; Watts 1999); Albert-László Barabási (Barabási en Albert 1999; Barabási, Albert en Jeong 1999); en Mark Newman (Newman 2001; Newman, Strogatz en Watts 2001) die voortou geneem in die bestudering van komplekse netwerke, en Barabási (2011:15) skryf dat die netwerkteorie, veral soos toegepas deur fisici, die teorie van kompleksiteit “gekoop” het: die Institute for Scientific Information (ISI) het byvoorbeeld onlangs aangedui dat twee publikasies oor komplekse netwerke (Watts en Strogatz 1998; Barabási en Albert 1999) onder die tien mees aangehaalde publikasies op dié lys is (Barabási 2011:15). Die teorie van komplekse netwerke het dan ook sedert die laat negentigerjare 'n onmisbare benaderingswyse tot komplekse sisteme geword en toepassings in byna elke veld in die wetenskap gevind.

Een van die belangrikste bevindings van die studie van komplekse netwerke wat sedert die negentigerjare na vore gekom het, is dat die meerderheid netwerke gekenmerk word deur die sogenaamde kleinwêreldverskynsel, of kleinwêreldsheid (“small-worldedness”). Watts en Strogatz se seminale studie (1998) – wat Muller, Destexhe en Rudolph-Lilith (2014:105004) “the pinnacle of network science” noem – is geïnspireer deur Stanley Milgram se bekende “six degrees of separation”-studie (1967), waar Milgram voorgestel het dat enigiemand anders binne slegs ses stappe kan bereik.<sup>1</sup> Watts en Strogatz het 'n model daargestel wat postuleer dat nodusse in 'n netwerk enige ander nodus gemiddeld met 'n kort pad kan bereik, al is dit nie 'n sosiale netwerk soos in Milgram se geval nie, en dat 'n hoë mate van groepsvorming of oorganklikheid tussen nodusse voorkom. Kleinwêreldsheid is een van die mees wydverspreide kenmerke van netwerke; Strogatz (2004:256) skryf:

In the past five years, the new ideas of small-world and scale-free networks have triggered an explosion of empirical studies dissecting the structure of complex

networks. In case after disparate case, when the flesh is peeled back, the same skeletal structure appears from within. The Internet backbone and the primate brain – both small worlds. So are the food webs of species preying on each other, the meshwork of metabolic reactions in the cell, the interlocking boards of directors of the Fortune 1,000 companies, even the structure of the English language itself.

Newman (2003; 2010) onderskei tussen vier soorte netwerke: biologiese, tegnologiese, inligtings- en sosiale netwerke. Biologiese netwerke sluit in neurale netwerke, voedselwebbe, metaboliese prosesse en proteïeninteraksies, en op hierdie gebied het die teorie van komplekse netwerke reeds tot vele bruikbare insigte gelei. Die studie van neurale netwerke het byvoorbeeld gelei tot insigte rakende depressie (Korgaonkar e.a. 2014), skisofrenie (Alexander-Bloch e.a. 2012) en epilepsie (Bartolomei e.a. 2013).

Tegnologiese netwerke sluit in die internet en vervoernetwerke, en hier is internasionale skeepsvaartroetes, lugvaartroetes en padnetwerke reeds breedvoerig bestudeer. Een van die belangrikste toepassings van die netwerkteorie op vervoernetwerke is natuurlik om die verspreiding van siektes te bestudeer, veral gesien in die lig van onlangse epidemies soos SARS, H5N1 en ebola.

Inligtingsnetwerke sluit in taal, verwysingsnetwerke in wetenskaplike velde en die wêreldwye web. Met behulp van die netwerkteorie kan die verwysingsisteme binne 'n dissipline gekarteer word en die belangrikste outeurs uitgelig word, die struktuur van die wêreldwye web kan ondersoek word, en ook hoe 'n taal as 'n komplekse sisteem funksioneer.

Sosiale netwerke sluit vriendskapsnetwerke, ekonomiese netwerke en mede-outeurskap van wetenskaplike publikasies in. Veral ten opsigte van die ekonomie is 'n verskeidenheid studies reeds onderneem om vas te stel hoe die wêreld ekonomie saamgestel is, asook hoe lande se aandeelhouernetwerke en maatskappydirekteurnetwerke funksioneer. Mede-outeurskappe in wetenskaplike publikasies dui ook op hoe samewerking binne die wetenskap plaasvind en dissiplinêre en institusionele grense oorskry word, en een van die netwerkteorie se gunsteling-studieobjekte is hier Pál (Paul)<sup>2</sup> Erdős se mede-outeurskap. Erdős het meer as 1 400 vakkundige artikels in sy leeftyd gepubliseer, 'n groot aantal daarvan saam met mede-outeurs, en sy legendariese posisie is ook verewig deurdat hy een van die belangrikste netwerkmodelle saam met so 'n mede-outeur saamgestel het: Alfréd Rényi (1960).

Die kleinwêreldverskynsel kom by al vier soorte netwerke voor – soos Strogatz hier bo te kenne gee – en Humphries en Gurney (2008) se studie het ook bevind dat al 27 netwerke waarvoor hulle kleinwêreldsheid kon bereken (en wat oor al vier soorte netwerke strek), kleinwêreldnetwerke is. Kleinwêreldsheid het deur Watts en Strogatz (1998) ook 'n belangrike rol in die opkoms van die hedendaagse netwerkteorie gespeel. Dit is egter nie slegs van belang vir die teorie van komplekse netwerke op sigself nie: kleinwêreldsheid het 'n impak op hoe siektes, inligting en idees versprei, asook vele meer, soos Cohen en Havlin (2010:65) aanvoer:

The question of the diameter of such networks is fundamental. It is relevant in many fields regarding communication and computer networks, such as routing, searching,



and transport of information. All these processes become more efficient when the diameter is smaller. It might also be relevant to subjects such as the efficiency of chemical and biochemical processes and the spreading of viruses, rumors, etc. in cellular, social, and computer networks. In physics, the scaling of the diameter with the network size is related to the physical concept of the dimensionality of the system, and is highly relevant to phenomena such as diffusion, conduction, and transport in general. The anomalous scaling of the diameter in these networks is expected to lead to anomalies in diffusion and transport phenomena on these networks.

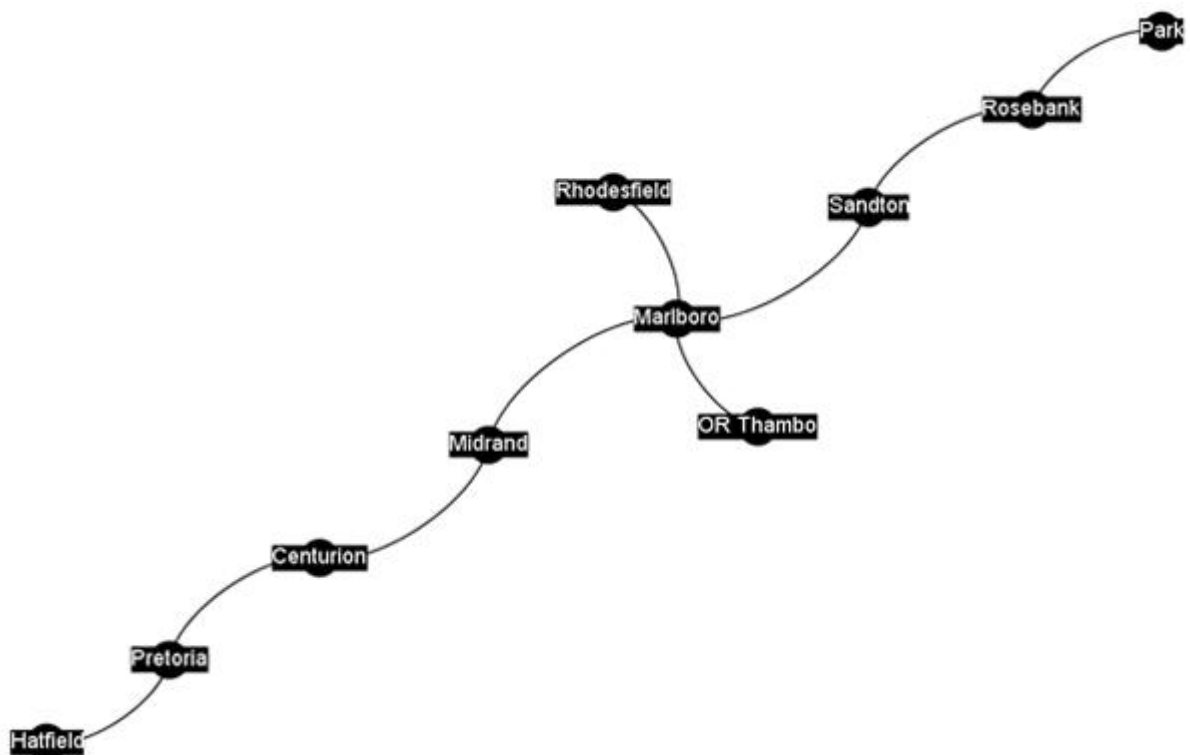
Die internasionale filmakteurnetwerk is een van die mees bestudeerde netwerke vanuit 'n fisika-oogpunt, wat byvoorbeeld ingesluit is in 'n verskeidenheid studies wat in *Physica A* verskyn het (Jeong 2003; Zhang e.a. 2006; Chang e.a. 2007; Guillaume en Latapy 2006; Centola, Eguíluz, en Macy 2007; Nacher en Akutsu 2011). Plaaslik is sommige aspekte van die Afrikaanse filmbedryf en -akteurnetwerk reeds as 'n komplekse netwerk bestudeer (Senekal 2015), maar daar is nog min ondersoek ingestel na die voorkoms van die kleinwêreldverskynsel in ander kultuurnetwerke, byvoorbeeld die literêre sisteem. Literatuur funksioneer binne 'n sisteem wat nie alleen literêre werke en skrywers insluit nie, maar ook uitgewerye, kritici, letterkundiges, koerante, vaktyskrifte en dergelike, en dit is binne hierdie "web" (Senekal 1987:44) van interaksies dat 'n literêre werk ontstaan, bestaan, en vir die nageslag in literatuurgeskiedenis bewaar word. Daar is reeds heelwat oor die literêre sisteem geskryf (byvoorbeeld Even-Zohar 1979; 1990), en veral oor die Afrikaanse literêre sisteem (Senekal 1987; Venter 2006; Kleyn 2013); en ook is die Afrikaanse literêre sisteem reeds as 'n netwerk bestudeer (byvoorbeeld Senekal 2014b), maar die kleinwêreldverskynsel is nog nie in besonderhede ondersoek met verwysing na enige literêre sisteem nie (nie met verwysing na Afrikaans of enige ander nie), en ook is die kleinwêreldverskynsel nog nie gekwantifiseer met betrekking tot enige Afrikaanse kulturele netwerk nie.

Hierdie artikel stel ondersoek in na die kleinwêreldverskynsel in Afrikaanse kultuurnetwerke – in navolging van Watts en Strogatz (1998) se seminale studie – en die gemiddelde pad en gemiddelde oorganklikheid word vir 'n aantal Afrikaanse kultuurnetwerke bereken, insluitend die literêre sisteem en die Afrikaanse filmbedryf. Ondersoek word ook ingestel na netwerke uit verskillende periodes, sowel as oor genre-grens heen waar die literêre sisteem ter sprake is; en waar die Afrikaanse filmbedryf ondersoek word, word nie slegs volstaan by die filmakteurnetwerk soos in buitelandse studies nie, maar die hele filmbedryf word in berekening gebring. In navolging van Muller, Destexhe en Rudolph-Lilith (2014) word Humphries en Gurney (2008) se kwantitatiewe indeks van kleinwêreldnetwerke aangewend om te bepaal of Afrikaanse kultuurnetwerke werklik kleinwêreldnetwerke is, en tot watter mate dit die geval is. As sulks is dit benewens studies van die internasionale filmakteurnetwerk die eerste studie wat kleinwêreldsheid binne kultuurnetwerke kwantitatief presiseer, asook die eerste studie van kleinwêreldsheid met betrekking tot literêre netwerke.

## 2. Kleinwêreldnetwerke

Erdős en Rényi (1960) het in 1960 'n model voorgestel vir netwerke waar skakelvorming lukraak plaasvind. Watts en Strogatz het in 1998 voortgebou op Erdős en Rényi en het hul kleinwêreldnetwerkmodel uitgewerk vir netwerke wat nóg lukraak nóg hoogs gestruktureerd is, met ander woorde netwerke wat tussen hierdie uiterstes funksioneer (Watts en Strogatz 1998:440; Humphries en Gurney 2008:e0002051; Muller, Destexhe, en Rudolph-Lilith 2014:105004). As sulks is Watts en Strogatz se kleinwêreldnetwerkmodel 'n beter model vir werklike netwerke soos dit in die praktyk aangetref word as dié van Erdős en Rényi, en hulle het ook hul model vergelyk met 'n aantal werklike netwerke, insluitend die internasionale filmakteurnetwerk, die kragvoorsieningsnetwerk in die VSA, en die neurale netwerk van *Caenorhabditis Elegans*, en telkens gevind dat hul kleinwêreldnetwerkmodel 'n goeie voorstelling van hierdie werklike netwerke is. Hulle voorspel ook (1998:442) dat die kleinwêreldverskynsel algemeen behoort te wees in 'n verskeidenheid biologiese, sosiale en mensgemaakte netwerke – 'n voorspelling wat deur latere studies geldig bewys is (Muller, Destexhe en Rudolph-Lilith 2014:105004).

Die gemiddelde pad in komplekse netwerke dui op die gemiddelde aantal stappe wat vanaf 'n nodus geneem moet word om enige ander nodus te bereik. *Gemiddelde pad* dui op die pad ten opsigte van netwerkstruktuur, nie ten opsigte van geografiese afstand nie. Neem byvoorbeeld die Gautrain-roete:



**Figuur 1. Die Gautrain-roete as netwerk**

Om vanaf Hatfield na Centurion te beweeg, behels twee stappe ten opsigte van netwerkstruktuur: Hatfield na Pretoria, en Pretoria na Centurion. Die gemiddelde pad wat

enige stasie met enige ander stasie verbind, is 2,98 in hierdie netwerk. Die deursnee van die netwerk is dan die langste van die roetes wat die kortste pad tussen twee nodusse vorm; in die geval van die Gautrain-roete is die deursnee 7 (die pad wat vanaf Hatfield na Park gevolg word). Die kortste pad staan ook bekend as die geodetiese afstand ( $d$ ), wat deur Durbach en Parker (2009:17) omskryf word as “the smallest number of edges in the graph that must be traversed to reach one node from the other”.

Meer formeel kan die gemiddelde pad of geodetiese afstand soos volg omskryf word: indien  $G$  'n grafiek is met 'n stel nodusse (“vertices”)  $V$ , dui op die gemiddelde kortste pad vanaf nodus  $u$  na enige ander nodus  $v$  in  $G$ . Van Steen (2010:141) definieer die gemiddelde pad vanaf nodus  $u$  soos in formules 1 en 2:

$$\bar{d}(u) \stackrel{\text{def}}{=} \frac{1}{|V| - 1} \sum_{v \in V, v \neq u} d(u, v) \quad (1)$$

Die gemiddelde pad in grafiek  $G$  ( ) word dan deur formule 2 bereken.

$$\bar{d}(G) \stackrel{\text{def}}{=} \frac{1}{|V|} \sum_{u \in V} \bar{d}(u) = \frac{1}{|V|^2 - |V|} \sum_{u, v \in V, u \neq v} d(u, v) \quad (2)$$

Die gemiddelde pad moet in verhouding tot die gemiddelde pad vir 'n lukrake netwerk van dieselfde grootte (beide ten opsigte van die aantal nodusse en die aantal skakels) gemeet word. Lukrake netwerke van die Erdős-Rényi-tipe het ook gewoonlik 'n kort gemiddelde pad, en dus is 'n kort gemiddelde pad nie op sigself 'n onderskeidende kenmerk van kleinwêreldnetwerke nie (Watts en Strogatz 1998:440; Albert en Barabási 2002:50; Zaidi 2013:52). Wanneer die gemiddelde pad egter tesame met oorganklikheid bereken word, kan 'n netwerk geklassifiseer word as 'n kleinwêreldnetwerk (Watts en Strogatz 1998:440; Borge-Holthoefter en Arenas 2010:1274; Gallos e.a. 2013:e66443; Muller, Destexhe en Rudolph-Lilith 2014:105004).

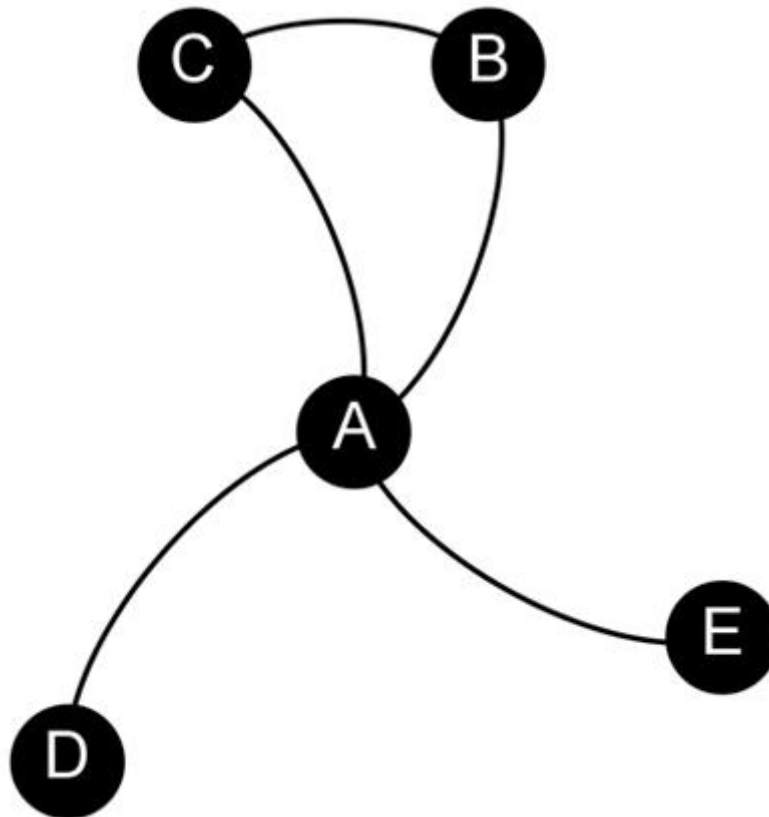
Groepsvorming (“clustering”) verwys na die tendens waar groepe binne netwerke ontstaan, met ander woorde groepe waar die nodusse wat aan 'n enkele nodus verbind is, ook onderling verbind is. Watts en Strogatz (1998) het die groeperingskoeffisiënt ( $C_i^{WS}$ ) van nodus  $i$  soos in formule 3 gedefinieer:

$$C_i^{WS} = \frac{2E_i}{k_i(k_i - 1)} \quad (3)$$

In formule 3 verteenwoordig  $E_i$  die aantal skakels (“edges”) tussen die bure van  $i$  en  $k_i$  die aantal bure wat  $i$  het, met ander woorde die aantal direkte skakels wat  $i$  het. Die groeperingskoeffisiënt van die hele netwerk is dan die gemiddeld van  $C_i^{WS}$  oor al die nodusse (Humphries en Gurney 2008:e0002051).



Newman, Moore en Watts (2000) het 'n van groepsvorming voorgestel wat meet in watter mate driehoeke in 'n netwerk ontstaan, en dié alternatiewe definisie word soms ook na verwys as oorganklikheid ("transitivity"). Oorganklikheid meet hoe groot die waarskynlikheid is dat wanneer daar 'n skakel tussen A en B en tussen A en C bestaan, daar ook 'n skakel tussen B en C aangetref sal word. Neem byvoorbeeld die volgende voorbeeldnetwerk:



**Figuur 2. Groepsvorming of oorganklikheid**

'n Driehoek bestaan tussen A, B en C, terwyl die skakels tussen A, D en E as 'n drietal bekend staan waar slegs twee skakels tussen drie nodusse aangetref word. Groepsvorming in hierdie definisie dui op die verhouding tussen drietalte en driehoeke in die netwerk, en dui bloot op die waarskynlikheid van die vorming van driehoeke met 'n koëffisiënt tussen 0 (geen oorganklikheid nie) en 1 (volkome oorganklikheid). Oorganklikheid ( $C^{\Delta}$ ) word met behulp van formule 4 bereken (Newman 2010:200; Humphries en Gurney 2008:e0002051):

$$C^{\Delta} = \frac{3 \times \text{aantal driehoeke in die netwerk}}{\text{aantal drietalte in die netwerk}} \quad (4)$$

Sosiale netwerke het gewoonlik (maar nie sonder uitsondering nie) 'n hoë oorganklikheidskoëffisiënt, terwyl ander soorte netwerke gewoonlik 'n laer oorganklikheidskoëffisiënt het (Newman 2010:200). Dit is veral ten opsigte van die oorganklikheidskoëffisiënt dat daar groot verskille tussen lusrake netwerke van die Erdős-Rényi-tipe en kleinwêreldnetwerke bestaan, waar laasgenoemde aansienlik hoër

oorganklikheidskoëffisiënte as Erdős-Rényi-netwerke het (Watts en Strogatz 1998:440; Albert en Barabási 2002:49).

Kleinwêreldnetwerke word dan as sodanig geklassifiseer beide op grond van die netwerk se gemiddelde pad en op grond van die oorganklikheidskoëffisiënt, en ook deur die werklike netwerk te vergelyk met die Erdős-Rényi-weergawe van die netwerk (Muller, Destexhe en Rudolph-Lilith 2014:105004). Humphries en Gurney (2008:e0002051) skryf:

A network  $G$  with  $n$  nodes and  $m$  edges is a small-world network if it has a similar path length but greater clustering of nodes than an equivalent Erdős-Rényi (E-R) random graph with the same  $m$  and  $n$  (an E-R graph is constructed by uniquely assigning each edge to a node pair with uniform probability).

Meer formeel gestel: laat  $L_g$  die gemiddelde kortste pad in grafiek  $G$  voorstel en  $C_g^\Delta$  die oorganklikheidskoëffisiënt soos in Newman, Moore en Watts (2000) se formule<sup>3</sup> voorgestel. Laat  $L_{rand}$  en  $C_{rand}^\Delta$  onderskeidelik die gemiddelde pad en gemiddelde oorganklikheidskoëffisiënt van 'n Erdős-Rényi-tipe weergawe ("random network") van die betrokke netwerk voorstel, met ander woorde 'n netwerk van dieselfde grootte (beide ten opsigte van die getal nodusse en ten opsigte van die getal skakels) waar skakelvorming lukraak plaasvind. Humphries en Gurney (2008:e0002051) stel dan voor dat 'n netwerk 'n kleinwêreldnetwerk is wanneer  $L_g \geq L_{rand}$  en  $C_g^\Delta \gg C_{rand}^\Delta$ .

Uiteraard is hierdie semikwantitatiewe formulering te vaag om van veel analitiese waarde te wees, en Humphries en Gurney (2008:e0002051) stel dan formules 5, 6 en 7 voor om die mate waarin 'n netwerk 'n kleinwêreldnetwerk is, te kwantifiseer.

$$\gamma_g^\Delta = \frac{C_g^\Delta}{C_{rand}^\Delta} \quad (5)$$

$$\lambda_g = \frac{L_g}{L_{rand}} \quad (6)$$

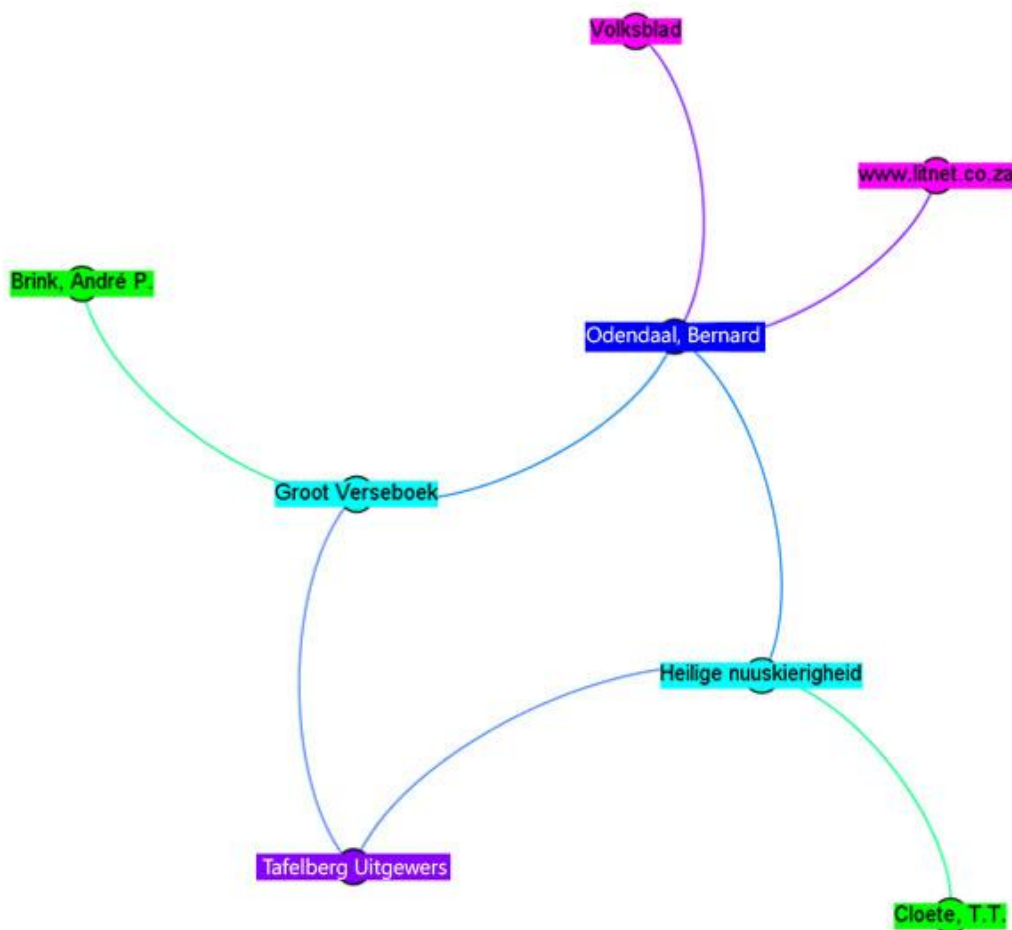
Kleinwêreldsheid ( $S^\Delta$ ) word dan met behulp van formule 7 bereken:

$$S^\Delta = \frac{\gamma_g^\Delta}{\lambda_g} \quad (7)$$

Die resultaat is  $\lambda_g \geq 1$  en  $\gamma_g^\Delta \gg 1$ . 'n Kleinwêreldnetwerk is dan 'n netwerk waar  $S^\Delta > 1$  (Humphries en Gurney 2008:e0002051). Gevalle waar  $1 \leq S^\Delta \leq 3$  is grensgevalle, en dus kan  $S^\Delta \geq 3$  geneem word as 'n statisties beduidende resultaat wat op 'n duidelike kleinwêreldsheid dui.

### 3. Datastelle

Verskeie datastelle van Afrikaanse kultuurnetwerke is vir hierdie studie aangewend. In Senekal (2014b; 2013) word die hedendaagse poësie-sisteem (2000–2012) as netwerk ontleed, met inagneming van digters, hul werke, uitgewerye, resensies en studies, sowel as waar daardie resensies en studies verskyn het (byvoorbeeld in koerante of op webwerwe). Die netwerk handel dus oor wie watter werke waar publiseer, en wie waar oor watter werke publiseer. Vir die berekening van die gemiddelde pad in Senekal (2014b) word egter slegs persone in ag geneem, met ander woorde die skakels in die netwerk beteken dan “wie skryf oor wie”, maar oorganklikheid is nie uitgewerk nie. Soos tydens die berekening van die gemiddelde pad word in die huidige studie ook slegs met persone gewerk, aangesien oorganklikheid nie vir die veelledige netwerk (“multipartite network”) met sy verskillende kategorieë rolspelers bereken kan word nie. Dit word gedoen omdat daar nie ’n direkte skakel tussen nodusse van dieselfde kategorie in die veelledige weergawe van dié netwerk bestaan nie, en dus kan daar geen oorganklikheidskoëffisiënt vir ’n veelledige netwerk wees nie. Kyk byvoorbeeld na figuur 3, wat voorstel hoe die veelledige netwerk saamgestel is:



**Figuur 3.** 'n Voorbeeld uit die hedendaagse poësie-netwerk. Skrywers word in groen aangedui, uitgewerye in pers, kritici in blou, werke in seegroen, en publikasieplatforms in pienk.

Hier kan gesien word dat Brink die samesteller van *Groot Verseboek* was en Cloete die outeur van *Heilige nuuskierigheid*. Beide werke is deur Tafelberg uitgegee, en beide is deur Bernard Odendaal geresenseer. Een resensie het by LitNet verskyn en die ander in *Volksblad*. Indien die netwerk só saamgestel is, kan daar geen driehoek bestaan nie, aangesien die publikasieplatforms (in pienk aangedui) nie by mekaar kan publiseer nie, net soos literêre werke (in seegroen aangedui) ook nie oor mekaar kan skryf nie.<sup>4</sup> Om hierdie rede is die netwerk vereenvoudig na mense, waar daar 'n direkte skakel tussen Odendaal en Cloete sowel as tussen Odendaal en Brink aangedui word.

In Senekal (2014c) word die Afrikaanse literatuur vanaf 1900 tot 1978 as komplekse netwerk benader met behulp van data saamgestel vanuit Senekal en Engelbrecht (1984) en Senekal en Van Aswegen (1980; 1981), maar die gemiddelde pad en die oorganklikheidskoëffisiënt word nie bereken nie, aangesien 'n nodusvlakontleding onderneem word wat fokus op belangrike rolspelers eerder as op die netwerkstruktuur self (soos ook die geval is met die studies van die hedendaagse Afrikaanse poësie). Hierdie datastel is vergelykbaar met dié van die hedendaagse Afrikaanse poësie en bevat dieselfde kategorieë rolspelers (skrywers, werke, uitgewerye, letterkundiges en kritici, en publikasieplatforms soos koerante), maar strek uiteraard oor 'n veel langer tydperk en neem publikasies in ag wat ook binne die sferes van die drama en die prosa uitgegee is. Ook hier is op persone gefokus vir die huidige studie, met ander woorde die skakels is slegs tussen mense aangedui en beteken "wie publiseer oor wie", soos in die geval met die poësie. In die ontleding is  $S^{\Delta}$  vir die hele datastel uitgewerk, asook onderling vir die drama, poësie en prosa. Die periode 1961–1976 is ook onttrek ten einde te kontroleer of  $S^{\Delta}$  nie moontlik beduidend verskil wanneer 'n ander tyd in ag geneem word nie, en hierdie tydperk is gekies omdat Roos (1998:51–72) en Coetzee (1990:32) dit as 'n aparte tydperk in die Afrikaanse letterkunde identifiseer. Coetzee beskryf hierdie tydperk as "'n krisis, die konsolidasie van wit hegemoniese mag, repressie, 'n oplewing in die ekonomie, 'n vernuwing in die Afrikaanse letterkunde", en daarom is juis dié tydperk gekies om te onttrek: dit verteenwoordig 'n belangrike periode in die Afrikaanse letterkunde waar die letterkunde ook sterk met politieke verwickelinge geskakel het.

In Senekal en Stemmet (2014) en Senekal (2014a) word die Afrikaanse filmbedryf vanaf 1916 tot 2013 ondersoek, alhoewel die gemiddelde pad en oorganklikheidskoëffisiënt nie hier bereken is nie, omdat die fokus weer eens val op 'n nodusvlakontleding wat die belangrikste rolspelers uitlig eerder as om die netwerkstruktuur self te ontleed. Hierdie datastel neem bykans alle Afrikaanse films in ag wat vanaf 1916 tot 2013 vrygestel is, en bevat inligting oor watter regisseurs, draaiboekskrywers, vervaardigers, kinematografe, redigeerders en komponiste by hierdie films betrokke was. In hierdie studies is gebruik gemaak van 'n tweeledige netwerk ("bipartite network"), waar twee soorte rolspelers betrokke is: mense en films. Dié netwerk is dus ietwat eenvoudiger as die veelledige netwerke wat bestudeer is rakende die Afrikaanse literêre sisteem. Vir die berekening van oorganklikheid is dit egter weer eens nodig om die tweeledige netwerk om te skakel in 'n enkelledige netwerk, aangesien mense natuurlik bydra tot films en nie tot ander mense nie, wat beteken dat die oorganklikheidskoëffisiënt van 'n tweeledige netwerk altyd 0 is. Die omskakeling van 'n tweeledige na 'n enkelledige netwerk is gedoen soos bespreek in Zhang e.a. (2006), en dit is só gedoen dat slegs mense in ag geneem word. Die skakels tussen mense beteken dan "het saamgewerk met" (meer besonderhede oor die omskakeling, asook

oor tweeledige en enkelledige netwerke, word in Zhang e.a. (2006) en Senekal (2015) bespreek).

In Senekal (2015) word die hedendaagse Afrikaanse filmbedryf (1994–2014) ontleed, met inagneming van die Afrikaanse filmakteurnetwerk sowel as die hele bedryf (insluitend alle rolspelers wat hierby betrokke is, nie slegs dié wat in Senekal en Stemmet (2014) en Senekal (2014a) betrek is nie), en die gemiddelde pad en oorganklikheidskoëffisiënt word vir beide netwerke bereken, maar nie  $S^{\Delta}$  nie. Let daarop dat hierdie datastel aansienlik meer gedetailleerd is as dié van 1916–2013, met inagneming van selfs ekstras, grimeerkunstenaars en assistente, en ook is akteurs self nie in berekening gebring in Senekal en Stemmet (2014) en Senekal (2014a) nie. Dié datastel bied dus 'n blik op die Afrikaanse filmbedryf in sy geheel, en ook is die data self vanaf die films saamgestel, wat beteken dat dit beide volledig én akkuraat is, anders as die studies van die internasionale filmakteurnetwerk wat in buitelandse publikasies soos Guillaume en Latapy (2006) aangetref word en staat maak op die onvolledige Internet Movie Database ([www.imdb.com](http://www.imdb.com)).<sup>5</sup> Weer eens is die tweeledige netwerk in 'n enkelledige netwerk omgeskakel vir die berekeninge wat volg. In die berekening van  $S^{\Delta}$  is 'n onderskeid getref tussen die filmakteurnetwerk en die hele filmbedryf, waar laasgenoemde die filmakteurnetwerk insluit en dus die Afrikaanse filmbedryf in sy geheel in berekening bring.

Vir elke netwerk wat hier ondersoek is, is die ekwivalente Erdős-Rényi-netwerk ook gekonstrueer met dieselfde aantal skakels en nodusse as die netwerk wat onder die loep geneem word.

#### 4. Resultate

Tabel 1 verskaf die aantal nodusse ( $n$ ), aantal skakels ( $m$ ), gemiddelde pad ( $L$ ), oorganklikheidskoëffisiënt ( $C^{\Delta}$ ) en kleinwêreldsheid ( $S^{\Delta}$ ) van 'n aantal netwerke, met  $S^{\Delta}$  uitgewerk deur Humphries en Gurney (2008) (die klassifikasie van netwerke as sosiale, biologiese, tegnologiese of inligtingsnetwerke is ook dié van Humphries en Gurney):

**Tabel 1. Kleinwêreldsheid ( $S^{\Delta}$ ) in 'n aantal netwerke, soos bereken deur Humphries en Gurney (2008)**

Netwerk	Soort netwerk	$n$	$m$	$L$	$C^{\Delta}$	$S^{\Delta}$
Voedselweb (Huxham, Beaney, en Raffaelli 1996)	biologies	135	598	2,05	0,16	7,84
Varswatervoedselweb (Martinez 1991)	biologies	92	997	1,9	0,2	1,7
Proteïeninteraksies (Jeong e.a, 2001)	biologies	2 115	2 240	6,8	0,072	107,85
Neurale netwerk (Kaiser en Hilgetag 2006)	biologies	277	1 918	2,64	0,2	3,21
Metaboliese netwerk (Jeong e.a, 2000)	biologies	765	3 686	2,56	0,09	8,18
Wêreldwye web (Newman 2003)	inligting	269 504	1 497 135	11,27	0,11	3453

Medevoorkoms van woorde (Newman 2006)	inligting	112	425	2,54	0,16	2,13
Roget's Thesaurus (Newman 2003)	inligting	1 022	5 103	4,87	0,13	23,54
Studenteverhoudinge (Bearman, Moody en Stovel 2004)	sosiaal	573	477	16,01	0,005	1,34
Mede-outeurskap (Newman 2001)	sosiaal	52909	245 300	6,19	0,45	2 026
Mede-outeurskap (Newman 2001)	sosiaal	1520251	11 803 064	4,92	0,088	9 089
Mede-outeurskap (De Castro en Grossman 1999)	sosiaal	253339	496 489	7,57	0,15	11 666
Maatskappydirekteure (Davis, Yoo en Baker 2003)	sosiaal	7673	55 392	4,6	0,59	228
Filmakteurnetwerk (Amaral e,a, 2000)	sosiaal	449913	2 551 6482	3,48	0,2	627
Kragvoorsieningsnetwerk (Watts en Strogatz 1998)	tegnologies	4941	6 594	18,99	0,1	84,45

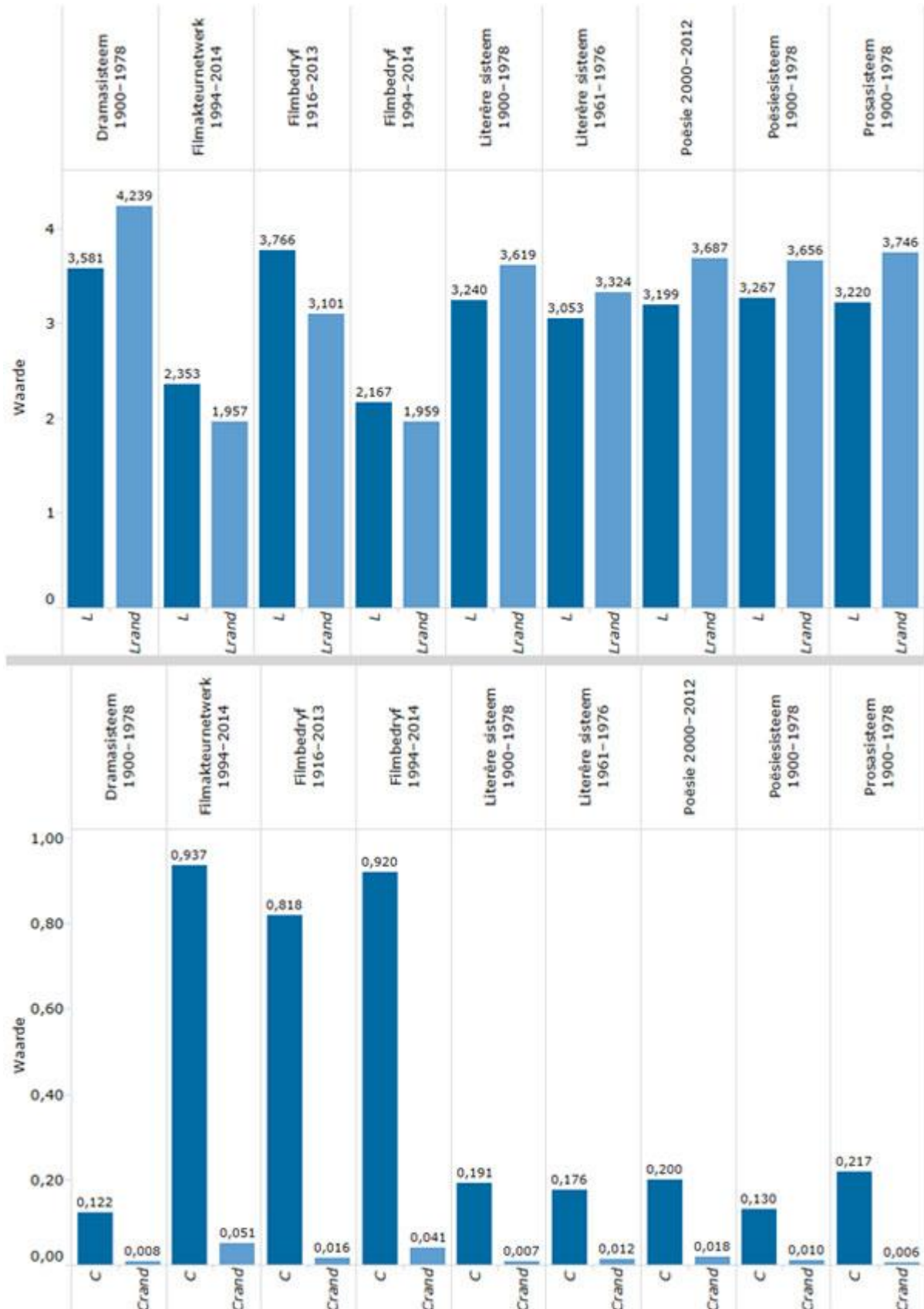
In vergelyking met die netwerke in tabel 1 verskaf ek in tabel 2 dieselfde waardes vir Afrikaanse kultuurnetwerke, asook  $L_{rand}$ ,  $C^{\Delta}_{rand}$ ,  $\gamma^{\Delta}$  en  $\lambda$ :

**Tabel 2. Afrikaanse kultuurnetwerke**

Netwerk	$n$	$m$	$L$	$L_{rand}$	$C^{\Delta}$	$C^{\Delta}_{rand}$	$\gamma^{\Delta}$	$\lambda$	$S^{\Delta}$
Dramasisteem 1900–1978	504	1 172	3,580818	4,238775	0,122	0,008	15,25	0,844777	18,05211
Filmakteurnetwerk 1994–2014	1 866	88 023	2,352675	1,957395	0,937	0,051	18,37255	1,201942	15,2857178
Filmbedryf 1916–2013	529	2 364	3,765815	3,101098	0,818	0,016	51,125	1,214349	42,10076
Filmbedryf 1994–2014	6 274	805 103	2,167235	1,959111	0,92	0,041	22,43902	1,106234	20,2841 595
Literêre sisteem 1900–1978	1276	5 300	3,240170	3,619095	0,191	0,007	27,28571	0,895298	30,47667
Literêre sisteem 1961–1976	615	2 459	3,053279	3,32416	0,176	0,012	14,66667	0,918511	15,96786
Poësie 2000–2012	313	804	3,198585	3,687381	0,2	0,018	11,11111	0,867441	12,80907
Poësie-sisteem 1900–1978	605	1 931	3,266633	3,65614	0,13	0,01	13	0,893465	14,55009
Prosasisteem 1900–1978	798	2 627	3,219973	3,746289	0,217	0,006	36,16667	0,85951	42,07824

Figuur 4 dui dan 'n vergelyking van  $L$  en  $L_{rand}$  asook  $C^{\Delta}$  en  $C^{\Delta}_{rand}$  aan vir hierdie netwerke:

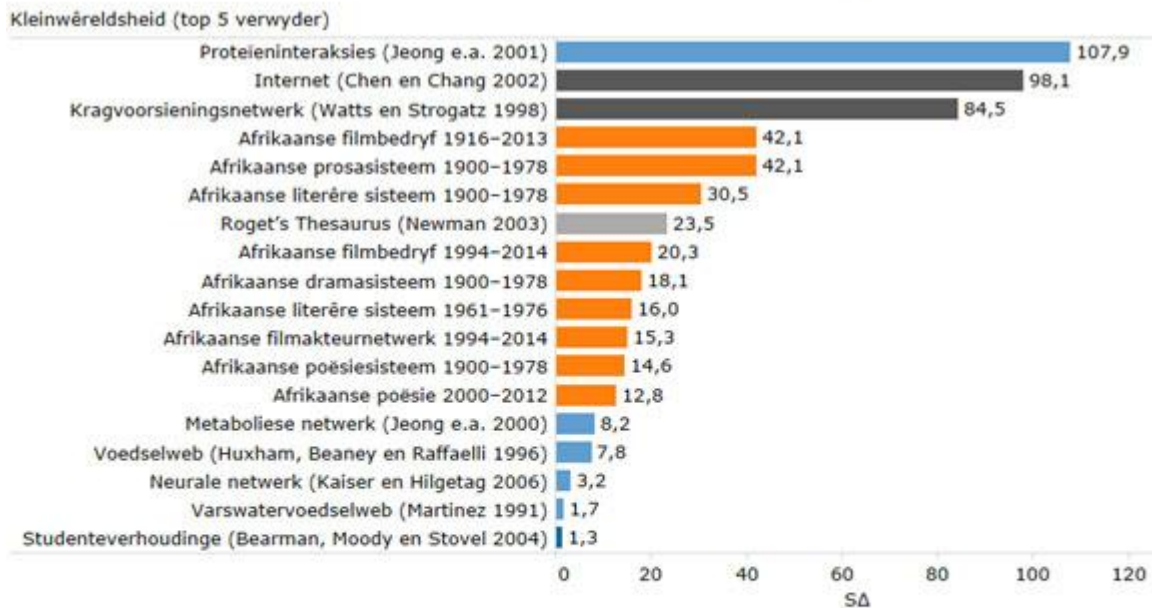
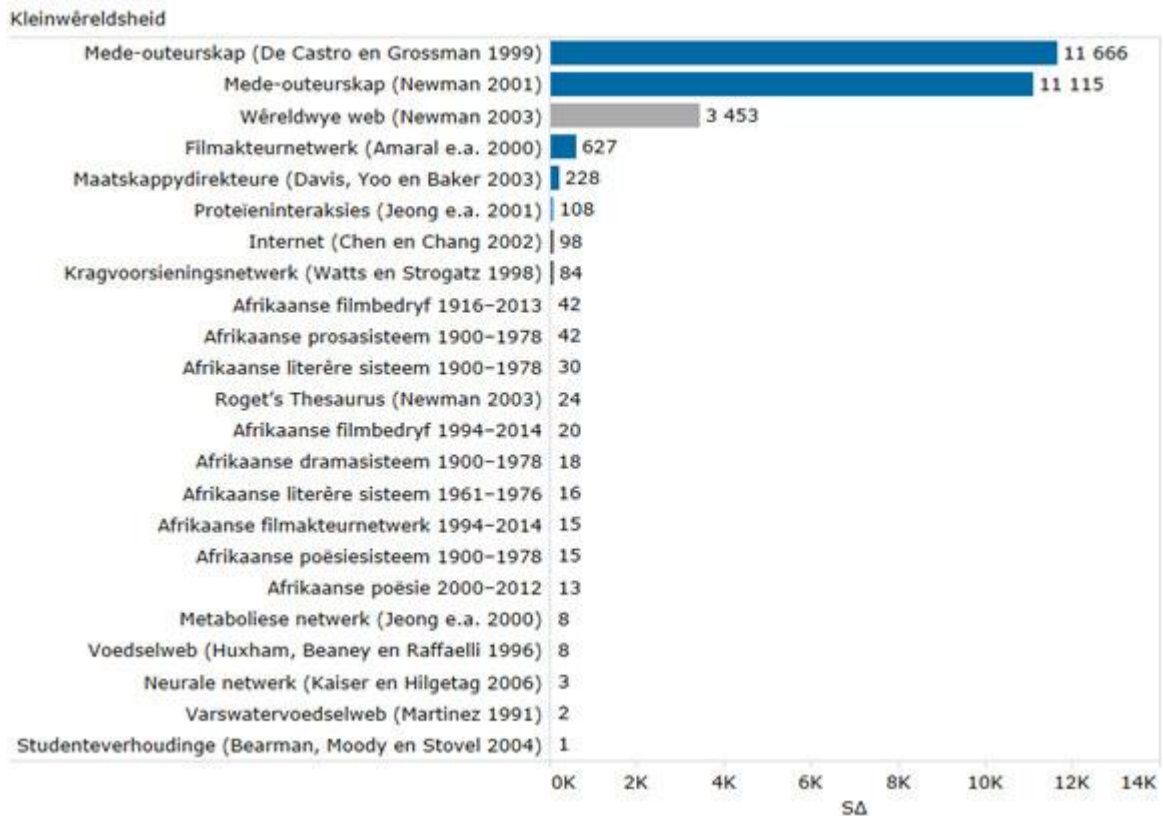




Figuur 4. 'n Vergelyking van gemiddelde pad en oorganklikheid

Hier kan duidelik gesien word dat die kenmerkende  $C_g^\Delta \gg C_{rand}^\Delta$  van kleinwêreldnetwerke ook vir Afrikaanse kultuurnetwerke geld, en  $S^\Delta > 1$ .  $L_g \geq L_{rand}$  geld egter nie vir alle Afrikaanse kultuurnetwerke nie, en vir Afrikaanse literêre netwerke is  $L_g < L_{rand}$  ( $L_g \geq L_{rand}$  vir Afrikaanse filmnetwerke). Die waarde van  $S^\Delta > 1$  beteken dat Afrikaanse kultuurnetwerke sonder uitsondering tot die klas van kleinwêreldnetwerke behoort; en let ook daarop dat  $S^\Delta > 12$ , wat beteken dat geen Afrikaanse kulturele netwerk 'n grensgeval genoem kan word nie. Die feit dat alle Afrikaanse kultuurnetwerke as kleinwêreldnetwerke beskryf kan word, beteken dat inligting maklik en vinnig in dié netwerke kan versprei: temas, style en ander invloede kan byvoorbeeld maklik in die literêre sisteem versprei, soos dit ook maklik in die filmnetwerke bekend kan word watter mense geskik sal wees vir rolle in nuwe films of watter persone 'n goeie tegniese bydrae tot 'n nuwe film sal kan lewer.

Dit is egter opvallend dat  $S^\Delta < 43$  vir enige Afrikaanse kulturele netwerk, anders as in Humphries en Gurney (2008) se berekenings, wat gereeld veel hoër is. Dit wil dus voorkom of Afrikaanse kultuurnetwerke nie in 'n ekstreme mate kleinwêreldnetwerke is nie: dit is wel kleinwêreldnetwerke tot 'n beperkte mate met  $12 \leq S^\Delta \leq 43$ , maar die groot waardes van  $S^\Delta$  wat in Humphries en Gurney (2008) aangetref word, is nie hier teenwoordig nie, soos grensgevalle met waardes van  $1 \leq S^\Delta \leq 3$  ook nie in Afrikaanse kultuurnetwerke voorkom nie. Figuur 5 toon hoe ver  $S^\Delta$ -waardes verskil vir die netwerke wat in tabelle 1 en 2 voorgestel is, en onder is die vyf netwerke met die hoogste  $S^\Delta$ -waardes verwyder ten einde 'n beter begrip van die verspreiding van  $S^\Delta$ -waardes te kan kry. Let daarop dat die Afrikaanse kultuurnetwerke wat hier bestudeer is, almal saamgegroepeer word – Afrikaanse kultuurnetwerke se  $S^\Delta$ -waardes is dus baie eenders.



Soort netwerk

- Afrikaanse kulturele netwerk
- biologiese netwerk
- inligtingsnetwerk
- sosiale netwerk
- tegnologiese netwerk

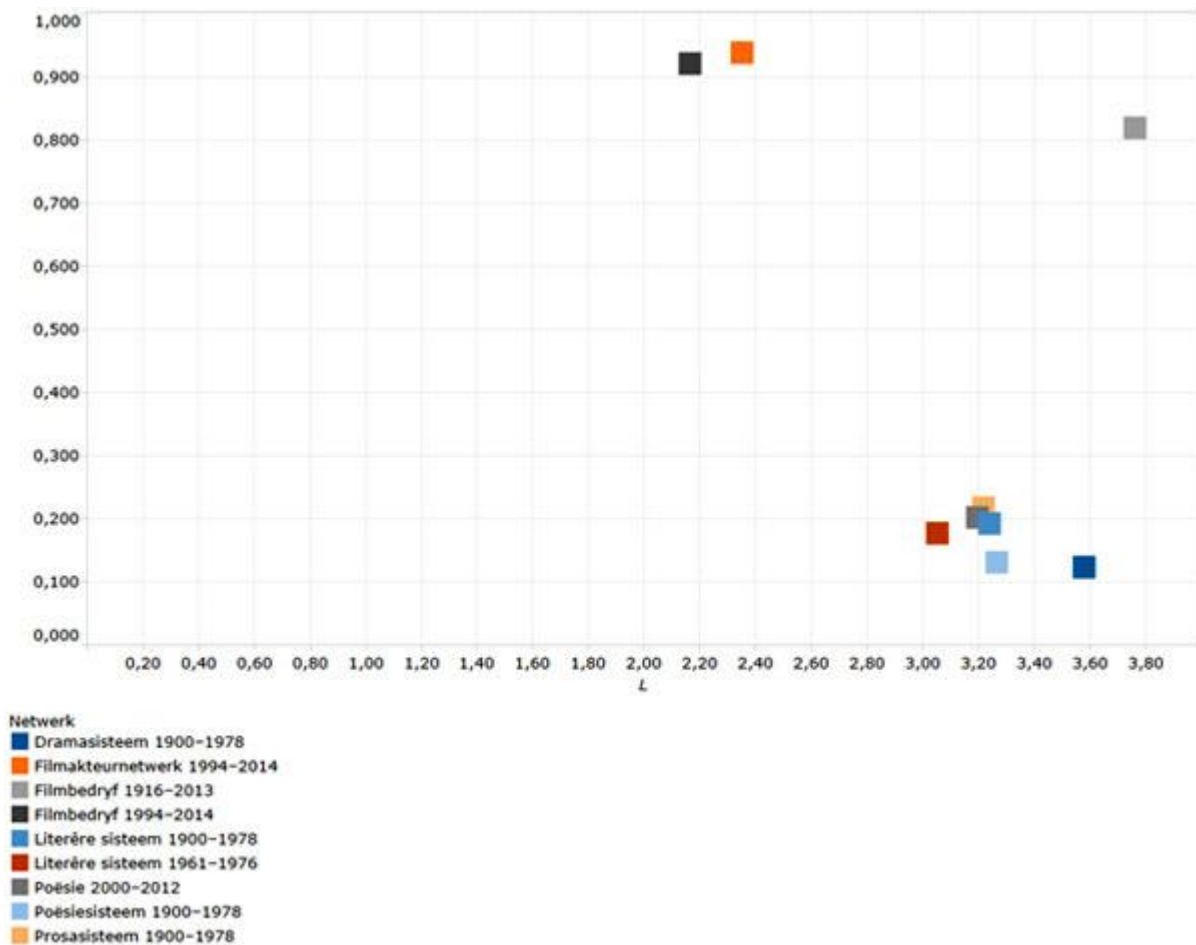
Figuur 5. Kleinwêreldsheid in 'n aantal netwerke

Let ook daarop dat die Afrikaanse filmnetwerke aansienlik laer  $S^{\Delta}$ -waardes het as wat die geval is vir die internasionale filmakteurnetwerk wat deur Amaral e.a. (2000) bestudeer is, en ook beduidend hoër  $C^{\Delta}$ -waardes het. Die filmakteurnetwerke wat in Guillaume en Latapy (2006) en Watts en Strogatz (1998) bestudeer is, het egter 'n heelwat hoër oorganklikheidskoëffisiënt van onderskeidelik 0,786 en 0,79, en dus is Amaral e.a. (2000) se lae oorganklikheidskoëffisiënt die uitsondering eerder as wat die Afrikaanse filmnetwerke uitsonderings is – die hoë  $C^{\Delta}$ -waardes van Afrikaanse filmnetwerke moet dus nie gesien word as buite die norm van filmnetwerke nie.

Kyk 'n mens na waardes van  $S^{\Delta}$  met betrekking tot literêre netwerke, is dit duidelik dat die hoë  $S^{\Delta}$  van die Afrikaanse prosasisteem vanaf 1900 tot 1978 die  $S^{\Delta}$  van die hele Afrikaanse literêre sisteem van hierdie tydperk verhoog:  $S^{\Delta}$  vir die drama en poësie is veel laer (onderskeidelik 18,05 en 14,55). Met die uitsondering van die prosa en die sisteem in die geheel is  $12 \leq S^{\Delta} \leq 19$  vir al die literêre netwerke wat hier ontleed is, insluitend die Afrikaanse poësie, wat min verskille toon tussen die tydperk 1900–1978 en 2000–2012 (onderskeidelik 14,55 en 12,81). Hierdie geringe verskil in  $S^{\Delta}$ -waardes is beduidend, aangesien dié twee netwerke uit verskillende tydperke dateer en  $S^{\Delta}$ -waardes ook met behulp van verskillende datastelle bereken is. Die soortgelyke  $S^{\Delta}$ -waardes is dus nóg die resultaat van die datastel waarmee die berekenings gedoen is, nóg 'n waarde wat eie is aan die tydperk wat bestudeer is. Die feit dat  $S^{\Delta}$ -waardes van tussen 12 en 19 aangetref word vir enige tydperk, word verder onderskraag deur die  $S^{\Delta}$ -waardes van 15,97 vir die literêre sisteem vanaf 1961 tot 1976: hierdie waardes is dus nie die gevolg van die bestudering van 'n spesifieke tydperk nie.

Die vraag is dan waarom die prosasisteem 'n  $S^{\Delta}$ -waarde het wat buite die spektrum val waarbinne die ander Afrikaanse literêre netwerke aangetref word. Kyk 'n mens weer na tabel 2 en figuur 4, is dit opmerklik dat  $C_{rand}^{\Delta}$  van die prosanetwerk die laagste is vir al die netwerke wat hier ondersoek is (0,006), maar dat die netwerke met die tweede en derde laagste  $C_{rand}^{\Delta}$ -waardes – die literêre sisteem vanaf 1900 tot 1978 ( $C_{rand}^{\Delta} = 0,007$ ) en die dramasisteem vanaf 1900 tot 1978 ( $C_{rand}^{\Delta} = 0,008$ ) – beduidend laer oorganklikheidskoëffisiënte het as die prosasisteem (onderskeidelik 0,191 en 0,122). Dit is dus die prosasisteem se  $C^{\Delta}$  (0,217) wat in verhouding tot  $C_{rand}^{\Delta}$  beduidend hoog is wat die hoë uiteindelige  $S^{\Delta}$ -waarde tot gevolg het.  $C^{\Delta}$  is 3 516,67% hoër as  $C_{rand}^{\Delta}$  in hierdie netwerk, wat in die praktyk beteken dat daar 'n groot aantal driehoeke binne die prosasisteem is waar persoon A oor B en C se werke skryf, maar ook skryf C oor B se werke of B oor C se werke. Daar is inderdaad 2 344 driehoeke in hierdie netwerk teenoor die verwagte 44 wat in die Erdős-Rényi-netwerkmodel vorm – 'n 5 227,27%-verskil. Dit is dus nie alleen die feit dat die prosasisteem die hoogste  $C^{\Delta}$  het wat dit as die duidelikste kleinwêreldnetwerk van die literêre netwerke tipeer nie, maar juis die verhouding tussen  $C_{rand}^{\Delta}$  en  $C^{\Delta}$ . Kortom beteken dit dat die Afrikaanse prosasisteem vanaf 1900 tot 1978 die Afrikaanse literêre netwerk is waar die grootste mate van kohesie vorm in die sin van groeperings waar skrywers aktief deelneem aan kritiese besprekings en studies van mekaar se werke. Hieruit kan dus gesien word dat prosaskrywers meer gereeld as digters of dramaturge aktief deelneem aan besprekings binne die literêre sisteem. Die hoogste aantal driehoeke vorm rondom André P. Brink (697 driehoeke), wat beteken dat hy die beste ingebed is in hierdie netwerk en dat sulke driehoekbesprekings tot die grootste mate rondom hom plaasgevind het.

Kyk 'n mens na 'n spreidingsdiagram van  $L$  en  $C^{\Delta}$  vir die netwerke wat hier ondersoek is, kom 'n verdere patroon uit die verf:



**Figuur 6. Die gemiddelde pad en oorganklikheid in Afrikaanse kultuurnetwerke**

Filmnetwerke word almal saam gegroeper met hoë  $C^{\Delta}$ -waardes, terwyl die literêre netwerke ook saam gegroeper word met hul laer  $C^{\Delta}$ -waardes en 'n baie soortgelyke gemiddelde pad. Dit wil dus voorkom of Afrikaanse literêre netwerke gekenmerk word deur laer oorganklikheidskoëffisiënte as Afrikaanse filmnetwerke, wat 'n vraagteken plaas oor of literêre netwerke as sosiale netwerke geklassifiseer behoort te word. Sosiale netwerke het gewoonlik (maar nie sonder uitsondering nie) 'n hoë oorganklikheidskoëffisiënt, maar die feit dat al die Afrikaanse literêre netwerke oorganklikheidskoëffisiënte van  $0,122 \leq C^{\Delta} \leq 0,217$  het, dui daarop dat dié literêre netwerke nie soos die meeste ander sosiale netwerke saamgestel is nie. Verdere studie sal nodig wees om al die topologiese kenmerke van Afrikaanse literêre netwerke te bepaal, maar voorlopig kan daarmee volstaan word om te noem dat dié kultuurnetwerke moontlik eerder inligtingsnetwerke genoem moet word, aangesien dit per slot van rekening in 'n literêre sisteem gaan oor die wisselwerking van inligting eerder as die interaksie tussen mense self.



## 6. Gevolgtrekking

Hierdie artikel het ondersoek ingestel na die kleinwêreldverskynsel in Afrikaanse kultuurnetwerke, met spesifieke verwysing na die Afrikaanse literêre sisteem en die Afrikaanse filmbedryf. Met behulp van Humphries en Gurney (2008) is die kleinwêreldsheid ( $S^\Delta$ ) van Afrikaanse kultuurnetwerke bereken, en daar is sonder uitsondering gevind dat  $S^\Delta > 12$ , wat beteken dat die Afrikaanse kultuurnetwerke wat hier ondersoek is, nie alleen almal kleinwêreldnetwerke is nie, maar ook dat daar geen grensgevalle aangetref word nie: al hierdie netwerke is sonder twyfel kleinwêreldnetwerke. As sulks is dit die eerste kwantifisering van kleinwêreldsheid in Afrikaanse kultuurnetwerke. Daar is ook bevind dat Afrikaanse literêre netwerke heelwat verskil van die Afrikaanse filmnetwerke deurdat  $C^\Delta$  deurlopend laer is vir die literêre netwerke, en ook is  $L_g < L_{rand}$  in literêre netwerke, terwyl filmnetwerke die meer tipiese  $L_g \geq L_{rand}$ -patroon volg. Die Afrikaanse prosanetwerk vanaf 1900 tot 1978 is ook uitgesonder as die literêre netwerk waar die grootste verskil tussen  $C^\Delta$  en  $C_{rand}^\Delta$  bestaan, wat beteken dat driehoeke meer gereeld in hierdie netwerk voorkom as in die ander literêre netwerke. In die praktyk beteken dit dat wanneer persoon A oor die werke van B en C publiseer, daar 'n beduidende waarskynlikheid bestaan dat B en C ook oor mekaar se werke in gesprek sal tree, en daar is ook aangedui dat die meerderheid sulke driehoeke rondom André P. Brink ontstaan.

Daar is steeds vele Afrikaanse kultuurnetwerke wat nog nie as netwerke ontleed is nie, onder andere die musiekbedryf en die toneel (soos veral gevind by Afrikaanse kultuurfeeste). Ook sou 'n mens die film, musiek, toneel en letterkunde saam kon ondersoek om 'n geheelbeeld te kry van wat die struktuur van die Afrikaanse kulturele netwerk is. Hierdie artikel is dus slegs nog 'n stap in 'n voortgesette poging om die hele Afrikaanse kulturele netwerk te karteer en te ontleed. Die voorsprong wat Afrikaanse navorsers het, is egter dat die kartering van die hele Afrikaanse kulturele netwerk 'n haalbare doelwit is: dié netwerk is nie só groot dat al die data nie versamel kan word nie. Afrikaans kan dus in hierdie opsig 'n toonaangewende rol in die wêreld speel deur 'n *totale* kulturele sisteem te karteer en te ontleed.

## Bibliografie

Albert, R. en A.-L. Barabási. 2002. Statistical mechanics of complex networks. *Reviews of Modern Physics* 74:47–97.

Alexander-Bloch, A.F., P.E. Vértes, R. Stidd, F. Lalonde, L. Clasen, J. Rapoport, J. Giedd, E.T. Bullmore en N. Gogtay. 2012. The anatomical distance of functional connections predicts brain network topology in health and schizophrenia. *Cerebral cortex*, 23(1):127–38.

Amaral, L.A.N., A. Scala, M. Barthélémy, en H.E. Stanley. 2000. Classes of small world networks. *Proceedings National Academy of Sciences*, 97:11149–52.

Barabási, A.-L. 2011. The network takeover. *Nature Physics*, 8(1):14–6.



- Barabási, A.-L. en R. Albert. 1999. Emergence of scaling in random networks. *Science*, 286:509–11.
- Barabási, A.-L., R. Albert en H. Jeong. 1999. Mean-field theory for scale-free random networks. *Physica A*, 272:173–87.
- Bartolomei, F., G. Bettus, C.J. Stam en M. Guye. 2013. Interictal network properties in mesial temporal lobe epilepsy: a graph theoretical study from intracerebral recordings. *Clinical Neurophysiology*, 124(12):2345–53.
- Bearman, P.S., J. Moody en K. Stovel. 2004. Chains of affection: the structure of adolescent romantic and sexual networks. *American Journal of Sociology*, 110:44–91.
- Borge-Holthoefer, J. en A. Arenas. 2010. Semantic networks: Structure and dynamics. *Entropy*, 12(5):1264–1302.
- Centola, D., V.M. Eguíluz en M.W. Macy. 2007. Cascade dynamics of complex propagation. *Physica A*, 374:449–56.
- Chang, H., B.-B. Su, Y.-P. Zhou en D.-R. He. 2007. Assortativity and act degree distribution of some collaboration networks. *Physica A*, 383:687–702.
- Coetzee, A. 1990. *Letterkunde en krisis. 'n Honderd jaar Afrikaanse letterkunde en Afrikaner nasionalisme*. Johannesburg: Taurus.
- Cohen, R. en S. Havlin. 2010. *Complex networks: structure, robustness and function*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Csermely, P. 2006. *Weak links: Stabilizers of complex systems from proteins to social networks*. Heidelberg: Springer.
- Davis, G.F., M. Yoo en W. E. Baker. 2003. The small world of the American corporate elite, 1982–2001. *Strategic organization*, 1(3):301–26.
- De Castro, R. en J.W. Grossman. 1999. Famous trails to Paul Erdős. *Math Intell*, 21:51–63.
- Durbach, I.N. en H. Parker. 2009. An analysis of corporate board networks in South Africa. *South African Journal of Business Management*, 40(2):15–26.
- Erdős, P. en A. Rényi. 1960. On the evolution of random graphs. *Publications of the Mathematical Institute of the Hungarian Academy of Sciences*, 5:17–61.
- Even-Zohar, I. 1979. Polysystem Theory. *Poetics Today*, 1(1/2):287–310.
- . 1990. Polysystem Studies. *Poetics Today*, 11(1):1–94.
- Gallos, L.K., F.Q. Potiguar, J.S. Andrade en H.A. Makse. 2013. Imdb network revisited: unveiling fractal and modular properties from a typical small-world network. *PLoS one*, 8(6):e66443.

- Guillaume, J.-L. en M. Latapy. 2006. Bipartite graphs as models of complex networks. *Physica A*, 371:795–813.
- Humphries, M.D. en K. Gurney. 2008. Network “small-world-ness”: a quantitative method for determining canonical network equivalence. *PLoS one*, 3(4):e0002051.
- Huxham, M., S. Beaney en D. Raffaelli. 1996. Do parasites reduce the chances of triangulation in a real food web? *Oikos*, 76:284–300.
- Jeong, H. 2003. Complex scale-free networks. *Physica A*, 321:226–37.
- Jeong, H., S.P. Mason, A.-L. Barabási en Z.N. Oltvai. 2001. Lethality and centrality in protein networks. *Nature*, 411:41–2.
- Jeong, H., B. Tombor, R. Albert, Z.N. Oltvai en A.-L. Barabási. 2000. The large-scale organization of metabolic networks. *Nature*, 407:651.
- Kaiser, M. en C.C. Hilgetag. 2006. Nonoptimal component placement, but short processing paths, due to long-distance projections in neural systems. *PLoS Computational Biology*, 2:e95.
- Kleyn, L. 2013. 'n Sisteemteoretiese kartering van die Afrikaanse literatuur vir die tydperk 2000–2009: Kanoniserings in die Afrikaanse literatuur. Ongepubliseerde PhD-proefskrif: Universiteit van Pretoria.
- Korgaonkar, M.S., A. Fornito, L.M. Williams en S.M. Grieve. 2014. Abnormal structural networks characterize major depressive disorder: a connectome analysis. *Biological psychiatry*, 76(7):567–74.
- Lewin, K. 1939. Field Theory and Experiment in Social Psychology: Concepts and Methods. *American Journal of Sociology*, 44(6):868–96.
- Martinez, N.D. 1991. Artifacts or attributes? Effects of resolution on the Little Rock Lake food web. *Ecological Monographs*, 61:367–92.
- Milgram, S. 1967. The small world problem. *Psychology Today*, 2:60–7.
- Moreno, J.L. 1934. *Who Shall Survive?* Washington, DC: Nervous and Mental Disease Publishing Company.
- Muller, L., A. Destexhe en M. Rudolph-Lilith. 2014. Brain networks: small-worlds, after all? *New Journal of Physics*, 16(10):105004.
- Nacher, J.C. en T. Akutsu. 2011. On the degree distribution of projected networks mapped from bipartite networks. *Physica A*, 390:4636–51.
- Newman, M.E.J. 2001. The structure of scientific collaboration networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(2):404–9.

- . 2003. The Structure and Function of Complex Networks. *SIAM Review*, 45(2):167–256.
- . 2006. Finding community structure in networks using the eigenvectors of matrices. *Physical Review E*, 74:036104.
- . 2010. *Networks*. Oxford: Oxford University Press.
- Newman, M.E.J., C. Moore en D.J. Watts. 2000. Mean-field solution of the small-world network model. *Physics Review Letters*, 84:3201–4.
- Newman, M.E.J., S. Strogatz en D.J. Watts. 2001. Random graphs with arbitrary degree distributions and their applications. *Physical Review E*, 64(2):26118.
- Roos, H. 1998. Perspektief op die Afrikaanse prosa van die twintigste eeu. In *Perspektief en Profiel*, saamgestel deur H.P. van Coller. Pretoria: Van Schaik.
- Senekal, B.A. 2013. 'n Netwerkontleding van die Afrikaanse poësie netwerk vanaf 2000 tot 2012. *Stilet*, 25(2):99–124.
- Senekal, B.A. 2014a. An investigation of Pierre de Wet's role in the Afrikaans film industry using Social Network Analysis (SNA). *Literator*. 35(1) (geen bladsynommers nie).
- . 2014b. *Canons and connections. A Network Theory approach to the study of literary systems with specific reference to Afrikaans poetry*. Washington: New Academia.
- . 2014c. Olga Kirsch se posisie in die Afrikaanse literêre sisteem (1900–1978). *Werkwinkel*, 9(2):9–36.
- . 2015. 'n Veelvakkige netwerkontleding van die Afrikaanse filmbedryf (1994–2014). *LitNet Akademies*, 12(2). <http://www.litnet.co.za/n-veelvakkige-netwerkontleding-van-die-afrikaanse-filmbedryf-en-filmakteurnetwerk-1994-2014/>
- Senekal, B.A. en J.-A. Stemmet. 2014. The gods must be connected: An investigation of Jamie Uys's connections in the Afrikaans film industry using Social Network Analysis (SNA). *Communicatio*, 40(1):1–19.
- Senekal, J.H. 1987. *Literatuuroppattings: "wese" en "waarhede" van 'n nuwe literêre teorie*. Bloemfontein: Universiteit van die Oranje-Vrystaat.
- Senekal, J.H. en E. Engelbrecht. 1984. *Bronne by die studie van Afrikaanse prosawerke 1900–1978*. Johannesburg: Perskor.
- Senekal, J.H. en K. van Aswegen. 1980. *Bronne by die studie van Afrikaanse dramas 1900–1978*. Johannesburg: Perskor.
- . 1981. *Bronne by die studie van die Afrikaanse digbundels 1900–1978*. Johannesburg: Perskor.
- Strogatz, S. 2004. *Sync. The emerging science of spontaneous order*. Londen: Penguin.

- Van Steen, M. 2010. *Graph theory and complex networks*. Amsterdam: Van Steen.
- Venter, R. 2006. Die materiële produksie van Afrikaanse fiksie (1990–2005): 'n Empiriese ondersoek na die produksieprofiel en uitgeweryprofiel binne die uitgeesisteem. Ongepubliseerde PhD-proefskrif, Universiteit van Pretoria.
- Von Bertalanffy, L. 1968. *General systems theory: Foundations, development, applications*. New York: George Braziller.
- Watts, D.J. 1999. *Small Worlds: The dynamics of networks between order and randomness*. Princeton: Princeton University Press.
- Watts, D.J. en S.H. Strogatz. 1998. Collective dynamics of “small-world” networks. *Nature*, 393(6684):409–10.
- Zaidi, F. 2013. Small world networks and clustered small world networks with random connectivity. *Social Network Analysis and Mining*, 3(1):51–63.
- Zhang, P.-P., K. Chen, Y. He, T. Zhou, B.-B. Su, Y. Jin, H. Chang, Y.-P. Zhou, L.-C. Sun, B.-H. Wang, en D.-R. He. 2006. Model and empirical study on some collaboration networks. *Physica A*, 360:599–616.

## Eindnotas

- <sup>1</sup> Die kleinwêreldverskynsel het ook in populêre kultuur neerslag gevind, byvoorbeeld die Oracle of Kevin Bacon (<https://oracleofbacon.org>) en die Six Degrees of Monica Lewinski-speletjie.
- <sup>2</sup> Erdős se naam word gewoonlik aangedui as Paul, maar Peter Csermely, wat, soos Erdős, van Hongarye afkomstig is, verwys na Pál (Csermely 2006:200).
- <sup>3</sup> In navolging van Humphries en Gurney (2008) konsentreer ek hier op Newman, Moore en Watts se formule. Sien ook Newman (2010:204) vir kritiek op  $C_i^{WS}$ .
- <sup>4</sup> In hierdie geval is intertekstuele verwysings nie ingesluit nie, en daarom kan boeke nie na mekaar verwys nie.
- <sup>5</sup> Die Internet Movie Database konsentreer op Hollywood-films, en alhoewel daar inligting oor filmbedrywe in ander tale is, is inligting gereeld onvolledig wanneer ander tale soos Afrikaans ter sprake is. Sien Senekal (2015).