

# Scriptie Water Zuid-Afrika

Bram van den Boomen, Wiebe Bor, Elliot Manchester

December 2016

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>3</b>
1.1	Watertekort in Zuid-Afrika . . . . .	3
1.2	Interdisciplinaire verantwoording . . . . .	3
1.3	Disciplinaire verantwoording . . . . .	4
1.4	Leeswijzer . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Waterverdeling en waterbeheer in Zuid-Afrika: een beoordeling vanuit duurzame ontwikkeling</b>	<b>6</b>
2.1	Duurzame ontwikkeling . . . . .	7
2.1.1	Temporale dimensie . . . . .	7
2.1.2	Holisme . . . . .	7
2.2	Analyse van de problemen . . . . .	8
2.2.1	Holisme . . . . .	8
2.2.2	Operationalisering van IWRM . . . . .	9
2.3	Oplossing vanuit duurzame ontwikkeling . . . . .	10
2.4	Conclusie . . . . .	11
<b>3</b>	<b>Waterverdeling en waterbeheer in Zuid-Afrika: een beoordeling vanuit Natuurwetenschap en Innovatiemanagement</b>	<b>12</b>
3.1	Inleiding . . . . .	12
3.2	Theoretisch kader . . . . .	14
3.2.1	Het model . . . . .	15
3.2.2	Knowledge & technology . . . . .	15
3.2.3	Actor & network . . . . .	15
3.2.4	Institution & Demand . . . . .	16
3.3	Operationalisering . . . . .	16
3.4	Resultaten . . . . .	17
3.4.1	Actoren . . . . .	17
3.4.2	Network . . . . .	17
3.4.3	Knowledge & technology . . . . .	17
3.4.4	Onderwijs . . . . .	19
3.4.5	Institution & demand . . . . .	19
3.4.6	Demand . . . . .	20
3.5	Conclusie . . . . .	20

<b>4</b>	<b>Waterverdeling en waterbeheer in Zuid-Afrika: een beoordeling vanuit de Informatica</b>	<b>21</b>
4.1	Inleiding . . . . .	21
4.2	De databehoeftte van Zuid-Afrika . . . . .	22
4.2.1	Vereisten . . . . .	22
4.2.2	Restricties . . . . .	22
4.2.3	Opties . . . . .	22
4.3	Crowdsourcing . . . . .	22
4.3.1	Kwantiteit . . . . .	23
4.3.2	Kwaliteit . . . . .	24
4.4	Implementatie . . . . .	26
4.5	Conclusie en toekomstperspectief . . . . .	26
<b>5</b>	<b>Integratie</b>	<b>29</b>
5.1	Uitgangspunten van de disciplines . . . . .	29
5.2	Verschillen, overeenkomsten en <i>common ground</i> in de inzichten . . . . .	29
5.2.1	Communicatie . . . . .	29
5.2.2	Kennis . . . . .	30
5.2.3	Kennisnetwerk . . . . .	30
5.2.4	Institutionele efficiëntie . . . . .	31
5.2.5	Beleid . . . . .	31
5.2.6	(Her)verdeling . . . . .	32
5.3	<i>More comprehensive understanding</i> . . . . .	32
<b>6</b>	<b>Conclusie</b>	<b>35</b>
6.1	Inzichten . . . . .	35
6.2	<i>More comprehensive understanding</i> . . . . .	35
6.3	Beperkingen . . . . .	36
6.4	Handelingsperspectief . . . . .	36

# Hoofdstuk 1

## Inleiding

### 1.1 Watertekort in Zuid-Afrika

In 1972 bracht de Club van Rome het rapport “De grenzen aan de groei” uit dat heeft aangezet tot een denkomslag over onder andere natuurlijke hulpbronnen. Het is sindsdien duidelijk geworden dat er crisis is in het beheer van natuurlijke hulpbronnen. Onze grondstof voorraad is eindig, vele grondstoffen dreigen deze eeuw nog op te raken of er dreigen tekorten te ontstaan. Water is een van deze natuurlijke hulpbronnen die steeds meer schaarser raken. Het milieuprobleem kreeg pas echt aandacht na het Water Resources Management rapport van de Wereldbank in 1993, maar intussen is de aandacht voor water snel gestegen gezien de toenemende waterproblematiek (Walmsley en Pearce, 2010). Vandaag de dag wordt twee derde van de wereldbevolking (vier miljard mensen) tenminste een maand per jaar getroffen door ernstige waterschaarste (Mekonnen en Hoekstra, 2016). Waterschaarste bedreigt niet alleen het drinkwater van mensen, ook landbouw en industriële bedrijven die veel water gebruiken worden getroffen waardoor de ontwikkeling van gehele landen in het geding is. Gassert et al. (2013) identificeerden in totaal 36 landen die geconfronteerd worden met extreme waternood. Zuid-Afrika is een van deze landen waar het belang van een goede omgang met water groot is. Ten minste 80 procent van het beschikbare water wordt jaarlijks onttrokken, wat de bevolking en economie kwetsbaar maakt voor tekorten. Het semi-droge gebied kent een ongelijke verdeling van waterbronnen, willekeurige regenval en vele droogtes

en overstromingen (Goldin, 2010). Water management is hierdoor een belangrijk item in het land, maar tevens een grote uitdaging voor een land dat nog in ontwikkeling is (Goldin, 2010). Verder onderzoek op dit punt is van groot belang, deze scriptie draagt bij aan de verbetering van dit probleem. Dit paper is vanuit het oogpunt van duurzaamheid gericht op een oplossing voor de lange termijn, zonder dat er een grotere toestroom van middelen nodig is. Om deze visie in elk hoofdstuk van deze interdisciplinaire scriptie terug te laten komen hebben we er voor gekozen om een sleutelwoord te nemen waar naar gerefereerd kan worden, namelijk: (her)verdeling. Met deze term is het overkoepelende onderwerp terug te vinden in de analyse van het probleem in verschillende disciplines door de vraag te stellen:

Hoe kan (her)verdeling bijdragen aan het oplossen van de waterproblematiek in Zuid-Afrika?

### 1.2 Interdisciplinaire verantwoording

Elk jaar weer verschijnen in de astronomische zomerperiode van het zuidelijk halfrond de nieuwsberichten over de waterproblematiek van de SubSahara landen. Zuid-Afrika is een van de landen met de grootste *physical water scarcity*, blijkt uit gegevens van het World Water Assessment Programme (WWAP, 2012). De hoeveelheid overheidsinstanties, onderzoeksinstituten, NGO's, onafhankelijke onderzoekers en internationale hulporganisaties die gemoeid zijn

met de Zuid-Afrikaanse waterproblematiek toont de complexiteit en diversiteit van het probleem aan. Het aantal actoren dat betrokken is bij de waterproblematiek in Zuid-Afrika ligt verspreid door het gehele land. Van een individu die water uit de kraan wil halen, tot de de landbouwindustrie die gebukt gaat onder de gelimiteerde beschikbaarheid van water. Aangezien water een primaire levensbehoefte is kan een tekort hierin niet alleen economische gevolgen hebben, maar ook humanitaire beperkingen tot gevolg hebben. De waterproblematiek wordt verder versterkt door het gegeven dat veel voedselvoorzieningen sterk afhankelijk zijn van hun watertoevoer en landbouw de grootste bron van inkomen is voor de meeste plattelandsgemeenschappen (Elizabeth Bryan e.a., 2009). Niet alleen Zuid-Afrika is hiervan afhankelijk, maar ook de vele omliggende landen van de South African Development Community (SADC) die voedsel importeren. Het benaderen van dit probleem als enkel een klimaatprobleem, enkel een economisch probleem of enkel een humanitair probleem zou het probleem oversimplificeren. Omdat al deze factoren hun eigen complicaties en gevolgen met zich mee brengen zou het onvoldoende zijn om dit probleem te bekijken vanuit een enkele discipline. Dit is volgens Allan Repko een van de voorwaarden van interdisciplinair onderzoek: "Interdisciplinary studies is a process of (...) addressing a topic that is too broad or complex to be dealt with adequately by a single discipline (...)" (Repko, 2008). Door het probleem vanuit meerdere disciplines te benaderen is de hoop dat aan meerdere, al dan niet alle, voorwaarden en verlangens van het milieu, de economie en mensen kan worden gewerkt zodat het eindresultaat van toegepast onderzoek werkbaar en realistisch kan zijn.

### 1.3 Disciplinaire verantwoording

#### Duurzaamheid & Ontwikkelingslanden

Deze scriptie is geschreven vanuit drie (multi)disciplines. De eerste discipline Duurzaamheid & Ontwikkelingslanden (hierna: DO) is een grensoverschrijdend onderzoeksgebied afkomstig

uit de disciplines Milieu-maatschappijwetenschappen en Sociale Geografie. Deze disciplines komen samen rondom het concept duurzame ontwikkeling, waarvan duurzaam watergebruik een belangrijk deel uitmaakt. Duurzaamheid en duurzame ontwikkeling zijn echter begrippen die verschillende betekenissen kunnen hebben. Vanuit de multidisciplinaire Duurzaamheid & Ontwikkelingslanden is in het kader van deze scriptie onderzocht wat een duurzame omgang met water betekent en te concluderen hoe een goede aanpak van duurzame omgang met de waterproblematiek er uit zou moeten zien.

#### Informatica

Om enige actie te ondernemen wat betreft herorganisatie van waterbronnen is eerst kennis nodig over de huidige situatie. Dat betekent dat er data moeten worden gewonnen en gebruikt. Om niet alleen kennis te verkrijgen over gemiddelden en grote lijnen is er ook lokale data nodig. Een dergelijke aanpak nodigt een situatie uit waarin de dataset zo groot wordt dat het niet meer wenselijk of mogelijk is om deze handmatig te verwerken. Om bruikbare informatie op te leveren kunnen inzichten uit de informatica (computer science; hierna: CS) een oplossing bieden. Door gebruik van geautomatiseerde computersystemen kan op een goede manier worden omgegaan met dergelijke grote datasets wat kan leiden tot beter handelingsperspectief, niet alleen in de algemene maar ook in de lokale situatie.

#### Natuurwetenschap & innovatiemanagement

De derde discipline, Natuurwetenschap en Innovatiemanagement (hierna: NWI), heeft een breed perspectief om het probleem van watertekort in Zuid-Afrika te benaderen. De oorzaak van de waterproblematiek kan ook binnen het vakgebied van NWI op diverse wijze worden gezien. Er kan gekeken worden naar regulering vanuit de overheid, de bedrijfsvoering binnen een firma of de waterproblematiek kan natuurwetenschappelijk worden benaderd. De kant van innovatiemanagement heeft als kern de kennis over hoe

innovaties in een bedrijf, markt of een economie kunnen veranderen. Door een praktische economische en bedrijfskundige bril kan NWI de waterproblematiek helder belichten. Ook duurzaamheid is een begrip wat in belangstelling toeneemt binnen NWI. Hiermee gepaard gaat interesse in de technologische ontwikkelingen die deze duurzaamheid mogelijk kunnen maken. Vanuit van innovatiemanagement kan gekeken worden of bedrijven gestimuleerd om duurzamer en efficiënter met water om te springen.

## 1.4 Leeswijzer

Deze scriptie is als volgt opgebouwd:

**Een beoordeling vanuit Duurzame Ontwikkeling:** In hoeverre kunnen problemen met waterbeheer in Zuid-Afrika verklaard worden door de verschillen tussen waterbeheer en duurzame ontwikkeling?

**Een beoordeling vanuit Natuurwetenschap en Innovatiemanagement:** Hoe kan een *innovation system analysis* water-efficiëntie in de landbouwsector vergroten?

**Een beoordeling vanuit de Informatica:** Hoe kan *crowdsourcing* succesvol worden toegepast om informatie te verkrijgen over de huidige en toekomstige staat van watervoorziening in Zuid-Afrika?

**Integratie:** Welke inzichten over de waterproblematiek in Zuid-Afrika ontstaan door het integreren van de inzichten vanuit Duurzame Ontwikkeling, Natuurwetenschap en Innovatiemanagement en Informatica?

## Hoofdstuk 2

# Waterverdeling en waterbeheer in Zuid-Afrika: een beoordeling vanuit duurzame ontwikkeling

Water is schaars in Zuid-Afrika, ten minste 80 procent van het beschikbare water wordt jaarlijks onttrokken (Gassert e.a., 2013). Dit maakt de bevolking, natuur en economie kwetsbaar voor tekorten, waardoor de ontwikkeling van het gehele land in het geding is. Goed waterbeheer en een goede verdeling van water is van groot belang bij landen die te maken hebben met waterschaarste (Allen, 2006).

Water is echter zeer ongelijk verdeeld in Zuid-Afrika. De infrastructuur voor water en water gerelateerde diensten die onder de apartheidstaat werden opgezet verdelen water nog steeds ten gunste van de rijkere blanke bevolking (Koppen en Schreiner, 2014). Dit is met name zichtbaar in de landbouw, die verantwoordelijk is voor 70 procent van het watergebruik in het land (Kahinda en Boroto, 2009). De apartheidstaat investeerde in irrigatie voor blanke boeren. De donkere boeren kregen vervolgens steeds minder water, omdat hun productiemethodes als economisch inefficiënt werden gezien (Koppen en Schreiner, 2014).

Na de val van de apartheidstaat in 1991 heeft de overheid van Zuid-Afrika een aanpak ontwikkeld om water beter te beheren en te verdelen. Dit gebeurde met behulp van internationale experts van westerse landen en internationale organisaties (Mehta e.a., 2014). Met deze experts werd het waterbeheer in Zuid-Afrika hervormd op basis van de inter-

ationale norm voor waterbeheer: Integrated Water Resource Management (IWRM). Global Water Partnership (2000), de intergouvernementele organisatie is opgericht om IWRM te bevorderen, omschrijft IWRM als een holistische benadering, omdat het rekening houdt met het gehele systeem rondom water. In de definitie van IWRM benadrukt de GWP coördinatie en een brede visie omtrent water:

IWRM is een proces dat de gecoördineerde ontwikkeling en beheer van water, land en gerelateerde grondstoffen promoot, om het economische en sociale welzijn te maximaliseren in een rechtvaardige manier zonder de duurzaamheid van vitale ecosystemen in gevaar te brengen. (Global Water Partnership, 2000)

IWRM komt op dit gebied overeen met het duurzame ontwikkeling. Het zijn beide brede overkoepelende theorieën, die de noodzaak voor een holistische balans tussen sociale, ecologische en economische pijlers benadrukken. Op deze manier scheppen beide theorieën een norm voor succesvol beleid. Deze normen blijven erg abstract, ze kunnen niet direct geoperationaliseerd worden, maar dienen als richtlijn voor beleid (Barkemeyer e.a., 2014). Zo geldt duurzame ontwikkeling als norm voor de duurzame ontwikke-

lingsdoelen (SDGs) van de Verenigde Naties (VN), die tevens de waterproblematiek in Zuid-Afrika behandelen. De manier van implementatie van deze doelen moet overgelaten worden aan overheden, met de actieve betrokkenheid van alle belanghebbenden (Verenigde Naties, 2012).

IWRM wijkt hierin af van duurzame ontwikkeling. IWRM schrijft al gedeeltelijk voor hoe de normen uitgewerkt zouden moeten worden in de watersector. Holisme betekend bij IWRM ook dat er instituties per stroomgebieden van rivieren opgezet moeten worden in plaats van door afgescheiden regionale instituties (Global Water Partnership, 2000). Hiernaast raad IWRM een aantal beleidsinstrumenten aan, die samen het “IWRM-pakket” genoemd worden (Shah, 2016). Eén van de aangewezen instrumenten is het gebruik van waterrechten.

Na de apartheid had het rechtzetten van de ongelijke verdeling van water onder de boeren de hoogste prioriteit voor waterbeheer in Zuid-Afrika (Koppen en Schreiner, 2014). Vanuit IWRM is dit doel uitwerkt met nieuwe waterrechten aan de hand van de Water Allocation Reform (WAR) in 2006. Voor het eerst kreeg de overheid de centrale controle over de verdeling van water, waardoor ze meer rechten aan ‘historisch benadeelde individuen’ boeren konden geven (Movik, 2014).

De implementatie van IWRM in Zuid-Afrika en de herverdeling van water aan de hand van de WAR is geen succes gebleken. Ondanks zeer ambitieuze doelen is slechts 1,6 procent van het water in Zuid-Afrika herverdeeld naar historisch benadeelde individuen (Department of Water Affairs, 2013). Er is ook kritiek op IWRM omdat het de verkeerde prioriteiten zou hebben. Er is veel aandacht uitgegaan naar het hervormen van overheidsinstanties en het opzetten van nieuwe beheergebieden, maar een goede infrastructuur en het leveren van de basisdiensten omtrent water voor de arme bevolking en boeren wordt vergeten (Koppen en Schreiner, 2014).

Door het gebruik van, op het eerste oogopslag, vergelijkbare normen voor succesvol beleid als duurzame ontwikkeling was de internationale verwachting dat de implementatie van IWRM succesvol zou zijn in Zuid-Afrika. Door de problemen is het echter nog maar de vraag of er daadwerkelijk is voldaan aan de

normen voor succes van duurzame ontwikkeling. Tot in hoeverre komen de problemen van IWRM en de WAR in Zuid-Afrika voort uit verschillen met duurzame ontwikkeling?

## 2.1 Duurzame ontwikkeling

Voordat IWRM in Zuid-Afrika beoordeeld kan worden aan de hand van de normen van duurzame ontwikkeling, dient er eerst nader te worden gekeken naar de normen die verbonden zijn aan het concept. Het veel geciteerde ‘Brundtland Report’ gaf de volgende definitie van duurzame ontwikkeling:

Duurzame ontwikkeling is de ontwikkeling die aansluit op de behoeften van het heden zonder het vermogen van toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien in gevaar te brengen. (Brundtland, 1987)

### 2.1.1 Temporale dimensie

Het principe van intergenerationele rechtvaardigheid stelt dat we de behoeftes van toekomstige generaties niet in gevaar mogen brengen, bijvoorbeeld door ecosystemendiensten aan te tasten (Brundtland, 1987). Hiermee zet duurzame ontwikkeling zich af tegen de focus op economische winst op de korte termijn ten koste van de toekomst (Daly, 1996). Duurzame ontwikkeling biedt een alternatief model aan, waarbij de omslag van het huidige kortetermijndenken naar het langetermijndenken belangrijk is (Gawor, 2008).

### 2.1.2 Holisme

Duurzame ontwikkeling benadrukt een holistische visie, waarbij het economische systeem niet los gezien kan worden van het sociale en ecologische systeem. Economische groei moet plaats vinden op een sociaal en ecologisch verantwoorde manier (Brundtland, 1987). Elkington (1994) noemde deze systemen *people, planet & profit*, die ook wel bekend kwamen te staan als de drie pijlers van duurzame ontwikkeling.

Duurzame ontwikkeling als norm dwingt ons holistisch te denken over de ideale samenleving. Economische groei is voor velen niet wenselijk als het mi-



lieuvervuiling, discriminatie, ongelijke kansen, maatschappelijke ontwrichting en grote welvaartsongelijkheid voortbrengt (Sachs, 2015). Het principe van intragenerationele rechtvaardigheid stelt dat er binnen en tussen gemeenschappen sprake moet zijn van rechtvaardigheid door gelijke rechten, kansen en een redelijke verdeling van middelen. Vanwege grote globale ongelijkheid en aanhoudende armoede is intragenerationele rechtvaardigheid een steeds belangrijker onderdeel geworden van duurzame ontwikkeling in de VN (Elliott, 2012). Tijdens de VN-conferentie inzake Duurzame Ontwikkeling (RIO+20) in 2012 werd dit vraagstuk expliciet opgenomen in de definitie van duurzame ontwikkeling:

Duurzame ontwikkeling benadrukt een holistische, rechtvaardige en verziende benadering van de besluitvorming op alle niveaus. Het benadrukt niet alleen een sterke economie, maar ook intragenerationele en intergenerationele rechtvaardigheid. Het berust op integratie en een evenwichtige afweging van sociale, economische en ecologische doelstellingen in zowel de publieke en private besluitvorming. (Verenigde Naties, 2012)

De RIO+20 conferentie benadrukt ook expliciet de noodzaak van de integratie van de drie pijlers van duurzame ontwikkeling bij holisme. Duurzame ontwikkeling is, naast een normatief concept, ook een wetenschap van complexe systemen (Sachs, 2015). Een systeem is een groep van componenten die interageren, en zo, samen met regels voor hun interactie, een groter geheel vormen (Sachs, 2015). Bij duurzame ontwikkeling is het dus belangrijk om de complexe onderlinge relaties tussen de economische, ecologische en sociale systemen te begrijpen. Hiervoor is veel kennis nodig van verschillende vakgebieden, waardoor duurzame ontwikkeling interdisciplinair is van natuur (Potter e.a., 2012). Het is volgens duurzame ontwikkeling zinloos om de drie pijlers los te behandelen, omdat de consequenties voor de andere pijlers dan niet wordt begrepen (Sachs, 2015). Alleen bij holisme ontstaat er een begrip over verdeling van de kosten en voordelen van beleid (Elliott, 2012). Samenvattend, holisme binnen duurzame ontwikkeling

gaat over het begrijpen van complexe systemen, de integratie ervan en het vinden van een gelukkige balans tussen de drie pijlers van duurzame ontwikkeling.

## 2.2 Analyse van de problemen

### 2.2.1 Holisme

IWRM is niet holistisch zoals duurzame ontwikkeling dat is. Het behandelt de hydrologische cyclus als geheel, maar analyseert de onderliggende economische, ecologische en sociale systemen niet (Global Water Partnership, 2000). Begrip van deze systemen is wel noodzakelijk, omdat water verweven is in complexe systemen (Mirchi e.a., 2012). Door het gebrek aan holisme is IWRM ineffectief geweest; veel van de problemen rondom de herverdeling van water komen eruit voort.

#### Geen integratie met het sociale systeem

Een groot probleem van de WAR was dat de overheid de onderlinge relaties tussen de verschillende betrokkenen in het sociale systeem niet begrijpt. De overheid had de arme boeren niet betrokken bij de hervormingen en had geen aandacht voor de machtsverhoudingen en belangen van rijke boeren.

Door het gebrek aan participatie met arme boeren wisten deze boeren niet hoe ze licenties moesten aanvragen of tot hun voordeel konden gebruiken (Koppen en Schreiner, 2014). ‘De historisch benadeelde’ boeren waren wantrouwig naar de overheid die meer contributie van de boeren verlangde voor de vele nieuwe instituties die vanuit IWRM opgezet waren (Mehta e.a., 2014).

Doordat de overheid geen aandacht had voor de machtsrelaties tussen boeren, konden rijke boeren hun macht gebruiken om de wetgeving naar hun hand te zetten. Dit was mede mogelijk door het gebrek aan een geïntegreerde visie van IWRM. Rijke boeren gebruikte de taal van economische efficiëntie en ecologische bescherming gebruiken om hun watergebruik te beschermen of zelfs uit te breiden (Liebrand e.a., 2012). Ze hadden meer verstand van de bureaucratische wetgeving en commissies die onder IWRM opgesteld waren en hadden meer middelen om deze

naar hun hand te zetten. Zo konden ze bijvoorbeeld de overheid op basis van efficiëntieargumenten overtuigen om niet te veel water her te verdelen en konden ze voorkomen dat natuurgebieden (en dus ook water) in handen kwamen van historisch benadeelde boeren (Liebrand e.a., 2012).

### **Geen integratie binnen het ecologische systeem**

Een ander groot probleem van de WAR was een gebrek aan geïntegreerd beleid tussen water en land. De herverdeling van water vond gelijktijdig plaats met de herverdeling van land, maar de twee werden onafhankelijk van elkaar uitgevoerd. Er was zelfs amper sprake van samenwerking of communicatie tussen de volledige gescheiden landbouw en water instituties van de overheid (Mehta e.a., 2014). Dit is problematisch omdat water en land sterk aan elkaar verbonden, het zijn twee belangrijke componenten van het ecologische systeem waar landbouw gebruik van maakt (Liebrand e.a., 2012).

Door een gebrek aan geïntegreerd beleid kregen arme boeren bijvoorbeeld wel land toebedeeld, maar geen water (Mehta e.a., 2014). Nog problematischer was dat rijke boeren de onderhandelingen rondom landverdeling gebruikten om zo veel mogelijk water te behouden, wat de herverdeling van water tenietdeed (Liebrand e.a., 2012).

### **Geen integratie tussen economie en sociale rechtvaardigheid**

De focus op economische efficiëntie heeft de herverdeling van water in de weg gestaan. Het Department of Water Affairs (DWA), het overheidsinstituut dat over water gaat, zag bij de invoering van de WAR een positief verband tussen een rechtvaardige waterverdeling en economische efficiëntie. Ze beargumenteerde dat een herverdeling van water mogelijkheden zou bieden voor historische benadeelden boeren om ook economisch te groeien (Department of Water Affairs, 2013). Dit zou de ontwikkeling van het land als geheel op de lange termijn dus goed doen. Na de invoering kwam er echter ook vanuit het DWA steeds meer weerstand. De herverdeling van water

zou zeer langzaam ingevoerd moeten worden, omdat nieuwe gebruikers moeite zouden hebben om economisch en ecologisch efficiënt om te gaan met het herverdeelde water kwam de herverdeling stil te liggen (Movik, 2014). IWRM legt de nadruk nu sterk op efficiënt watergebruik boven een rechtvaardige verdeling (Molle, 2008). Er is hierdoor veel wetenschappelijke kritiek op IWRM, omdat het efficiëntere grootschalige landbouwbedrijven belooft in plaats van dat het kleinschalige boeren helpt (Zwarteveen en Boelens, 2014).

Movik (2014) beargumenteert dat er een verkeerde visie is op rechtvaardigheid en economische efficiëntie in Zuid-Afrika. De herverdeling van water bestrijdt een symptoom van de historisch gegroeide ongelijkheid in plaats van de structurele oorzaken. Om historische gegroeide ongelijkheden te herstellen zou het levensonderhoud en de productiviteit van historisch benadeelde boeren verbeterd moeten worden. Alleen een rechtvaardige verdeling van water of land brengt historisch benadeelde boeren brengt historisch benadeelde boeren nu nog maar weinig. Het is momenteel namelijk extreem moeilijk voor beginnende boeren om competitief te worden in de sterk gedereguleerde Zuid-Afrikaanse markt die weinig hulp en bescherming biedt aan de historisch benadeelde boeren. Ze ontvangen geen subsidies of steun voor betere irrigatietechnologieën of investeringen die de blanke boeren wel ontvingen van de apartheidstaat.

### **2.2.2 Operationalisering van IWRM**

IWRM en duurzame ontwikkeling zijn beide brede theorieën die normen bieden waar van uit gewerkt kan worden. IWRM wijkt echter af van duurzame ontwikkeling, doordat het een aantal beleidsinstrumenten aanwijst voor de implementatie (Shah, 2016). Dit bleek echter ook voor problemen te zorgen.

Het "IWRM-pakket" wordt wereldwijd gepromoot, maar waterproblemen zijn niet homogeen of constant. Er zijn grote verschillen per regio, die tot andere aanpakken zouden moeten resulteren (Biswas, 2008). IWRM staat oplossingen op maat in de weg. Het is het doel van IWRM geworden om IWRM te implementeren en niet om tot een beter waterbeheer te komen (Giordano en Shah, 2014).

IWRM en het het “IWRM-pakket is ontworpen in westerse landen, maar blijkt minder geschikt te zijn voor ontwikkelingslanden (Shah, 2016). Onder IWRM heeft een dure herstructurering van de overheidsinstituten plaats gevonden voor waterbeheer op basis van stroomgebieden van rivieren. Deze herstructurering was maar bij twee van de negentien stroomgebieden succesvol, de overige gebieden zijn nog in opzet door een gebrek aan geld en expertise (Koppen en Schreiner, 2014). Ook de invoering van de WAR heeft veel beleidscapaciteiten gekost, zonder het gewenste resultaat. Ondertussen werd de ‘basis’ die belangrijk was voor Zuid-Afrika overgeslagen. De toegang tot water is verbeterd, maar service en diensten blijven slecht en de infrastructuur bereikt vele arme afgelegen boeren nog niet (Koppen en Schreiner, 2014).

IWRM schrijft een groot aantal beleidsinstrumenten en doelen voor die erg vaak erg abstract blijven doordat ze zijn opgesteld vanuit de brede normen van IWRM (Biswas, 2008). Het was daarom lastig voor Zuid-Afrika om de juiste prioriteiten te stellen. Het DWA gaf in 2008 aan dat de voorschriften van IWRM te vaag en breed waren om te kunnen bewerkstelligen. Daarom selecteerde het DWA een klein aantal doelen en activiteiten van IWRM die het hardste nodig waren voor Zuid-Afrika in een poging om “terug te gaan naar de basis” (Koppen en Schreiner, 2014).

## 2.3 Oplossing vanuit duurzame ontwikkeling

Een systeemtheoretische benadering van duurzame ontwikkeling zou een oplossing kunnen bieden voor het gebrek aan integratie en oplossingen op maat van waterbeheer in Zuid-Afrika. De systeembenadering benadrukt de noodzaak van het begrijpen van verbanden tussen de economische, ecologische en sociale systemen, integratie hiervan en de rol alle belanghebbende hierbij (Folke e.a., 2005).

De systeemtheorie pleit voor een procesbenadering in plaats van het werken naar vastgestelde doelen. Systemen zijn namelijk altijd in beweging en kennen dus geen vaste uitkomst (Bagheri en Hjorth, 2007).

Systeemtheoretische denkers hebben dan ook kritiek op het werken met vaste doelen binnen milieubeheer (Winz, Brierley en Trowsdale, 2009). Het gebruik van vaste doelen zonder begrip van het systeem zorgt voor ‘systeem conflicten’ waarbij het behalen van het ene doel in een complex systeem ten koste van een ander doel (Bagheri en Hjorth, 2007). Dit was het geval bij IWRM en de WAR waar een de herverdeling van land en economische efficiëntie ten kosten gingen van de rechtvaardige waterverdeling doelstelling (Hjorth en Bagheri, 2006).

Volgens een systeembenadering moet er samengewerkt worden met alle belanghebbenden. Publieke participatie is onmisbaar, omdat het moeilijk is voor één actor om een complex systeem te begrijpen en met een oplossing voor alle belanghebbenden te komen (Bagheri en Hjorth, 2007). Publieke participatie is tevens onmisbaar voor het aanpassingsvermogen en lerend vermogen die nodig is om mee te kunnen gaan in de dynamiek van een systeem (Folke e.a., 2005). Ondanks dat IWRM participatie met andere actoren aanbeveelt hebben arme boeren weinig bij kunnen dragen aan een beter beleid, zoals bleek uit de analyse van de problemen. Reed (2008) beschrijft dat participatieve werkwijzen veel voorkomen in milieubeheer, maar zelden effectief zijn. Participatie werkt alleen als er sprake is van gelijkheid, vertrouwen en het cultiveren van lerend vermogen en bekrachtigen van mensen. Milieubeheer wordt echter als autoriteit gezien. Wolfgang Sachs (1993) en Achterhuis (1995) spreken zelfs over een ecocratie en ecofacisme. Milieubeheer wijst al snel de staat aan als geschikte instituties om problemen met wet- en regelgeving op te lossen. In Zuid-Afrika verschaft de overheid zich de centrale macht over water (Movik, 2014). De implementatie van de WAR werd vervolgens gekarakteriseerd door bureaucratische top-down interventies en wetgeving die weinig oog hadden voor kleinschalige boeren en de complexiteit van de systemen omtrent water (Zwarteveen en Boelens, 2014).

Een systeemtheoretische benadering kan bijdragen aan oplossingen. Complexe systemen rondom waterbeheer kunnen ermee begrepen worden. Bij het analyseren van systemen is er speciale aandacht patronen van gedrag binnen een systeem, die archetypes worden genoemd (Mirchi e.a., 2012). Zo beschrijft het

archtype ‘Success to the Successful’ bijvoorbeeld hoe rijke boeren door hun efficiëntie zich steeds meer middelen toe kunnen eigenen. Bij een systeemanalyse wordt er ook onderscheid gemaakt tussen symptomen van het systeem en grondoorzaken (Mirchi e.a., 2012). Zo bleek in Zuid-Afrika bijvoorbeeld dat historisch benadeelde boeren geen mogelijkheid hebben om competitief te worden en zich water toe te eigenen.

Pas na volledig begrip van het systeem kunnen er goede strategische keuzes gemaakt worden. Er kan dan sprake zijn van een oplossing op maat met de gewenste balans tussen de drie pijlers van duurzame ontwikkeling. Voor welke aanpak wordt gekozen zal onderhevig zijn aan politieke overwegingen, maar bij het gebruik van een systeembenadering zullen de consequenties van elke keuze beter begrepen worden.

## 2.4 Conclusie

IWRM in Zuid-Afrika lijkt in eerste instantie overeen te komen met duurzame ontwikkeling, doordat het beide overkoepelende theorieën zijn die het gebruik van economische, ecologische en sociale pijlers als norm stellen. Toch zijn er ook verschillen. Dit onderzoek analyseerde de verschillen tussen IWRM en duurzame ontwikkeling om te beoordelen of de problemen van IWRM en de WAR in Zuid-Afrika hieruit voort komen.

IWRM wijkt op twee belangrijke punten af van duurzame ontwikkeling: holisme en operationalisatie. IWRM operationaliseert haar brede normen al. Het “IWRM-pakket”, dat voornamelijk in het westen ontwikkeld is, schreef het gebruik van een aantal beleidsinstrumenten voor die niet in de context van Zuid-Afrika paste. Zo gingen er veel beleidsmiddelen uit naar het opzetten van nieuwe instanties voor beheer per stroomgebied en het opzetten van een licentiesysteem voor het herverdelen van water. Ondertussen miste historisch benadeelde boeren de basisbenodigdheden zoals een goede waterinfrastructuur, basisdiensten omtrent water en hulp en subsidies nodig om competitief te kunnen worden. De overheid zag niet in dat het met de herverdeling van water de symptomen van historisch gegroeide ongelijkheid

aanpakte in plaats van de grondoorzaken. Dit kwam mede doordat de overheid het gehele systeem rondom water niet begreep.

IWRM is niet holistisch zoals duurzame ontwikkeling dit is. IWRM werkt met economische, ecologische en sociale doelen voor water, maar analyseert en integreert deze systemen niet. Rijke boeren konden zo de herverdeling van water tegen gaan door te beargumenteren dat ze dat ze economisch efficiënter waren dan historisch benadeelde boeren die tevens niet ecologisch duurzaam genoeg zouden zijn. Ook konden ze gebruik maken van gebrekkige integratie met het beleid omtrent de herverdeling van land om zicht water toe te eigenen. Dit alles was mogelijk, omdat de overheid geen rekening met belangen en machtsverhoudingen van de betrokkenen binnen het sociale systeem. Er was door IWRM in Zuid-Afrika sprake van autoritair milieubeheer. De overheid kreeg de centrale macht om water te verdeelen, maar raadpleegde vervolgens belanghebbenden niet om zo tot beter beleid te komen en meer begrip op te bouwen van de systemen omtrent water.

Een systeembenadering van duurzame ontwikkeling zou een oplossing kunnen bieden. Deze procesbenadering analyseert economische, ecologische en sociale systemen en benadrukt de noodzaak voor aanpassingsvermogen en lerend vermogen in een systeem, waarbij publieke participatie onmisbaar is. Er kunnen pas goede strategische keuzes gemaakt na een volledig begrip van het gehele systeem omtrent water, inclusief de archetypes van het systeem en de grondoorzaken van de problemen. Voor elke benadering zou de uitkomsten voor de drie pijlers van duurzame ontwikkeling dan begrepen worden, zodat er een gelukkige holistische balans gevonden kan worden.

## Hoofdstuk 3

# Waterverdeling en waterbeheer in Zuid-Afrika: een beoordeling vanuit Natuurwetenschap en Innovatiemanagement

### 3.1 Inleiding

Uit de inleiding is gebleken dat waterproblematiek in Zuid-Afrika een urgente kwestie is. In de Zuid-Afrikaanse landbouwsector blijkt water de grootste limiterende factor voor productie te zijn (Saldias e.a., 2016). Deze problematiek kan toenemen door veranderingen in intensiteit van regenval, gekarakteriseerd door de afnemende frequentie van lage-intensiteit regen en langere droge periodes tussen momenten van regenval (Carter en Gulati, 2014). Daarnaast wordt het aanbod van water beïnvloed door stijgende temperaturen en daardoor hogere waarden van waterverdamping en afnemende *run-off* (Carter en Gulati, 2014). De waterproblematiek in de Zuid-Afrikaanse landbouwsector valt niet per se te wijten aan water tekorten, maar meer aan inefficiënte management van middelen omtrent water, bodem en gewassen (Rockström e.a., 2009).

Door naar de waterproblematiek te kijken als sleutelwoord ‘(her)verdeling’ in acht te nemen wordt in dit paper een focus gelegd op het verdelen van bestaande middelen. Middelen zullen in deze betekenis niet enkel water zijn, maar kunnen allerlei soorten middelen zijn zoals financiële middelen of kennis. Het

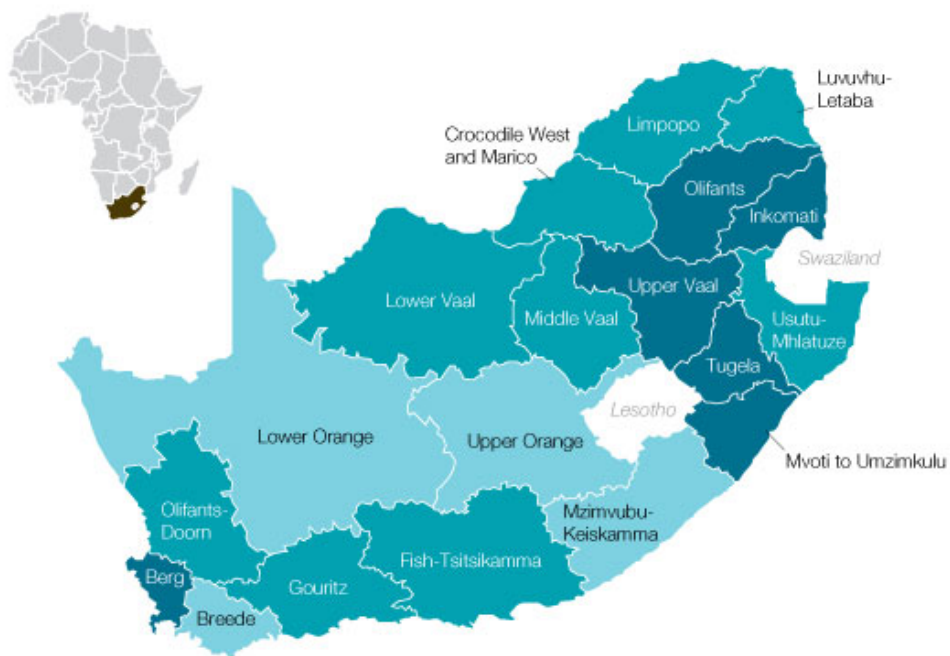
gebruik van de term ‘verdeling’ insinueert in dit geval een betere allocatie van middelen om zo het verbruik van water efficiënter te maken.

Wanneer gekeken wordt naar het verbruik van water binnen Zuid-Afrika valt direct op dat de landbouwsector verantwoordelijk is voor het grootste percentage van waterverbruik binnen het gehele land, namelijk 62,69% (Bowring en Bauer, 2017). Daarnaast kan klimaatsverandering ertoe lijden dat er een hogere allocatie nodig is van watervoorraden naar landbouw, omdat regio’s nog droger worden, gewassen meer water nodig hebben om te kunnen groeien en de waterbehoeften van mens en industrie ook toenemen (Goga en Pegram, 2014). Concluderend is er een grotere *demand* naar water tegenover beschikbare *supply* van water, de zogenaamde *demand-supply gap*, die onder andere zal verslechteren door toenemende landbouwactiviteiten (Boccaletti, Stuchtey en Olst, 2010). In Figuur 3.1 is deze *demand-supply gap* weergegeven zoals deze in 2030 wordt verwacht.

Doordat de landbouwsector een groot waterverbruiker is zullen aanpassingen in deze sector vermoedelijk ook een grote impact hebben op het totale waterverbruik. Zuid-Afrika kan een gebalanceerde oplossing implementeren voor de *demand-supply gap*

**Gap between existing supply and projected<sup>1</sup> demand in 2030, % of 2030 demand**

● Surplus ● Moderate (0 to -20%) ● Severe (-20% to -80%)



Figuur 3.1: De verwachte demand-supply gap in 2030 (Boccaletti, Stuchtey en Olst, 2010).

door kost-effectieve maatregelen toe te passen in landbouw-efficiëntie (Boccaletti, Stuchey en Olst, 2010). Om te onderzoeken hoe allocatie van middelen kan bijdragen aan de efficiëntie van de landbouwsector om zo de waterproblematiek tegen te gaan, wordt de volgende onderzoeksvraag gesteld:

“Hoe kan efficiëntie van de Zuid-Afrikaanse landbouwsector worden verhoogd aan de hand van een betere allocatie van middelen?”

In dit onderzoek zal een analyse worden uitgevoerd met als doel om waterproblematiek in de Zuid-Afrikaanse landbouwsector te verminderen. Dit wordt gedaan door te kijken naar hoe landbouw-efficiëntie verbeterd kan worden. Hierin wordt landbouw-efficiëntie gedefinieerd als, *Total Factor Productivity*, een combinatie van de productiviteit en efficiëntie in gebruik van middelen om met deze middelen zoveel mogelijk te produceren (Zyl, Binswanger en Thirtle, 1995). Productiviteit en efficiëntie onder boeren wordt veelal geremd worden door gebrek aan juiste technologie of toegang tot technologie, input van middelen, beschikbare diensten en financiën en ook door onbekwaam handelen met betrekking tot risico's (R. Rajalahti, 2009). Ontbrekende kennis en vaardigheden verhinderen de adoptie van beschikbare technologieën en managementstrategieën of reduceren hun technologische efficiëntie wanneer deze wel geïmplementeerd zijn (R Rajalahti, Woelcke en Pehu, 2005).

In een constant veranderende omgeving is het voor boeren, bedrijven en landen om te overleven en competitief te blijven noodzakelijk om continu te blijven innoveren. Investerings in R&D, uitbreidingen en onderwijs blijven hierin belangrijk, maar zijn niet alleen genoeg om de huidige uitdagingen en snel veranderende situaties te overmeesteren (R. Rajalahti, 2009). De dynamische en holistische benadering van een *innovation system approach* is geschikt om een analyse te doen op een gecompliceerde sector zoals landbouwsector in Zuid-Afrika. Het vaker toegepaste neoklassieke *market-failure framework* is door de helderheid van het model verleidelijk om te gebruiken. Echter is dit *framework* te simplistisch en bagatelliseert het de innovatieve capaciteiten van institutionele *frameworks* waar innovatie juist door kan plaatsvinden. In een *innovation system approach* worden

deze wel geanalyseerd (Chaminade e.a., 2009).

Van alle innovation system benaderingen kan de *sectoral innovation system analysis* het beste toegepast worden omdat de focus van dit onderzoek ook enkel één sector betreft. De *sectoral innovation system analysis* wijkt af van de *national and regional innovation system* literatuur. Dit komt doordat in de analyse meer actoren worden meegenomen, er meer aandacht is voor instituties, er een focus op zowel markt als non-markt interacties en er een nadruk ligt op de *knowledge and learning* processen (Malerba en Mani, 2009).

De wetenschappelijke bijdrage van dit onderzoek komt tot stand door deze analyse toe te voegen aan de bestaande literatuur van *sectoral innovation system approaches*. Een toename in het aantal analyses dat gebruik maakt van de *sectoral innovation system approach* bevordert de kracht van de theorie. De toepassing van de analyse op een sector die zo problematisch als de Zuid-Afrikaanse landbouwsector kan ook bijdragen aan de specifieke tak van onderzoek die zich richt op innovatiesystemen in ontwikkelingslanden. Hiernaast kan dit onderzoek bijdragen aan de research agenda omtrent de innovatie en diffusie van kennis en technologie in de Zuid-Afrikaanse landbouwsector, waarin een alomvattende SIS-analyse van de landbouwsector hiervoor nog niet is uitgevoerd.

### 3.2 Theoretisch kader

Een SIS is gedefinieerd als een netwerk van organisaties, bedrijven en individuen gefocust op het ontwikkelen van nieuwe producten, processen en nieuwe vormen van organisatie voor economisch gebruik, samen met de overheidsinstanties en beleid die beïnvloeden hoe verschillende agentschappen met elkaar interacteren, kennis delen, toegang hiertoe geven en nemen, kennis uitwisselen en kennis benutten (A. Hall e.a., 2006). De commerciële bedrijven spelen een centrale rol in het innovatiesysteem, deze groep van bedrijven definiëren dit systeem (Breschi en Malerba, 1997). Zij zijn actief in het ontwikkelen en produceren van de producten van de sector en maken gebruik van de technologieën in de sector: door processen van inter-

actie en samenwerking bij ontwikkelingen in technologie en door processen van concurrentie en selectie in innovatieve en markt-activiteiten (Breschi en Malerba, 1997).

### 3.2.1 Het model

Het SIS-model bestaat uit de drie voornaamste onderdelen, (i) *knowledge and technology*; (ii) *actor and network*; en (iii) *institution and demand* (Aminullah en Adnan, 2012), die samen dit analytische *framework* vormen, zoals hieronder in het model is afgebeeld (Zie Figuur 3.2). Door de drie hoofdonderdelen, ook wel *building blocks* genoemd (Malerba, 2004), en hun interactie te analyseren kunnen we het innovatiesysteem van de landbouwsector in kaart brengen. In onderstaande theorie zullen het model en de *building blocks* nader toegelicht worden en vervolgens geoperationaliseerd worden door indicatoren per bouwsteen toe te wijzen. Zo kan vervolgens in de analyse per *building block* gemeten worden hoe sterk of zwak deze zijn in het innovatiesysteem van de Zuid-Afrikaanse landbouwsector.

### 3.2.2 Knowledge & technology

In het SIS-model, oorspronkelijk beschreven door Malerba en hier geadapteerd door Aminullah in 2012, wordt kennis gezien als een geheel proces van de creatie van kennis en de verspreiding kennis. Kennis, dat een centrale rol speelt in innovatie en productie, is op bedrijfsniveau erg idiosyncratisch en de diffusie ervan verloopt niet vanzelf en niet gemakkelijk. De bedrijven en actoren moeten de kennis zien te adopteren door middel van de verschillende capaciteiten die zij door de tijd heen hebben verworven (Malerba, 2002). Deze kennis die al binnen de sector is heeft een grotere diffusie wanneer de toegankelijkheid van deze kennis groter is. Dit zal resulteren in een afname van industriële concentratie en een lagere *appropriability*, een drempel in het overnemen van producten en processen. Naast de kennis die al aanwezig is in de sector kan kennis ook verspreid worden vanuit externe bronnen, buiten de sector naar interne bronnen, binnen de sector, door middel van learning. Dergelijke kennis kan gerelateerd zijn aan wetenschappelijke en

technologische kansen. Universiteiten, onderzoeksinstituten, leveranciers en consumenten zijn actoren die hierin van belang kunnen zijn. Deze actoren beïnvloeden de mogelijkheid om te innoveren binnen de sector.

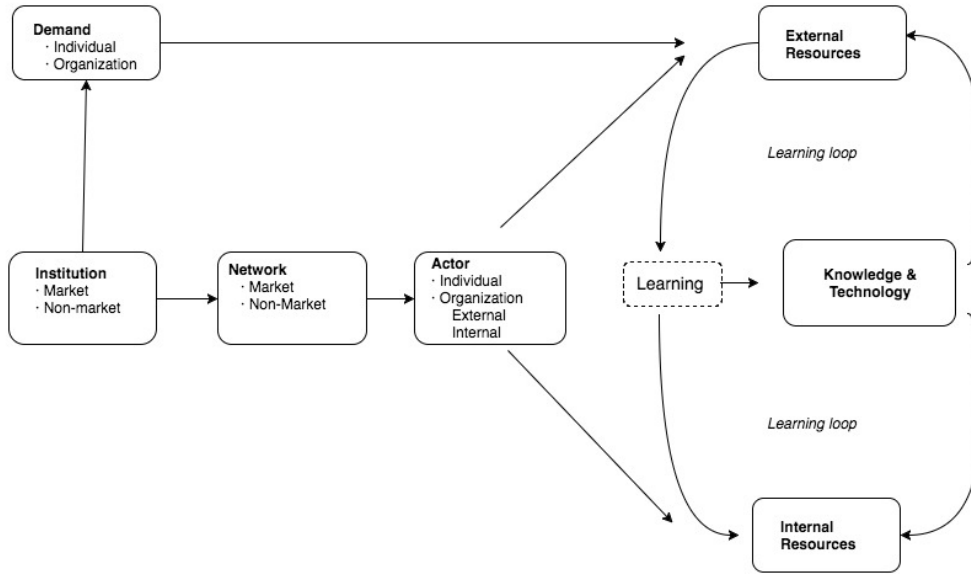
De kennis van *external resources*, die kennisverspreiding van buiten naar binnen de sector betreft, wordt verspreid door de bovenste learning loop in het model. De betrokken actoren beïnvloeden de mogelijkheid om te innoveren binnen de sector en kunnen bestaan uit actoren zoals universiteiten, onderzoeksinstituten, leveranciers en consumenten (Aminullah en Adnan, 2012).

### 3.2.3 Actor & network

Zoals te zien in het model kunnen actoren -ook wel agents genoemd- een directe bron van *external-* of *internal resources* zijn. Deze actoren kunnen bijdragen aan innovatie in het co-evolutionaire proces van actoren en instituties, technologie en kennis (Breschi en Malerba, 1997). Actoren kunnen bestaan uit individuen (bijv. consumenten, ondernemers of wetenschappers) en uit organisaties, zowel bedrijven (bijv. gebruikers of producenten) als andere organisaties (bijv. universiteiten, overheidsinstanties of vakbonden) (Malerba, 2005). In het geval van de landbouwsector zijn boeren de actoren waar de innovatie uiteindelijk bij terecht moet komen.

De heterogene actoren in het innovatiesysteem hebben relaties, samenwerkingen, interacties die samen een netwerk vormen waarin zij elkaar beïnvloeden (Malerba, 2002). Hierin kunnen kennis, vaardigheden en specialisaties onderling worden gedeeld en geïntegreerd (Edquist en Johnson, 1997). Deze interactie kan plaatsvinden door markt interacties (bijv. contracten om samen te werken, concurrentie of overnames) of door non-markt interacties (bijv. overleg, trainingen, meetings of informatie-uitwisselingen) (Aminullah en Adnan, 2012). Dit netwerk, of de sectorale structuur, van het innovatiesysteem wordt beïnvloed door de instituties in het innovatiesysteem (Malerba, 2002).





Figuur 3.2: Analytisch framework sectoral innovation system (Aminullah en Adnan, 2012).

### 3.2.4 Institution & Demand

Instituten zijn gedefinieerd als wetgeving, regels, standaarden, normen, tradities en conventies die de interacties en acties van actoren beïnvloeden in het systeem (Aminullah en Adnan, 2012). Deze bestaan uit formele en informele instituten die interacties kunnen bevatten die bestaan uit zowel bindende contracten als ongebonden overeenkomsten (Malerba, 2005). De bindende contracten bestaan uit formele wetgeving, zoals overheidsregulaties, Intellectual Property Rights (IPR), patenten en trademarks. Ongebonden overeenkomsten zijn afspraken die niet zwart op wit staan (Malerba, 2005).

Daarnaast zijn er marktinstituties zoals monopolie, oligopolie en competitie. Terwijl de non-markt instituten bestaan uit sociaalpolitieke factoren zoals politieke sturing, collusie en nepotisme die van invloed kunnen zijn op de acties van actoren in het systeem (Aminullah en Adnan, 2012).

In het model zijn er agents die een demand kunnen hebben aan de producenten. Deze demand oefent invloed uit op de producenten door middel van eisen aan de producent. Dit wordt in het model aange-

duid als één van de external resources. Deze agents, die bestaan uit organisaties en individuen, zijn een samengestelde groep van heterogene agents wiens interacties met de producenten worden gevormd door instituten (Malerba, 2005). De agents kunnen bestaan uit consumenten, corporaties en de overheidssector (Aminullah en Adnan, 2012) en de demand kan zowel een stimulus als een beperking voor innovatie vormen (Malerba, 2004).

## 3.3 Operationalisering

In deze sectie wordt de theorie geoperationaliseerd, hierdoor kan het innovatiesysteem van de Zuid-Afrikaanse landbouwsector aan de hand van het SIS-model worden gemeten. Om het innovatiesysteem van de Zuid-Afrikaanse landbouwsector te meten aan de hand van het SIS-model wordt de theorie geoperationaliseerd. Door structurele analyse van de landbouwsector komt de samenstelling van actoren en interacties duidelijker in beeld. Door indicatoren toe te wijzen aan de onderdelen van elke *building block* van het innovatiesysteem kan bepaald worden in welke

mate deze aanwezig zijn, hoe sterk of zwak deze zijn en wat voor implicaties dat heeft voor de betreffende *building block*. De indicatoren zijn in deze operationalisering vraagstukken die gesteld kunnen worden om de onderdelen van elke bouwsteen in kaart te brengen en de impact hiervan te beschrijven (Zie Figuur 3.3). Door eerst de *building block* (ii) *actor & network* te analyseren levert dit een inzicht in de structuur en netwerk van het innovatiesysteem. Vervolgens worden de indicatoren van (i) *knowledge & technology* geanalyseerd om de werkelijke verspreiding van kennis en technologie in kaart te brengen. Tot slot komt de *building block* (iii) *institution & demand* aan bod, waarin de formele en informele instituties en de demand worden besproken die vorm geven aan het innovatiesysteem.

## 3.4 Resultaten

### 3.4.1 Actoren

De actoren binnen de landbouwsector zijn wetenschappers, overheidsinstanties, consumenten en boeren. De boeren kunnen worden opgedeeld in twee categorieën: ontwikkelde commerciële boeren en kleinschalige boeren die grotendeels gevestigd zijn op gemeenschappelijke gronden en in achtergestelde regio's (Koch, 2011). Uit de literatuur is gebleken dat diffusie van kennis en technologie bij kleinschalige boeren moeizamer verloopt dan bij commerciële boeren (Lahiff en Cousins, 2005; Greenberg, 2010), hierdoor zal de nadruk van dit onderzoek liggen op kleinschalige boeren. Later in dit onderzoek zullen, naast boeren, de andere actoren besproken worden.

In de literatuur omtrent Zuid-Afrikaanse landbouw wordt, ondanks het ontbreken van *economies of scale*, het stimuleren van kleinschalige boeren beschouwd als de manier om de productie efficiëntie te verhogen (Zyl, Binswanger en Thirtle, 1995). Dit wordt beargumenteert vanuit de redenatie dat er een inverse schaal/productie efficiëntie is voor boeren beschreven door Chayanov (1966). Dit wordt versterkt door het argument dat grotere boeren marktfalen kunnen ervaren (Collier en Dercon, 92–101), echter zijn in het innovatiesysteem commerciële boerenbe-

drijven belangrijk met betrekking tot technologische vernieuwingen in de landbouwsector (Collier & Dercon, 2014; Breschi & Malerba, 1997). Dit zal in de studie echter niet worden behandeld, omdat de focus van deze studie ligt op de kleinschalige boeren.

### 3.4.2 Network

Uit onderzoek van Metcalfe (2005) blijkt dat er in het innovatiesysteem van de Zuid-Afrikaanse landbouwsector binnen de markt en de industrie een gebrek is aan formele en informele netwerken die kennis ondersteunen en verspreiden. De *smallholder-farmer* heeft meer moeite met het verkrijgen van leningen, het adopteren van nieuwe technologieën, het verkrijgen van informatie en het betreden van markten dan de commerciële boer (Lahiff & Cousins, 2005; Greenberg, 2010). Doordat kleinschalige boeren moeite hebben om markten te betreden en daardoor ook relatief weinig producten worden afgezet worden op markten (Lahiff en Cousins, 2005) kan worden vastgesteld dat er gebreken zijn in de markt-interacties voor de kleinschalige boeren.

Door het ontbreken van *economies of scale* bij kleinschalige boeren en de beperkte markt-interacties hebben deze boeren een minder groot netwerk en wordt de diffusie van kennis hierin gehinderd. De non-markt interacties komen later aan bod bij *extension*.

### 3.4.3 Knowledge & technology

De Agricultural Research Council (ARC), het belangrijkste instituut voor innovatie en ontwikkeling in de Zuid-Afrikaanse landbouwsector wordt gefinancierd door de overheid en levert een grote bijdrage aan het National Agricultural Research System (NARS) (Pardey, Beintema en Dehmer, 2006). Deze NARS vertoont vele gebreken, waaronder zwakke coördinatie en communicatie, gelimiteerde capaciteiten en beperkte middelen (Greenberg, 2010). Een onderdeel van deze gebreken is de financiële verwaarlozing van de ARC. De ARC schat 480 miljoen Rand (28,5 miljoen euro) te moeten ontvangen om verbetering van verouderde infrastructuur, apparatuur en onderhoud te kunnen bekostigen (ARC, 2015). De gebreken in

	Onderdelen	Indicator
<b>Actor &amp; Network</b>	Boeren	Zijn er problematische actoren in het innovatiesysteem? Wat voor soort boeren zijn er? Wat is de invloed van deze boeren in het SIS?
	Overheidsinstanties	Welke overheidsinstanties hebben invloed op het innovatiesysteem? Wat is hun invloed? Waar liggen positieve of negatieve aspecten van deze invloed?
	Overige actoren	Wat zijn belangrijke actoren in het innovatiesysteem volgens de literatuur?
	Netwerk	Waar is het netwerk uit opgebouwd? Wat zijn problemen in dit netwerk? Wat zijn de markt interacties en wat zijn de non-markt interacties? Welke leveren problemen op of kunnen verbeterd worden?
<b>Knowledge &amp; technology</b>	Learning loop	Hoe wordt kennis en technologie gecreëerd en verspreid? Welke actoren zijn belangrijk voor kenniscreatie?
	Onderwijs	Hoe wordt het academisch niveau in de literatuur beschreven? Wordt er voldoende kennis overgebracht in het onderwijs?
	Uitgevoerde onderzoeken	Welke instanties zijn betrokken bij onderzoek? Worden deze genoeg gefinancierd? Wordt het onderzoek uitgevoerd onderzoek als kwalitatief en kwantitatief voldoende beschouwd?
<b>Institution &amp; demand</b>	Formele instituties	Welke overheidsinstanties zijn betrokken bij de formele instituties? Welke regulaties en wetgevingen hebben impact op het innovatiesysteem? Wat is hun invloed? Zijn de instituties efficiënt? Welke investeringen worden er gedaan en wat is de impact hiervan?
	Wetgeving	Is er specifieke wetgeving die van belang is voor de landbouwsector?
	Informele instituties	Samenwerking tussen verschillende actoren?
	Markt instituties	Wat zijn de marktwerkingen?
	Non-markt instituties	Wat is de interactie tussen gebruiker en producent?
	<i>Demand</i>	Hoe beïnvloedt <i>demand</i> het innovatiesysteem? Wat is de interactie van de <i>demand agents</i> op de producenten?

Figuur 3.3: Operationalisering sectoral innovation system analysis.

NARS en de financiële tekortkomingen van de ARC duiden op een gebrek in de external learning loop. Doordat innovatie en ontwikkeling beperkt worden zal er vanuit external resources minder diffusie van kennis en technologie plaatsvinden.

### 3.4.4 Onderwijs

In verschillende onderzoeken komt naar voren dat de diffusie en de kwaliteit van kennis in het onderwijs verslechteren. De jeugd is minder geïnteresseerd in de landbouwsector (IAC, 2004), de landbouwsector wordt als onbelangrijk gezien voor een toekomstige carrière (DAFF, 2001) en het aantal behaalde diploma's op landbouwscholen is afgenomen (Berry, 2006). Deze vindingen wijzen erop dat er minder kennis wordt overgebracht door middel van onderwijs dan voorheen. Dit verhindert de diffusie van kennis in het innovatiesysteem.

Naast de beperkte mate van diffusie van kennis zal hieronder de kwaliteit van deze kennis besproken worden. Het niveau, enthousiasme en kennis van docenten in de landbouwwetenschappen worden door studenten als onvoldoende beoordeeld (Terblanche, 2006). In Afrika is er een grote uitstroom van academici naar NGO's, private bedrijven en aantrekkelijkere internationale posities (Lynam & Blackie, 1994). Niet alleen de mate waarin kennis wordt overgebracht kan verbeterd worden, maar ook de kwaliteit van deze kennis is kan worden verbeterd.

Doordat het aantal studenten dat zich aanmeldde voor landbouwscholen afnam en diffusie van kennis toch moet plaatsvinden ligt de focus van de overheid meer op het trainen van extension officers, die de boeren direct zullen onderwijzen (Greenberg, 2010). Extension, onderdeel van het Comprehensive Agricultural Support Programma (CASP) dat in 2004 is opgericht, kan van groot belang zijn voor kleinschalige boeren. In Zimbabwe verdubbelde de productie van mais en katoen na betere voorzieningen van extension, financiële service en marketing service (Rukuni e.a., 2006).

### 3.4.5 Institution & demand

In de formele instituties is er door een verleden van verschillende samenstellingen van ministeries en onderzoeksinstituten, die vele malen zijn gewijzigd en uiteindelijk zijn geschaard onder Department of Agriculture, Forestry and Fisheries (DAFF), een variëteit van verschillende instituties ontstaan (Pardey, Beintema en Dehmer, 2006). In de wetgeving heeft de overheid door middel van deregulering een situatie gecreëerd waarin boeren, ongeacht wat hun kapitaal en middelen zijn, zonder hulp hun financiën op orde moeten krijgen waardoor voornamelijk kleinere boeren met weinig kapitaal moeite hebben om hun leningen af te betalen (Greenberg, 2010). Het Zuid-Afrikaans beleid voor de landbouwsector wordt getypeerd door markt- en beleidsstructuren die groot-schalige boeren begunstigt (Lahiff en Cousins, 2005).

Extension, één van de formele instituties waarin kennis moet worden overgebracht door middel van workshops, trainingen en voorlichtingen, heeft in de provincie Limpopo positieve invloed gehad op de vaardigheden van de boeren (Xaba en Dlamini, 2015). Zulke vaardigheden kunnen boeren helpen met hun financiële problemen, de adoptie van nieuwe technologieën en het opnemen en gebruiken van informatie (E. Bryan e.a., 2009). Dit is een positieve bijdrage aan de kennis van kleinschalige boeren, zodat deze beter kunnen functioneren in het innovatiesysteem.

Met betrekking tot informele instituties suggereren Holloway et al. (2000) dat kleinschalige boeren samenwerkingen zoals horizontale allianties kunnen vormen. Hierdoor kunnen ze gemakkelijker barrières tot informatie, middelen voor productie en diensten overbruggen en markt-interactie creëren. Deze markt-interactie kan ervoor zorgen dat deze kleinschalige boeren gaan concurreren met grotere boerenbedrijven. Dit zal dan invloed uitoefenen op de markt instituties doordat kleinschalige boeren in allianties kunnen gaan concurreren met de bestaande commerciële boerenbedrijven en hiermee potentieel innovatie kunnen stimuleren.

Volgens de studie van Hall & Aliber (2010) wordt het geld wat beschikbaar is gemaakt voor extension onevenredig gespendeerd. Dit gebeurt doordat bepaalde leningen onnodig hoog worden gemaakt en

doordat te weinig kleinschalige boeren hierbij betrokken worden. Dit heeft te maken met de provincies die beleid uitvoeren (Aliber en R. Hall, 2012). Dit duidt erop dat de formele instituties niet volledig efficiënt zijn. Door beleidsmatig falen worden de investeringen die worden gedaan in de landbouwsector niet evenredig en niet efficiënt verdeeld.

### 3.4.6 Demand

Door dreigingen van klimaatsverandering en de eisen van food-security ligt er meer druk op de Zuid-Afrikaanse landbouwsector om voedsaam en voldoende voedsel te produceren (Goga en Pegram, 2014). Naast de waterproblematiek die invloed heeft op de landbouwsector is food-security een gerelateerde kwestie die positief beïnvloed kan worden door efficiëntie in de landbouwsector.

## 3.5 Conclusie

In de analyse van het innovatiesysteem van de Zuid-Afrikaanse landbouwsector is een aantal valkuilen en onregelmatigheden aangetroffen. Ten eerste is het duidelijk geworden dat de kleinschalige boer een actor is waarin diffusie van kennis en technologie minder goed verloopt. De kleinschalige boer heeft moeite om markt-interacties te krijgen. Hij heeft daardoor minder netwerk activiteiten en hierdoor vindt er minder diffusie van kennis plaats bij deze actor, maar ook in het gehele innovatiesysteem. In de learning loop van external resources kan de diffusie van kennis beter verlopen. In de kenniscreatie is het belangrijkste onderzoeksinstituut –ARC- financieel verwaarloosd en neemt diffusie van kennis in het onderwijs af. Hierdoor komt uiteindelijk minder kennis binnen de landbouwsector terecht.

In de formele instituties is te zien dat beleid in de landbouwsector, onder andere door deregulering, de kleinschalige boer in financiële problemen heeft gebracht. Dit heeft bij deze boer geleid tot een minder hoge productie efficiëntie. Er wordt getracht kennisverspreiding te verbeteren door extension toe te passen, echter is de financiële steun hiervan niet in orde.

In deze sectie zal antwoord gegeven worden op de onderzoeksvraag. Deze luidt:

“Hoe kan efficiëntie van de Zuid-Afrikaanse landbouwsector worden verhoogd aan de hand van een betere allocatie van middelen?”

Een betere allocatie van middelen in de landbouwsector kan het innovatiesysteem verbeteren en hierdoor de landbouw-efficiëntie verhogen. De Zuid-Afrikaanse overheid speelt hierin een grote rol, die voornamelijk is gericht op de kleinschalige boer. Een betere allocatie van financiële middelen kan extension verbeteren door meer boeren hier aan deel te laten nemen en het budget evenrediger te verspreiden. Allocatie van financiële middelen in het onderwijs en in het National Agricultural Research System kan ervoor zorgen dat er meer kennis wordt gecreëerd en verspreid.

Er moet een beter allocatie van macht en invloed komen in de formele instituties. Hierin kan meer macht en invloed bij de overheid een positief effect hebben op het innovatie systeem. Situaties gevolg waren van de deregulering zijn van negatieve invloed op het innovatiesysteem. De allocatie van kennis in het gehele innovatiesysteem moet meer bij kleinschalige boeren terecht komen. Kennis kan de kleinschalige boer stimuleren om horizontale allianties te vormen om zo markt-interacties te krijgen en het innovatiesysteem te versterken.

## Hoofdstuk 4

# Waterverdeling en waterbeheer in Zuid-Afrika: een beoordeling vanuit de Informatica

### 4.1 Inleiding

Volgens ecooloog en voorzitter van water resources van het CSIR (Council for Scientific and Industrial Research), Marius Claasen ligt het grootste deel van de waterproblematiek van Zuid-Afrika niet bij een tekort aan water, maar hoe efficiënt Zuid-Afrika met haar voorraad om gaat. In *The National State of Water Resources Report* van 2011-2012 werd bekend dat 37% van drinkwater verloren gaat door inefficiëntie van watergebruik zoals bijvoorbeeld lekkende leidingen. Ook in een verslag van WaterAid wordt de duurzaamheid van waterbronnen als belangrijkste factor aangewezen in de waterproblematiek (Welle e.a., 2015). Omdat veel watergebruik niet gerapporteerd wordt kan dit getal volgens Claasen oplopen tot 50-60% (Thelwell, 2014). Hoewel de overheid van Zuid-Afrika al jaren bezig is met het hervredden van haar watervoorraden en met het verbeteren van de efficiëntie van haar watergebruik ziet de toekomst er volgens verschillende experts niet rooskleurig uit. Dr. Anthony Turton, professor aan the University of the Free State's Centre for Environmental Management merkt op dat er in Zuid-Afrika simpelweg geen mechanismen bestaan om efficiëntie de komende 20 jaar te verbeteren en watervoorraden te hervredden (Thelwell, 2014). Naast een tekort aan water kampt Zuid-Afrika ook met de kwaliteit van het beschik-

bare water. In een rapport uit 2012 bleek dat slechts 98 van 931 watersystemen in Zuid-Afrika voldeden aan de internationale kwaliteitsstandaard. Van de systemen die niet voldeden aan deze standaard was slechts een gedeelte daadwerkelijk afgekeurd, de rest heeft geen gegevens over de kwaliteit van het water, of heeft deze simpelweg niet gerapporteerd. Daarnaast bleek uit een rapport van het DWR (Department of Water Resources) dat 60% van waterzuiveringsinstallaties geen kwalificaties heeft voor kwaliteitsonderzoek en dat degenen die dat wel hebben voor een groot gedeelte geen maandelijkse controles uitvoeren (Thelwell, 2014). Daarbij zijn er veel zaken die het verhelpen van deze problematiek belemmeren. Een van deze belemmeringen is het gebrek aan goede informatie wat betreft de lokale watersystemen. Omdat veel watergebruik en waterverlies niet gerapporteerd wordt en er geen middelen beschikbaar zijn om grootschalig onderzoek te doen naar watergebruik, -verlies en -kwaliteit is het voor overheidsinstanties niet duidelijk waar de meeste efficiëntie te behalen is. Het *South African Human Rights Commission* rapport van 2014 concludeert dat veel gemeenten in Zuid-Afrika hun volledige water-budget besteden aan het verbeteren van de hoeveelheid water en niets aan het verbeteren van de waterkwaliteit, hoewel daar volgens Claasen de grootste winst te behalen is (South African Human Rights Commission

and others, 2014)(Thelwell, 2014).

## 4.2 De databehoeftte van Zuid-Afrika

Om de water-efficiëntie van Zuid-Afrika te verbeteren is dus meer informatie nodig over watervoorraden, waterkwaliteit, watergebruik en waterverspilling. Voor het verzamelen van deze informatie is allereerst van belang om de vereisten en restricties die gelden voor Zuid-Afrika en haar watersystemen te identificeren.

### 4.2.1 Vereisten

Allereerst zal Zuid-Afrika een behoefte hebben om de huidige situatie wat betreft watergebruik en -kwaliteit te analyseren. Er zijn al meerdere instanties in het leven geroepen om verschillende aspecten van deze situatie in kaart te brengen. Een van de belangrijkste onderzoeksinstanties is het *Department of Water and Sanitation of the Republic of South Africa* (DWA). Ook een aantal internationale organisaties waaronder het WWF verzamelen data over water in Zuid-Afrika. Hoewel er dus veel naar de watersituatie wordt gekeken zijn veel van deze analyses op mondiaal of nationaal niveau. Waar voornamelijk een gebrek aan informatie bestaat is in lokale data. Veel individuele gemeenten rapporteren hun watergebruik slecht of niet en veel gemeenten doen slecht of geen kwaliteitsonderzoek. Zelfs als gemeenten hun water situatie analyseren kunnen er nog grote onderzoeksgebieden zijn waar geen analyse gedaan wordt. Zo wordt bijvoorbeeld de stand van dammen en watervoorraden nauwkeurig bijgehouden door het DWA, maar waar die watervoorraden terecht komen is nog nauwelijks in kaart gebracht. Daarnaast worden regenval en meteorologische data door het DWA bijgehouden maar ook hier blijven specifieke lokale data uit (Department of Water and Sanitation, Republic of South Africa, g.d.). Daarnaast zal de situatie in Zuid-Afrika de komende jaren continu veranderen mede door de invloed van klimaatverandering. Zuid-Afrika heeft daarom ook behoefte aan informatie over de toekomst aan de ene kant en zal in de toekomst ook

nieuwe informatie over de nieuwe situatie willen opdoen aan de andere kant. Het is dus zaak dat *datasets* over water regelmatig bijgewerkt worden en dat nieuwe data continu verzameld worden zodat de beschikbare data zo recent mogelijk zijn, waarbij real-time data het meest behulpzaam zou zijn.

### 4.2.2 Restricties

Er zijn echter restricties aan de verzameling van deze data. De grootste restrictie is de financiering. In bijna elke analyse over de waterproblematiek in Zuid-Afrika wordt genoemd dat het huidige budget voor watervoorziening niet toereikend is, dat er geen geld beschikbaar is voor verbetering van de infrastructuur voor water en dat diepteonderzoek naar de waterproblematiek te duur is. Kosten voor onderzoek naar waterkwaliteit zijn vaak hoog door de noodzaak van gespecialiseerde instrumenten en door de schaal waarop het onderzoek moet worden uitgevoerd.

### 4.2.3 Opties

Er zijn voor het verzamelen van data dus in elk geval de volgende vereisten:

1. De data moeten lokaal en specifiek zijn.
2. De data moeten recent zijn en aanpasbaar zijn op toekomstige situaties.
3. De verzameling van data moet goedkoop zijn.

Zoals besproken is het gebruik van huidige datasets over het algemeen ontoereikend omdat deze vaak niet voldoen aan het eerste en het tweede vereiste. Daarnaast is wetenschappelijk onderzoek en onderzoek met sensordata vaak te duur waardoor het niet voldoet aan vereiste 3. Om die reden wordt in dit onderzoek de mogelijkheid onderzocht om crowdsourcing in te zetten om data te vergaren over de waterproblematiek in Zuid-Afrika.

## 4.3 Crowdsourcing

De term *crowdsourcing* komt uit een artikel van Jeff Howe in Wired, “The Rise of Crowdsourcing” (Howe,

2006). Destijds betekende *crowdsourcing* letterlijk “outsourcing to the crowd”. Inmiddels is de betekenis behoorlijk opgerekt maar het betekent in feite nog steeds het gebruik van weinig inspanning van veel mensen om een bepaald doel te behalen. Nauw verwant aan *crowdsourcing* is *participatory sensing*. Dit betekent het gebruik van *sensordata* van participanten (zoals bijvoorbeeld gps-data van mobiele telefoons). Hierna wordt de term *crowdsourcing* gebruikt als overkoepelende term voor zowel *outsourcing to the crowd* als *participatory sensing*. De reden dat *crowdsourcing* een potentiële oplossing is voor de problemen rondom het vergaren van data over water is dat het voor een groot gedeelte voldoet aan de voorwaarden die bestaan voor het verkrijgen van meer data over water in Zuid-Afrika.

1. Omdat voor *crowdsourcing* mensen uit het hele land worden aangewend als “citizen scientist” kan zowel een algemeen beeld als een lokaal beeld worden geschapen van de watersituatie.
2. Afhankelijk van de adoptiegraad van het project kan *crowdsourcing* recente tot real-time data leveren.
3. Omdat *crowdsourcing* mogelijk is door het vrijwillige karakter van participanten is het mogelijk om een relatief complex project op te zetten zonder hoge kosten.

*Crowdsourcing* heeft ook specifieke nadelen, waarvan de voornaamste betrouwbaarheid is. Omdat *crowdsourcing* vrijwel volledig afhankelijk is van de investering die de “crowd” doet in het project. Alle voorwaarden voor het verzamelen van data over waterproblematiek in Zuid-Afrika zijn ook afhankelijk van deze betrouwbaarheid.

1. Omdat lokale data altijd in mindere hoeveelheid aanwezig zal zijn hangt de betrouwbaarheid van deze data al te meer af van de kwaliteit van de data die de “crowd” levert.
2. *Crowdsourcing* levert alleen real-time data op als de “crowd” een stabiele stroom aan data blijft leveren. Als met de tijd de hoeveelheid data afneemt neemt ook de betrouwbaarheid en de tegenwoordigheid van de data af.

3. De kosten van een *crowdsourcing*project nemen niet recht evenredig toe met de hoeveelheid participanten van het project, maar dat betekent ook dat de kosten relatief hoog kunnen zijn als het project een kleine hoeveelheid participanten geniet.

Een voorbeeld van *crowdsourcing* waarbij de nadelen van *crowdsourcing* tot grote fouten hebben geleid is het *crowdsourcing*project “Google Flu: Trends”. Google had in dit project een manier gevonden om de griep te voorspellen in gebieden op basis van zoekopdrachten van een groot aantal Google-gebruikers. In de beginfase was Google Flu Trends ongekend succesvol in het voorspellen van griep epidemieën. In 2013 echter, voorspelde Google Flu Trends een griep epidemie ruim dubbel zo hoog als het CDC (Centers for Disease Control and Prevention) voorspelde en het in werkelijkheid was. De hoofdzakelijke redenen waren volgens het artikel “The Parabel of Google Flu”: “overfitting”, overmatig vertrouwen in “big data” en veranderingen in het Google Search algoritme (Lazer e.a., 2014). Om deze reden moeten er systemen in plaats zijn om zowel de kwaliteit als de kwantiteit van de data te bevorderen en te waarborgen.

### 4.3.1 Kwantiteit

Om kwantiteit van data te waarborgen is het belangrijk om participanten te stimuleren. Dit is mogelijk met prikkels van bovenaf, bijvoorbeeld door financiële compensatie door overheidsinstanties, maar vooral door directe terugkoppeling van de analyse van de data naar degenen die de data verschaffen. Een goed voorbeeld van een project in die laatste categorie is “Propellor Health”. Propellor is een bedrijf wat de locatie en frequentie van het gebruik van astma inhalators van haar gebruikers doorgestuurd krijgt. Met deze data kan een vrij nauwkeurige kaart worden voorspeld over waar astma-patiënten veel of weinig last van hun aandoening zullen hebben. Ook kan Propellor met deze data een nauwkeurige “astma-weer-voorspelling” doen. Door het direct terugkoppelen van deze data naar haar gebruikers ondervinden zij direct nut van de data die zij aanleveren en zullen zij niet snel geneigd zijn om te stoppen met het leve-



ren van data (Smith e.a., 2016). Bij het implementeren van *crowdsourcing* voor data-verzameling zal dus moeten worden gedacht aan een beloning-systeem om te zorgen dat er genoeg data wordt geleverd.

### 4.3.2 Kwaliteit

In het artikel “Quality Control in Crowdsourcing Systems” worden verschillende aspecten beschreven voor het waarborgen van kwaliteit van crowdsourcing-data (Allahbakhsh e.a., 2013). Allereerst worden de dimensies “werker-profiel” en “taak-ontwerp” in crowdsourcing van elkaar gescheiden. De beoordeling van het werker-profiel kan vervolgens worden gedaan op basis van reputatie en expertise. De beoordeling van het taak-ontwerp op basis van informatievoorziening, gebruikersinterface, complexiteit en compensatie.

#### Werkker-profiel

Het verbeteren van het werker-profiel kan zorgen voor data van hogere kwaliteit. Deze verbetering kan plaats vinden op gebied van reputatie, door bij te houden welke werkers kwalitatief goede data leveren en deze data een groter gewicht toe te kennen. Daarnaast is het mogelijk om expertise te stimuleren door het verplicht stellen van het volgen van een instructie of cursus. Echter, om de hoeveelheid data hoog te houden in het project is het wenselijk dat het leveren van data zo vrijblijvend mogelijk is. Elke barrière in het proces van data leveren, bijvoorbeeld registratie of het volgen van instructie, kan er voor zorgen dat de hoeveelheid participanten afneemt. Toch is het verbeteren van het werker-profiel van participanten belangrijk om de kwaliteit van de geleverde data te verbeteren. Zoals beschreven in “The Parabel of Google Flu Trends” kan de focus op kwantiteit leiden tot grote risico’s en fouten in data-analyse (Lazer e.a., 2014). Het is daarom zaak om aan de hand van verschillende tests en *pilot*-programma’s een effectieve balans tussen kwaliteit en kwantiteit te vinden.

#### Taak-ontwerp

Omdat het precies definiëren van taken wat betreft crowdsourcing en water in Zuid-Afrika buiten de om-

vang van dit onderzoek valt is het niet mogelijk precieze richtlijnen voor te schrijven voor taak-ontwerp. Wel is duidelijk dat het taak-ontwerp de expertise van de werker moet reflecteren. Bijvoorbeeld, complexe taken kunnen worden opgebroken in een “workflow” van kleine taken die kunnen worden gedaan door werkers met weinig expertise terwijl complexe taken die niet kunnen worden opgedeeld moeten worden toegevoegd aan werkers met meer expertise (Allahbakhsh e.a., 2013).

#### Run-time Quality Control

Omdat voorselectie niet altijd mogelijk is en niet altijd even effectief is, is het ook van belang om de verzamelde data na te bewerken. Zoals eerder genoemd is het mogelijk om bepaalde werkers een hoger gewicht toe te kennen dan anderen. Dit is een van de methoden die Allahbakhsh et al. identificeren als “*run-time quality control*” (contributor evaluation). Zij identificeren de volgende bestaande “*run-time quality control*” methoden (Allahbakhsh e.a., 2013):

1. **Expert review** - Verifiëren van contributies door experts.
2. **Input agreement** - Verifiëren van contributies als onafhankelijke werkers het over de contributie eens zijn.
3. **Output agreement** - Verifiëren van contributies als onafhankelijke contributies gelijk zijn.
4. **Ground truth** - Verifiëren door niet alleen nieuwe data te verkrijgen maar ook al eerder geverifieerde data.
5. **Majority consensus** - Het verifiëren van contributies door een meerderheid van werkers.
6. **Contributor evaluation** - Kwaliteit beoordelen op de reputatie en/of expertise van de werker.
7. **Real-time support** - Ondersteuning bieden aan werkers tijdens het verzamelen van werkers.
8. **Workflow management** - Complexe taken begeleiden en in simpele taken opbreken.

Een aantal van deze technieken kan eenvoudig worden toegepast om de kwaliteit van data te verbeteren in Zuid-Afrika. Er zijn echter ook een aantal methoden denkbaar om de huidige vormen van *quality control* te verbeteren met behulp van machine learning en statistische modellen. De mogelijkheden hiervoor kunnen worden geïllustreerd aan de hand van een aantal succesvolle voorbeelden van het combineren van *quality control* technieken met computationele en statistische modellen.

### Galaxy Zoo

Het “*Galaxy Zoo*” project was een project met als doel een grote gelabelde dataset te krijgen van elliptische en spiraalvormige sterrenstelsels. Omdat het praktisch niet haalbaar was om meerdere honderdduizenden sterrenstelsels te laten classificeren door astronomen, werd besloten om de classificatie open te stellen op het internet voor crowdsourcing. Als *quality control* pasten de onderzoekers van het *Galaxy Zoo* project de volgende technieken toe (Lintott e.a., 2008):

1. Het elimineren van duidelijk foutieve gebruikers.
2. *Contributor evaluation*: Het toekennen van een gewicht aan individuele participanten.
3. *Ground Truth*: Contributies controleren en vergelijken met geverifieerde datasets.
4. Het meten van de kleur/vorm bias om deze te kunnen compenseren.

Door deze technieken toe te passen behaalde *Galaxy Zoo* een nauwkeurigheid van classificatie die vrijwel overeenkomstig was met die van experts binnen dit gebied. Een soortgelijke methode kan ook in een crowdsourcingproject over water worden toegepast. Het is lastig te voorspellen welke data tekenend zullen zijn voor foutieve gebruikers die, met opzet of per ongeluk, onbruikbare of foutieve data leveren. Vrijwel vast staat echter dat zonder methoden om dit te voorkomen dit soort data in de dataset terecht komt. Aan de ene kant kunnen vastgestelde regels ingesteld worden om dit soort data te filteren, soortgelijk aan de methode van het *Galaxy Zoo* project,

waarin zij elke gebruiker verworpen die vaker dan 5 keer hetzelfde sterrenstelsel beoordeelde en alleen de eerste contributie van een sterrenstelsel toelieten in de de dataset (Lintott e.a., 2008). Aan de andere kant kunnen *contributor evaluation*, *majority consensus* en *expert review* deze foutieve data ook effectief filteren. *Contributor evaluation* kan een van de meest nuttige *quality control* methodes zijn voor crowdsourcingprojecten over water. Tegelijkertijd zitten er een aantal problematische aspecten aan. Ten eerste moet het voor *contributor evaluation* duidelijk zijn welke data van welke participant komt. Hiervoor is dus een zekere mate van registratie nodig die mogelijk de groep participanten en daarmee de dataset kan verkleinen. Daarnaast spelen tijdens deze registratie bepaalde privacy-vraagstukken die het onderzoek kunnen bemoeilijken. Ten tweede is een vraagstuk op basis waarvan de evaluatie van de participanten moet plaatsvinden. In het *Galaxy Zoo* project werden participanten beoordeeld aan de hand van een meerderheidsprincipe. Wanneer een participant met de consensus mee oordeelde werd zijn gewicht verhoogd, als hij afwijkend van de meerderheid oordeelde werd zijn gewicht verlaagd (Lintott e.a., 2008). Hoewel dit een effectieve methode kan zijn bestaat de kans dat met deze methode slechts naar meerderheden wordt gekeken en bijvoorbeeld zeer lokale verschillen in de dataset verdwijnen. Om dit tegen te gaan is het vermoedelijk verstandig om participanten te evalueren op andere punten dan meerderheid. Een mogelijkheid zou zijn om participanten periodiek data te laten aanleveren die al bekend en geverifieerd is, een vorm van de *ground truth* methode, en participanten die data leveren die consistent is met geverifieerde bevindingen een hoger gewicht toekennen. Naast kwaliteitsverbetering kan *contributor evaluation* ook een bijdrage leveren aan de efficiëntie van het verifiëren van data. Omdat ook in crowdsourcing limieten bestaan aan het aantal werkers wat beschikbaar is moet bij consensus-taken worden besloten bij hoeveel bijdragen consensus is bereikt en wanneer dit aantal niet is bereikt, wat de kans is dat de classificatie correct is. Bij het *Galaxy Zoo* project deed men dit door enerzijds de kans te voorspellen dat de classificatie correct zou zijn en anderzijds door te proberen te voorspellen wat de kans zou zijn dat de volgende

classificatie door dezelfde groep correct zal zijn. Deze voorspelling wordt niet alleen gedaan door analyse van de gegeven antwoorden maar op het geheel van het werkers-rapport. Dit rapport bevat onder andere gewichten van reputatie van de werker, maar ook parameters over het gedrag van de werker op de Galaxy Zoo site zoals de tijd die de werker nodig had om de classificatie te doen (Kamar, Hacker en Horvitz, 2012). Op deze manier kan berekend worden hoeveel werkers er nodig zijn voor een bepaalde taak om een bepaalde kans op een correcte classificatie te behalen. Ook kan een bepaalde kwaliteit van data worden nagestreefd door de data pas te verifiëren op het moment dat een bepaalde kans op een correcte classificatie behaald is. Tot slot kan een datapunt met een te lage kans van correcte classificatie worden teruggekoppeld aan een grotere groep werkers om deze te her-classificeren mocht dit wenselijk zijn.

### eBird

Een voorbeeld van een andere vorm van *contributor evaluation* is het “eBird” project. Het eBird project is een van de grootste crowdsourcingprojecten ooit waarbij gebruik wordt gemaakt van *citizen scientists*. Het project gebruikt zowel professionele als amateur vogelspotters om onder andere migratiepatronen van verschillende vogels in kaart te brengen (Sullivan e.a., 2009). Juist door het grote verschil in expertise tussen professionele vogelspotters, hobbyisten en leken verschillen datapunten van elkaar waar dat niet werd verwacht. Om het hoofd te bieden aan dit verschil werd het “Occupancy Detection” model, gebruikt om de kans te voorspellen dat een observatie juist was aan de hand van broedplaats (Occupancy) en de kans op observatie door de spotter (Detection), uit te breiden om ook Expertise van de spotter mee te nemen in deze kansberekening. De reden om een daadwerkelijk verschil bij te houden tussen hobbyisten en professionals in het eBird project is dat deze twee groepen spotters daadwerkelijk verschillende data aanleveren in identieke situaties. Naast expertise-status hield het eBird project ook expertise features bij zoals het aantal verschillende soorten en de hoeveelheid data die de spotter had aangeleverd. Tijdens evaluatie van het nieuwe “Occupancy Detection Expertise” model

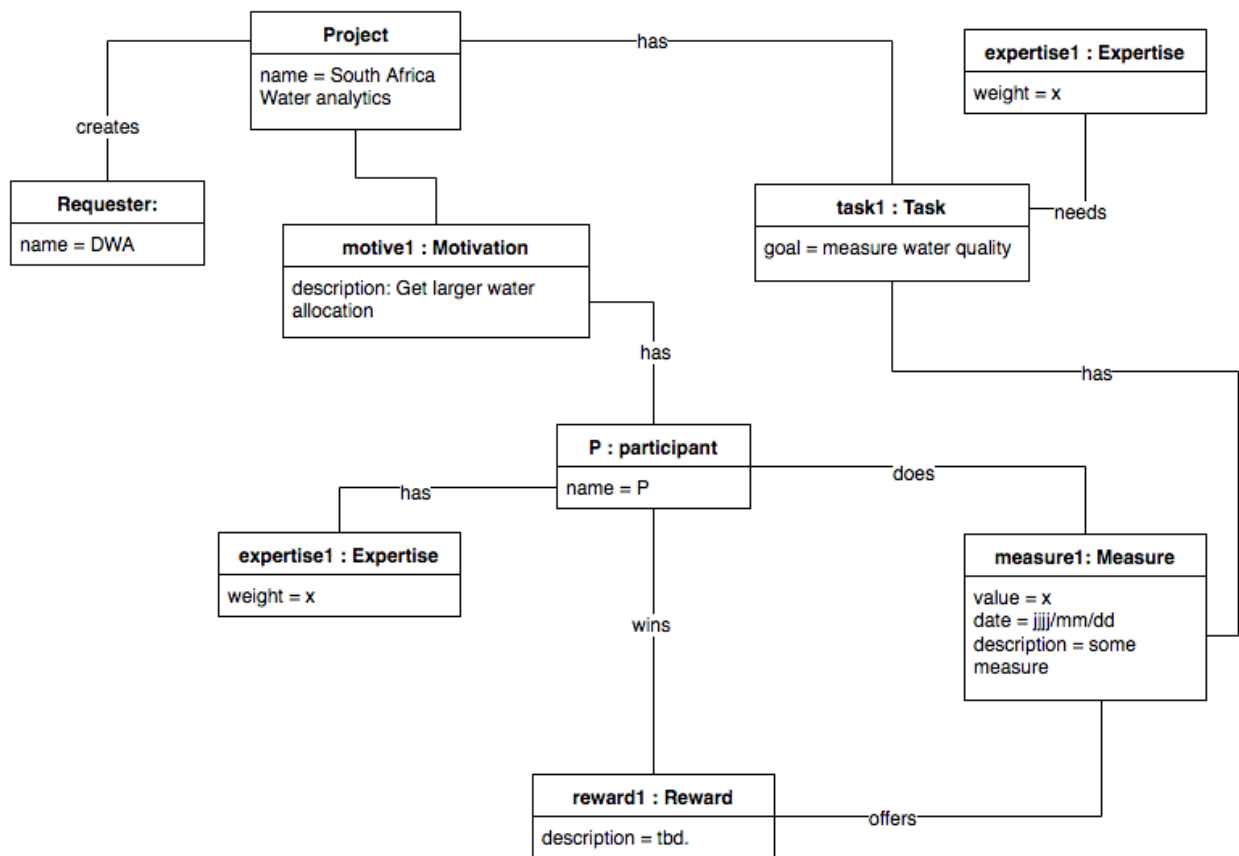
bleek dat de introductie van de expertiseparameter significant betere resultaten opleverde dan voorheen, vooral bij het bijhouden van zeldzame vogelsoorten (Yu, Wong en Hutchinson, 2010). Het kan in het geval van het crowdsourcen van het verzamelen van data over water dus voordelig zijn om op den duur niet alleen gewicht toe te kennen aan participanten op basis van geverifieerde datapunten, maar ook op basis van de hoeveelheid aangeleverde data en op basis van expertise classificatie. In dat laatste geval is het van belang om onderzoek te doen naar de verschillen die verschillende niveaus van expertise opleveren in de datalevering.

## 4.4 Implementatie

Omdat vrijwel elk gedeelte, van de verzameling van data tot de kwaliteitscontrole en de analyse, afhankelijk is van de data zelf en de mensen die de data zullen verzamelen is het lastig om de concrete implementatie van deze systemen te beschrijven. Wel kan worden opgemerkt dat de voorgestelde structuur past in het metamodel voor *crowdsourcing* zoals beschreven door Moreas et al (Morales e.a., 2014) (zie figuur 4.1). Dit model kan worden gebruikt om de implementatie van het project richting te geven door de richtlijnen die in dit model worden gegeven voor crowdsourcing en *participatory sensing*. Dit betekent ook dat onderzoek gebaseerd op dit meta-model eventueel toepasbaar is op de implementatie van dit project.

## 4.5 Conclusie en toekomstperspectief

Het gebruiken van crowdsourcing om data te verzamelen over water kan een onderdeel van een oplossing zijn voor het probleem van het inefficiënt watergebruik in Zuid-Afrika. Het is echter van groot belang dat er systemen worden ingesteld voor het bewaken van de kwaliteit en kwantiteit van deze data, zodat de analyse van de data daadwerkelijk kan leiden tot verbetering van de situatie in Zuid-Afrika. Wordt er te weinig aandacht besteed aan deze systemen dan



Figuur 4.1: Implementatie van het meta-model van Moraes et al.

bestaat het risico op inschattingsfouten en slecht geïnformeerd beleid.

Voor een succesvolle implementatie is daarnaast onderzoek nodig naar de vorm van data die verzameld moeten worden. Niet alleen is het belangrijk om te weten wat voor data nodig is om efficiëntie te verhogen maar ook de manier van datalevering en de media voor verzameling is van belang. Zo ligt gezien het gebruik van smartphones in Zuid-Afrika *participatory sensing* met behulp van sensordata van smartphones voor de hand. Ook in dat geval moet worden onderzocht welke sensors gebruikt kunnen worden en voor welk doel.

# Hoofdstuk 5

## Integratie

### 5.1 Uitgangspunten van de disciplines

DO is een brede theorie die normatief werkt, het schetst de norm vanuit waar gewerkt zou moeten worden. De praktische uitwerkingen, operationalisering en disciplinaire inzichten van de CS & NWI kunnen binnen dit kader geplaatst worden. DO als vakgebied richt zich in deze scriptie op het geheel van economische efficiëntie, ecologische duurzaamheid en sociale rechtvaardigheid en welzijn met betrekking tot water binnen ontwikkeling en in relatie met land.

Economische efficiëntie is het begrip waar NWI zich het meest bij aansluit binnen de duurzame ontwikkeling. Economische efficiëntie is onderdeel in het verbeteren van het sectorale innovatiesysteem van de landbouw. Deze verbetering is gericht op het watergebruik binnen de sector. Verbeteringen in het innovatiesysteem kunnen er voor zorgen dat er winst behaald wordt in de efficiëntie van watergebruik, zodat er minder verspilling optreedt. Een toename in efficiëntie is hierin het kernpunt voor het bijdragen aan deze duurzame ontwikkeling.

Sociale rechtvaardigheid is een begrip waar CS zich bij aan sluit. CS richt zich op de kennis over water en wil een betere verdeling van water bereiken door het verzamelen van meer informatie over de huidige situatie omtrent water. Hiermee sluit het aan op het vinden van een sociaal rechtvaardige verdeling van water van DO en het creëren van ecologische duurzaamheid.

### 5.2 Verschillen, overeenkomsten en *common ground* in de inzichten

Om deze verschillende wetenschappelijke benaderingen en hun inzichten met elkaar te verweven worden de verschillende inzichten van de disciplines naast elkaar gelegd en met elkaar vergeleken. Bepaalde concepten uit de disciplines komen met elkaar overeen, deze worden vervolgens benoemd. Andere concepten verschillen van elkaar, deze worden door middel van meerdere integratiemethoden uit het veld van de Interdisciplinary Studies met elkaar geïntegreerd.

#### 5.2.1 Communicatie

Vanuit DO en NWI komt naar voren dat er meer gecommuniceerd moet worden. De verschillende disciplines spreken hier niet over dezelfde vorm van communicatie, maar gebruiken wel hetzelfde begrip. DO beschrijft met communicatie de interactie tussen overheidsinstanties voor een holistische beleidsvoering, terwijl NWI met de term communicatie de kennisoverdracht over innovatie binnen een kennisnetwerk beschrijft. Communicatie betekent hierin de manier waarop kennisoverdracht verloopt. Omdat de betekenis van het begrip communicatie voor de disciplines verschillend is, is de integratiemethode *distinguishing* toegepast (Lecq, 2011). Door *distinguishing* toe te passen kan onderscheid gemaakt worden in de verschillende betekenissen die het begrip voor de discipline heeft. Door deze twee vormen van commu-

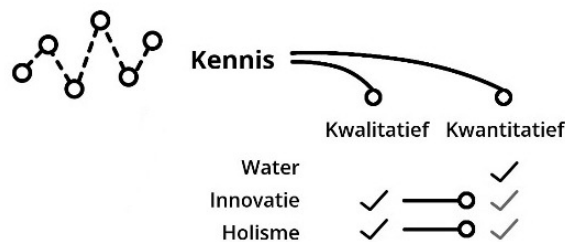
nicatie te onderscheiden kunnen we de communicatie van duurzame ontwikkeling plaatsen bij het *common ground* concept institutionele efficiëntie en de communicatie zoals bedoeld bij NWI bij het *common ground* concept kennis. Deze twee concepten zullen we nu bespreken.

### 5.2.2 Kennis

Bij het analyseren van de overeenkomsten en verschillen tussen de disciplines valt voornamelijk op dat alle disciplines de nadruk leggen op de noodzaak van kennis voor een betere (her)verdeling van middelen en water in Zuid-Afrika. Kennis (waaronder communicatie zoals gebruikt binnen NWI) en informatie komen in alle disciplines sterk naar voren.

Naast meer kennisoverdracht onderling tussen boeren beschrijft NWI ook dat meer kennisoverdracht over innovatie nodig is in het kennisnetwerk tussen boeren, consumenten, overheidsinstanties en wetenschap. Vanuit DO heeft kennis betrekking op meer inzicht in holisme, de onderlinge afhankelijkheid van de drie pijlers van duurzaamheid (*people, planet, profit*). Bij CS heeft kennis en de overdracht van kennis slechts betrekking op het verkrijgen en verdelen van informatie.

Bij het organiseren van de verschillende soorten kennis kwam naar voren dat er sprake is van twee categorieën van kennis die *distinguished* kunnen worden. Namelijk kwantitatieve kennis en kwalitatieve kennis. Kwantitatieve kennis behelst de ruwe data en de directe verbanden die daaruit kunnen worden afgeleid zoals beschreven in de CS. Kwalitatieve kennis, meer beschreven vanuit NWI en DO, bevat de inzichten uit relaties en verbanden. In het geval van DO en NWI gaat dit over inzichten in holisme en het innovatiesysteem. Na het inzien van deze onderscheiding werd duidelijk dat dit verschil wel bestaat in de disciplinaire stukken, maar er in de praktijk niet hoeft te zijn. DO en NWI zouden naast hun kwalitatieve kennis over holisme en het innovatiesysteem namelijk ook gebaat zijn bij kwantitatieve kennis over deze onderwerpen. Kwantitatieve kennis over de uitkomsten van beleid gemeten aan de hand van de drie pijlers van duurzame ontwikkeling (*people, planet & profit*) en over de prestatie van het innovatiesysteem,



Figuur 5.1: Extensie van kwalitatieve naar kwantitatieve kennis.

bijvoorbeeld aan de hand van dataverzameling over irrigatie-technologie, zou de doelen van beide vakgebieden helpen. Deze kwantitatieve kennis zou helpen bij het meten van de invloed die door het toepassen van kwalitatieve kennis in werking is gebracht, om op die manier deze inzichten te verbeteren. Op deze manier kan door middel van de integratietechniek extensie repko2008 het begrip ‘kennis’ over holisme en innovatie worden uitgebreid om ook kwantitatieve kennis te betekenen.

### 5.2.3 Kennisnetwerk

Omdat de informatie verkregen uit *crowdsourcing* niet alleen naar de wetenschap gecommuniceerd wordt, maar ook direct kan worden overgebracht naar boeren en overheidsinstanties, is er net als bij NWI vanuit de CS sprake van een kennisnetwerk. Die kennisverdeling over water zoals beschreven in het systeem van *crowdsourcing* past volledig binnen het kennisnetwerk van NWI. CS beschrijft echter alleen de relaties van de kennis die de consument oplevert en hoe deze kennis zich verdeelt naar boeren, wetenschap en overheidsinstanties. Door wederom extensie toe te passen ontstaat het inzicht dat ook boeren (kwantitatieve) kennis moeten kunnen leveren en verdelen richting consumenten, wetenschap en overheidsinstanties. Deze wisselwerking van het delen van kwantitatieve kennis vanuit de actoren in het netwerk naar boeren, en andersom, levert binnen het netwerk nieuwe informatie op. Deze nieuwe informatie kan

een nuttige toevoeging zijn voor een groot gedeelte van het kennisnetwerk. Voor boeren levert dit onderling informatie op, voor wetenschap een nuttig inzicht voor het verbeteren van bijvoorbeeld irrigatietechnieken en voor beleidsmakers een basis om nieuw beleid gericht op boeren te maken.

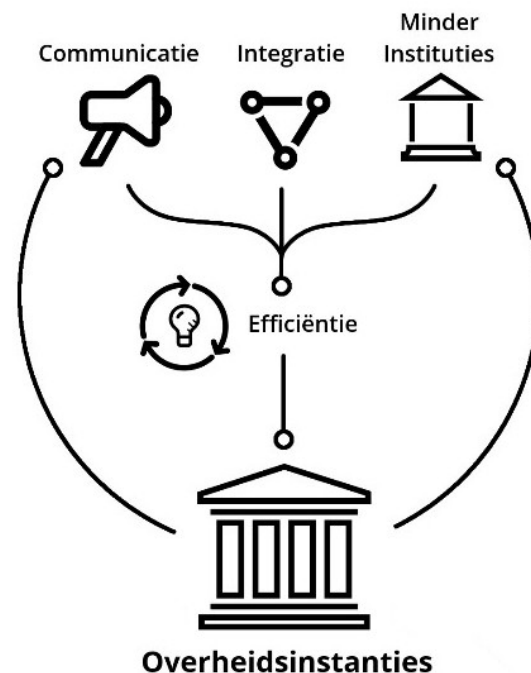


Figuur 5.2: Het kennisnetwerk binnen de pijlers van Duurzame Ontwikkeling.

### 5.2.4 Institutionele efficiëntie

Zoals eerder beschreven gaat communicatie binnen DO over institutionele communicatie. De sociale, ecologische en economische aspecten van water, waaronder het verband van water met land en ontwikkeling, kunnen niet los van elkaar gezien worden. Er is dus communicatie nodig tussen overheidsinstanties die zich bezig houden met deze aspecten van water. DO pleit tevens voor integratie van de institutionele doelstelling. Door bijvoorbeeld waterbeleid onder het ontwikkelingsbeleid te laten vallen kunnen de kernproblemen achter de ongelijke waterverdeling, zoals het gebrek aan kansen voor arme boeren om te groeien en zich water toe te eigenen, beter aangepakt worden. NWI signaleert ook een probleem bij de overheidsinstanties. Omdat er te veel overheidsinstanties zijn die ook nog eens gebrekkig communiceren is er sprake van tegenstrijdig beleid. Uit deze twee inzichten volgt als doel dat er meer institutionele

efficiëntie zou moeten zijn. Zonder deze efficiëntie expliciet te noemen in het disciplinaire gedeelte, deelt DO dit doel door gebrekkige afstemming en integratie van beleid aan te kaarten. Echter, beide vakgebieden dienen andere middelen voor het bereiken van institutionele efficiëntie aan. De verschillende middelen rondom het doel van institutionele efficiëntie zijn daarom als volgt georganiseerd <sup>1</sup>:



Figuur 5.3: Organisatie van overheidsmiddelen in dienst van efficiëntie.

### 5.2.5 Beleid

Efficiëntere overheidsinstanties zouden beter beleid kunnen voeren ten behoeve van de (her)verdeling van water. Goed beleid dat mogelijkheden tot innovatie uitbreidt is een belangrijk onderdeel van het *sectoral innovation system* dat NWI gebruikt. In het disciplinaire deel richt NWI zich echter vooral op de eerste

<sup>1</sup>Organisatie is een integratietechniek voor interdisciplinair onderzoek voorgeschreven door Allan Repko in zijn boek "Interdisciplinary Research, Process and Theory" (Repko, 2008).



stap, het efficiënter maken van de overheidsinstanties, omdat aan deze voorwaarde voor goed beleid nog niet wordt voldaan in Zuid-Afrika. DO signaleert ook dat het huidige beleid in de vorm van waterrechten en licenties niet werkt. DO beargumenteert daarom dat de overheid pas beleid en oplossingen op maat kan bieden als er genoeg kennis over de onderlinge afhankelijkheid van de drie pijlers van duurzame ontwikkeling is. CS noemt slechts specifiek beleid dat kennis stimuleert om beter inzicht in de situatie te verkrijgen en beter beleid te kunnen voeren. Hoewel de verschillende inzichten ‘beleid’ op een andere manier benaderen verzorgen deze inzichten bij elkaar een completer beeld van welke combinatie van beleidsmaatregelen verbetering van de situatie omtrent water in Zuid-Afrika zou kunnen opleveren.

### 5.2.6 (Her)verdeling

De invulling voor het concept (her)verdeling is in dit onderzoek opzettelijk open gelaten voor de verschillende disciplines. De term (her)verdeling functioneert als sleutelwoord waarin de betekenis die eraan gegeven is vanuit de disciplines varieert, maar op sommige punten juist overeenkomt. De term (her)verdeling functioneert bij deze overeenkomsten als sleutelwoord waarin de betekenis van dit woord vanuit elke discipline een nieuwe kijk oplevert. Samen leveren de invullingen van dit concept door de verschillende disciplines een completer beeld van wat (her)verdeling kan betekenen voor de waterproblematiek in Zuid-Afrika.

CS benadert het doel van (her)verdeling als een efficiëntere verdeling van water. DO behandelt deze (her)verdeling als een balans tussen sociale rechtvaardigheid, economische efficiëntie en ecologische duurzaamheid. Het wijst het zoeken naar een verdeling tussen de drie pijlers van duurzame ontwikkeling aan als één van de oorzaken van de waterproblematiek en dat dit proces van verdeling plaats zou moeten maken voor integratie tussen de drie pijlers van duurzame ontwikkeling. De drie pijlers van duurzame ontwikkeling gaan hier niet alleen over water, maar ook over andere middelen. Een sociaal rechtvaardige verdeling van alle middelen zou aan de hand van beter beleid ook de ongelijke waterverdeling op kunnen los-

sen. Enkel het verdelen van water tussen boeren is bijvoorbeeld niet genoeg, veel arme boeren in Zuid-Afrika hebben ook hulp nodig om zich te kunnen ontwikkelen.

(Her)verdeling is in de visie van NWI een middel wat gebruikt kan worden om beleid aan te passen. Het huidige beleid dat gevoerd wordt met betrekking tot water in de Zuid-Afrikaanse landbouwsector is erg onsamenhangend. Door een herverdeling van institutionele macht en autoriteit onder de verschillende overheidsinstanties kan er uiteindelijk een eenduidiger beleid gevoerd worden. Momenteel ligt de autoriteit en macht bij verschillende overheidsinstanties die elk hun eigen beleid voeren. Onsamenhangend beleid van verschillende overheidsinstanties kan door tegenstrijdigheid een negatief effect hebben op het innovatiesysteem binnen de landbouwsector. Wanneer deze macht en autoriteit wordt herverdeeld over de overheidsinstanties kan dit resulteren in een harmonieus beleid. Een harmonieus beleid zal ten goede komen aan het innovatiesysteem.

(Her)verdeling is dus een organiserend concept binnen dit onderzoek van waaruit binnen de disciplines verschillende doelen en middelen zijn uitgewerkt. Zo is vanuit NWI herverdeling van macht en instituties onderzocht, vanuit DO verdeling van water en verdeling van de balans tussen de pijlers van duurzame ontwikkeling en vanuit CS verdeling van kennis. Deze verschillende visies op (her)verdeling zijn vervolgens weer terug te vinden in de *common ground* van de doelen, het beleid en de institutionele efficiëntie. (Her)verdeling komt niet terug in het *common ground* concept kennis, maar dit concept speelt een belangrijke rol in het mogelijk maken van een succesvolle (her)verdeling binnen de andere *common ground* concepten, zoals duidelijk wordt in de *more comprehensive understanding*.

### 5.3 *More comprehensive understanding*

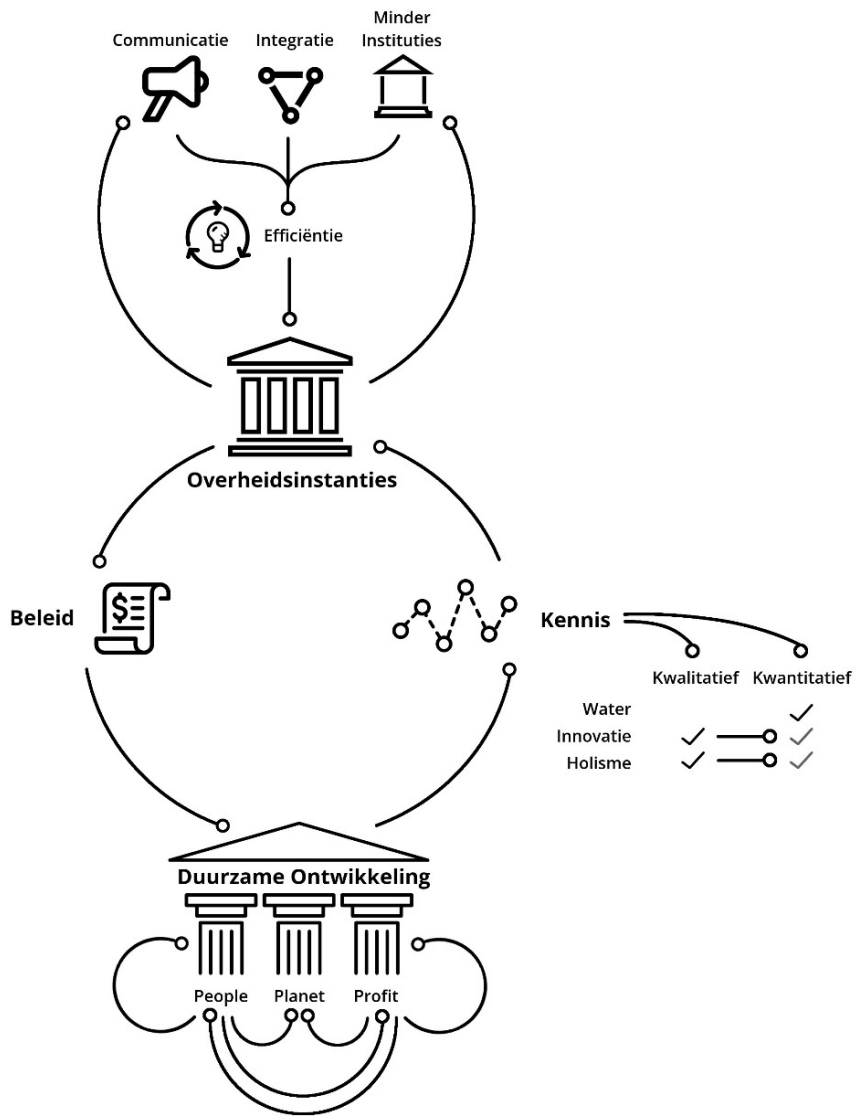
De hiervoor beschreven *common ground* maakt duidelijk dat een duurzame ontwikkeling omtrent water in Zuid-Afrika alleen mogelijk is als er meer kennis be-

schikbaar is voor boeren, consumenten en overheidsinstanties. Daarnaast is institutionele efficiëntie een vereiste om deze kennis toe te passen om zo beter beleid te voeren richting duurzame ontwikkeling. Deze ontwikkeling houdt in dat water rechtvaardiger verdeeld moet worden, maar dit is niet het enige doel dat in dit onderzoek naar voren is gekomen. De disciplines DO en NWI benadrukken ook de rol van water voor de economische groei en duurzame ontwikkeling. Samen komen deze visies overeen in de drie pijlers van duurzame ontwikkeling: *people, planet* en *profit*.

Aan de kennisvoorwaarde kan worden voldaan door het verbeteren van het kennisnetwerk tussen boeren, consumenten, wetenschap en overheidsinstanties. CS levert al een mogelijkheid voor dataverzameling aan de hand van *crowdsourcing* voor consumenten. Deze vorm van dataverzameling zou uitgebreid kunnen worden door tevens data door boeren te laten verzamelen die bijvoorbeeld beleidsmakers kunnen helpen bij het maken van beleid. Naast de kennis die dit oplevert voor overheidsinstanties hebben ook boeren en consumenten hierdoor zelf de mogelijkheid om te werken aan duurzame ontwikkeling omdat de onderlinge communicatie kan leiden tot innovatie bij boeren en duurzame betrokkenheid onder consumenten.

De tweede mogelijkheidsvoorwaarde is efficiëntie van overheidsinstanties. De kennis die gegenereerd wordt zal uiteindelijk hoofdzakelijk gebruikt moeten worden door overheidsinstanties om beter beleid te ontwikkelen. Echter, als deze instanties geen institutionele efficiëntie kunnen bereiken zal ook beter beleid en integratie van de pijlers van duurzame ontwikkeling uitblijven.

Tot slot kan, als is voldaan aan de hier genoemde voorwaarden, effectief beleid worden gevoerd waardoor Zuid-Afrika zich duurzaam kan ontwikkelen en onder andere haar watersituatie kan verbeteren. Daarnaast kan deze kennis inzicht bieden in de onderlinge relaties tussen de drie pijlers van duurzame ontwikkeling. De laatste stap is het verzamelen van kwantitatieve kennis over het functioneren van het nieuwe beleid en de invloed die dit heeft gehad op innovatie en duurzame ontwikkeling. Dit levert nieuwe, kwantitatieve kennis op over de vernieuwde situatie en door middel van deze kennis kan het beleid van overheidsinstanties worden getoetst en opnieuw ver-



# Hoofdstuk 6

## Conclusie

### 6.1 Inzichten

CS, NWI en DO bieden samen een breed begrip van de situatie omtrent water en mogelijke oplossingen. Uit de disciplines samen kon worden geconcludeerd dat het (her)verdelingsvraagstuk in Zuid-Afrika breder is dan alleen het (her)verdelen van water. Sturing op gebied van innovatie, ontwikkeling en een betere verdeling van kennis kan de waterproblematiek verbeteren. Innovaties die efficiënt met water omgaan verminderen bijvoorbeeld het gebruik van water en ook hulp voor arme boeren (bijvoorbeeld door een herverdeling van middelen) kan zorgen voor een meer rechtvaardige verdeling van water.

Doordat er een aantal onderwerpen waren die overeenkwamen tussen de verschillende disciplines konden de belangrijkste voorwaarden voor het bereiken van de gewenste situatie geïdentificeerd worden, namelijk de beschikbaarheid van kennis en het bereiken van institutionele efficiëntie. Er blijkt in Zuid-Afrika nog te weinig kennis te zijn voor een duurzame ontwikkeling omtrent water. Er is nog te weinig data, kennis over innovaties onder arme boeren en kennis van de onderlinge afhankelijkheid tussen economie, ecologie en sociaal welzijn en rechtvaardigheid omtrent water. Daarnaast zijn er te veel overheidsinstanties, communiceren deze instanties slecht en hebben zij geen geïntegreerde doelstelling, waardoor ze inefficiënt zijn.

### 6.2 More comprehensive understanding

Het inzicht dat kennis en institutionele efficiëntie voorwaarden zijn voor een duurzame ontwikkeling omtrent water is een inzicht dat alleen verkregen kon worden door middel van integratie en in een *more comprehensive understanding*. Door de verschillende *common ground* concepten met elkaar in verband te brengen kon er een model gecreëerd worden van waaruit het volledige vraagstuk rond water in Zuid-Afrika uitgewerkt kon worden.

Één van de belangrijke inzichten die naar voren komen uit de *more comprehensive understanding* is dat kennis een centrale rol speelt als voorwaarde voor duurzame ontwikkeling omtrent water. Het gaat om een nieuw, breed begrip van kennis, niet om kennis zoals dat disciplinair wordt gedefinieerd. Duurzame ontwikkeling en NWI gebruikten eerst voornamelijk het kwalitatieve aspect van kennis, maar in ons onderzoek werd duidelijk dat ook kwantitatieve kennis een grote rol speelt in waterverdelingsvraagstukken. Kwantitatieve kennis staat in verband met kwalitatieve kennis, namelijk omdat informatiesystemen voor consumenten uitgebreid kunnen worden naar boeren en instituties waarbij *transfer learning* gebruikt kan worden voor een efficiënte uitwisseling. Deze interdisciplinaire inzichten bieden samen vervolgens een nieuw handelingsperspectief: in deze scriptie pleiten wij voor het opzetten van een breed informatiesysteem welke voor meerdere zaken binnen het waterverdelingsvraagstuk in Zuid-Afrika kennis kan

leveren.

Door het verbinden van de *common ground* concepten werd er ook duidelijk dat er een versterkende cirkel mogelijk is tussen kennis en beleid. Meer kennis leidt tot beter beleid, wat vervolgens nog verder aangescherpt kan worden door het vergaren van kennis over de uitkomsten van dit beleid. Hoewel het verband tussen kennis en beleid al wel naar voren was gekomen in disciplinair onderzoek, is het inzicht dat er een versterkende kennis-beleid cirkel mogelijk is nieuw. Kwantitatieve kennis maakt het in deze cirkel mogelijk om inzichten te verkrijgen in het effect van beleid, waarmee beleid verder verbeterd kan worden.

Een voorwaarde voor het bestaan van deze kennis-beleid cirkel is institutionele efficiëntie. De plaatsing van institutionele efficiëntie als mogelijkheden-voorwaarde in de cirkel betekent dat er veel nadruk komt te liggen op het belang van dit *common ground* concept. Een gebrek aan verbetering in institutionele efficiëntie zou namelijk beleid kunnen verzwakken en daarmee de gehele kennis-beleid cirkel negatief beïnvloeden.

### 6.3 Beperkingen

Het verbeteren van institutionele efficiëntie is voor overheidsinstanties complex om te realiseren. Het stelselmatig streven naar efficiëntie betekent een fundamentele hervorming voor een deel van de overheid van Zuid-Afrika, dit is niet eenvoudig te bewerkstelligen. De *more comprehensive understanding* van dit onderzoek richt zich voornamelijk op het identificeren van voorwaarden voor verbetering, maar houdt geen rekening met de politieke situatie in Zuid-Afrika of de bereidbaarheid voor institutionele hervorming. Dit zouden grote knelpunten kunnen zijn voor de invoer van de kennis-beleid cirkel die dit onderzoek probeert te bewerkstelligen. Dit onderzoek richt zich nu voornamelijk op het in kaart brengen van *voorwaarden* voor goed beleid, niet op de *operationalisering* ervan. Het geeft een zwakte van dit interdisciplinaire onderzoek weer, een onderzoek dat gebaat zou zijn bij inzichten vanuit sociaaleconomische en politieke vakgebieden als de geopolitiek en internationale betrekkingen. Nader onderzoek in samenwerking met deze

disciplines zou er tevens voor concretere beleidsadviezen kunnen zorgen. Dit onderzoek nodigt andere disciplines uit om tevens bij te dragen aan het herverdelingsvraagstuk omtrent water in Zuid-Afrika.

Een ander punt van aandacht is dat het succesvol invoeren van de kennis-beleid cirkel in eerste instantie al een substantiële nieuwe kennis basis vereist. Ondanks dat er juist is gekozen voor *crowdsourcing* als bron van informatie vanwege de geringe kosten en de potentiële grootte van de dataset zullen kosten in onderhoud en de behoefte aan meer data onoverkomelijk stijgen als de implementatie breder wordt ingezet. Daarnaast is de kans dat het enthousiasme om deel te nemen aan *crowdsourcing* in de loop van de tijd juist af neemt waardoor ook de kennis-beleid cirkel in daadkracht afneemt.

### 6.4 Handelingsperspectief

In dit onderzoek wordt gepleit voor het opzetten van een breed informatiesysteem. In dit handelingsperspectief wordt alvast een beeld geschetst van hoe dit systeem er uit zou kunnen zien en welke stappen er ondernomen moeten worden om het systeem te realiseren.

In dit onderzoek zijn een aantal mogelijkheden gesignaleerd om de verschaffing van kennis in de gehele kennis-beleid cirkel uit te breiden. Het kennis-systeem dat in eerste instantie ontwikkeld is in het disciplinaire hoofdstuk van CS zou uitgebreid kunnen worden om meerdere vormen van benodigde kennis te verschaffen voor burgers, boeren, overheden en andere belanghebbenden. In het nieuwe kennissysteem kunnen niet alleen gebruikers kunnen dan niet alleen informatie over water delen, maar arme boeren kunnen ook informatie over de effectiviteit van innovatiesystemen delen. Als boeren informatie over hun prestaties delen, dan wordt het tevens mogelijk voor de overheid om de uitkomsten van het gevoerde beleid te beoordelen en te verbeteren.

Voor de praktische implementatie van dit onderzoek zijn daarom een aantal zaken van belang: Er zal naar de huidige sociale en politieke situatie moeten worden gekeken over hoe deze inzichten het best ontvangen zouden kunnen worden en hoe de overheid

van Zuid-Afrika de gewenste efficiëntie kan bereiken. Daarnaast is het belangrijk dat Zuid-Afrika (in eerste instantie geringe) middelen ter beschikking stelt voor de invoer van informatiesystemen en bereid is om bij succes in toenemende mate te investeren in deze systemen. Dit zal niet alleen met geld gemoeid gaan maar ook met campagnes om het momentum van *crowdsourcing* te behouden en te versterken. Tot slot moeten deze informatiesystemen niet alleen leiden tot een kennisverrijking richting overheidsinstanties maar moeten er communicatiesystemen worden ontwikkeld waarmee consumenten, boeren, wetenschap en overheid open en direct data kunnen uitwisselen.

Om te illustreren hoe een dergelijke campagne er uit kan zien hebben wij een conceptpagina ontworpen waarop deze inzichten naar voren komen<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>South Africa Water Project Website

# Bibliografie

- Brundtland (1987). „Our common future”. In: *New York*.
- Zyl, J van, H. Binswanger en C Thirtle (1995). „The relationship between farm size and efficiency in South African Agriculture”. In: *Policy Research Working Paper* 1548.
- Daly, Herman E (1996). *Beyond growth: the economics of sustainable development*. Beacon Press.
- Breschi, S. en F. Malerba (1997). „Sectoral Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics, and Spatial Boundaries”. In: *Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations*.
- Edquist, C. en B. Johnson (1997). „Institutions and organizations in systems of innovation”. In: *Systems of Innovation*.
- Global Water Partnership (2000). *Integrated Water Resources Management*.
- Malerba, F. (2002). „Sectoral system of innovation and production”. In: *Research Policy* 31.2, p. 247–264.
- (2004). „Sectoral Systems of Innovation: Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe”. In:
- Folke, Carl e.a. (2005). „Adaptive governance of social-ecological systems”. In: *Annu. Rev. Environ. Resour.* 30, p. 441–473.
- Lahiff, E. en B. Cousins (2005). „Smallholder Agriculture and Land Reform in South Africa”. In: *IDS Bulletin* 36.2, p. 127–131.
- Malerba, F. (2005). „Sectoral systems of innovation: a framework for linking innovation to the knowledge base, structure and dynamics of sectors”. In: *Economics of Innovation and New Technology* 14.1-2, p. 63–82.
- Rajalahti, R, J. Woelcke en E. Pehu (2005). „Developing Research Systems to Support the Changing Agricultural Sector”. In: *Agriculture and Rural Development Discussion Paper* 14.1.
- Allen, JA (2006). *IWRM: The new sanctioned discourse. Integrated Water Resources Management: Global theory, emerging practice and local needs*, ed. Mollinga, Peter; Dixit, Ajay and Athukorala, Kusum. Sage publications, New Delhi.
- Berry, A (2006). „Employment and income distribution experiences of mineral exporters”. In: *Employment, Growth and Development Initiative*.
- Hall, A. e.a. (2006). „Enhancing agricultural innovation: How to go beyond the strengthening of research systems”. In:
- Hjorth, Peder en Ali Bagheri (2006). „Navigating towards sustainable development: A system dynamics approach”. In: *Futures* 38.1, p. 74–92.
- Howe, Jeff (2006). *The Rise of Crowdsourcing | WIRED*. <https://www.wired.com/2006/06/crowds/>. (Accessed on 03/29/2017).
- Pardey, P.G., N.M. Beintema en S Dehmer (2006). „Agricultural Research: A Growing Global Divide?” In: *Agricultural Science and Technology Indicators: Food Policy Report* 17.1.
- Rukuni, M. e.a. (2006). „Zimbabwe’s agricultural revolution revisited”. In: p. 119–140.
- Bagheri, Ali en Peder Hjorth (2007). „Planning for sustainable development: a paradigm shift towards a process-based approach”. In: *Sustainable Development* 15.2, p. 83–96.
- Biswas, Asit K (2008). „Integrated water resources management: Is it working?” In: *International Journal of Water Resources Development* 24.1, p. 5–22.

- Gawor, Leszek (2008). „Globalization and its alternatives: antiglobalism, alterglobalism and the idea of sustainable development”. In: *Sustainable Development* 16.2, p. 126–134.
- Lintott, Chris J e.a. (2008). „Galaxy Zoo: morphologies derived from visual inspection of galaxies from the Sloan Digital Sky Survey”. In: *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 389.3, p. 1179–1189.
- Molle, François (2008). „Nirvana concepts, storylines and policy models: Insights from the water sector”. In: *Water Alternatives* 1.1, p. 131.
- Repko, Allen F (2008). *Interdisciplinary Research: Process and Theory*. SAGE.
- Bryan, Elizabeth e.a. (2009). „Adaptation to climate change in Ethiopia and South Africa: options and constraints”. In: *environmental science & policy* 12.4, p. 413–426.
- Bryan, E. e.a. (2009). „Adaptation to Climate Change in Ethiopia and South Africa: Options and Constraints”. In: *Environmental Science and Policy* 12.4, p. 413–426.
- Chaminade, C. e.a. (2009). „Designing innovation policies for development: towards a systemic experimentation-based approach”. In: *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries*, p. 360–379.
- Kahinda, Jean-marc Mwenge en Jean Ruhiza Boroto (2009). *IWRM survey and status report: South Africa*.
- Malerba, F. en S. Mani (2009). „Sectoral systems of innovation and production in developing countries: Actors, structure and evolution”. In:
- Rajalahti, R. (2009). „Promoting Agricultural Innovation Systems Approach: The Way Forward”. In:
- Rockström, j. e.a. (2009). „Managing water in rainfed agriculture — The need for a paradigm shift”. In: *Agricultural Water Management* 97.4, p. 543–550.
- Sullivan, Brian L e.a. (2009). „eBird: A citizen-based bird observation network in the biological sciences”. In: *Biological Conservation* 142.10, p. 2282–2292.
- Winz, Ines, Gary Brierley en Sam Trowsdale (2009). „The use of system dynamics simulation in water resources management”. In: *Water resources management* 23.7, p. 1301–1323.
- Boccaletti, G., M. Stuchtey en M. van Olst (2010). „Confronting South Africa’s water challenge”. In: *Sustainability & Resource Productivity*.
- Goldin, Jaqueline Ann (2010). „Water policy in South Africa: trust and knowledge as obstacles to reform”. In: *Review of Radical Political Economics* 42.2, p. 195–212.
- Greenberg, S (2010). „Status report on land and agricultural policy in South Africa, 2010”. In:
- Walmsley, Nigel en Geoff Pearce (2010). „Towards sustainable water resources management: bringing the Strategic Approach up-to-date”. In: *Irrigation and drainage systems* 24.3-4, p. 191–203.
- Yu, Jun, Weng-Keen Wong en Rebecca A Hutchinson (2010). „Modeling experts and novices in citizen science data for species distribution modeling”. In: *Data Mining (ICDM), 2010 IEEE 10th International Conference on*. IEEE, p. 1157–1162.
- Koch, J. (2011). „The Food Security Policy Context in South Africa”. In: *Country Study* 21.1.
- Lecq, R. van der (2011). „Why we talk. An Interdisciplinary Approach to the Evolutionary Origin of Language”. In: *Case Studies in Interdisciplinary Research*, p. 217–221.
- Aliber, M. en R. Hall (2012). „Support for smallholder farmers in South Africa: Challenges of scale and strategy”. In: *Development Southern Africa* 29.4, p. 548–562.
- Aminullah, E. en R. Adnan (2012). „The role of academia as an external resource of innovation for the automotive industry in Indonesia”. In: *Asian Journal of Technology Innovation* 20.1, p. 99–110.
- Elliott, Jennifer (2012). *An introduction to sustainable development*. Routledge.
- Kamar, Ece, Severin Hacker en Eric Horvitz (2012). „Combining human and machine intelligence in large-scale crowdsourcing”. In: *Proceedings of the 11th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems- Volume 1*. International Foundation for Autonomous Agents en Multiagent Systems, p. 467–474.
- Liebrand, Janwillem e.a. (2012). „The deep waters of land reform: land, water and conservation area claims in Limpopo Province, Olifants Basin, South Africa”. In: *Water international* 37.7, p. 773–787.



- Mirchi, Ali e.a. (2012). „Synthesis of system dynamics tools for holistic conceptualization of water resources problems”. In: *Water resources management* 26.9, p. 2421–2442.
- Potter, Rob e.a. (2012). *Key concepts in development geography*. Sage Publications.
- Verenigde Naties (2012). „The Future We Want”. In: WWAP (2012). „The United Nations World Water Development Report 4 Volume 1”. In: *Managing Water Report under Uncertainty and Risk*.
- Allahbakhsh, Mohammad e.a. (2013). „Quality control in crowdsourcing systems: Issues and directions”. In: *IEEE Internet Computing* 17.2, p. 76–81.
- Department of Water Affairs (2013). *National water resource strategy second edition: Water for an equitable and sustainable future*.
- Gassert, FRANCIS e.a. (2013). *A Weighted Aggregation of Spatially Distinct Hydrological Indicators*.
- Barkemeyer, Ralf e.a. (2014). „What happened to the ‘development’ in sustainable development? Business guidelines two decades after Brundtland”. In: *Sustainable Development* 22.1, p. 15–32.
- Carter, S. en M Gulati (2014). „Climate change, the Food Energy Water Nexus and food security in South Africa”. In: *WWF-SA*.
- Giordano, Mark en Tushaar Shah (2014). „From IWRM back to integrated water resources management”. In: *International Journal of Water Resources Development* 30.3, p. 364–376.
- Goga, S. en G. Pegram (2014). „Water, Energy and food: A review of integrated planning in South Africa”. In: *Understanding the Food Energy Water Nexus*.
- Koppen, Barbara van en Barbara Schreiner (2014). „Moving beyond integrated water resource management: developmental water management in South Africa”. In: *International Journal of Water Resources Development* 30.3, p. 543–558.
- Lazer, David e.a. (2014). „The Parable of Google Flu: Traps in Big Data Analysis”. In: *Science* 343.14 March, p. 1203–1205.
- Mehta, Lyla e.a. (2014). „The politics of IWRM in Southern Africa”. In: *International Journal of Water Resources Development* 30.3, p. 528–542.
- Moraes, Ana Luiza Dallora e.a. (2014). „A meta-model for crowdsourcing platforms in Data Collection and Participatory Sensing”. In: *Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD), Proceedings of the 2014 IEEE 18th International Conference on*. IEEE, p. 429–434.
- Movik, Synne (2014). „A fair share? Perceptions of justice in South Africa’s water allocation reform policy”. In: *Geoforum* 54, p. 187–195.
- South African Human Rights Commission and others (2014). *Report on the right to access sufficient water and decent sanitation in South Africa*. <http://www.gov.za/documents/report-right-access-sufficient-water-and-decent-sanitationsouth-africa-201>. (Accessed on 03/29/2017).
- Thelwell, Emma (2014). *South Africa’s looming water disaster | News24*. <http://www.news24.com/SouthAfrica/News/South-Africas-looming-water-disaster-20141103>. (Accessed on 03/23/2017).
- Zwarteveen, Margreet Z en Rutgerd Boelens (2014). „Defining, researching and struggling for water justice: Some conceptual building blocks for research and action”. In: *Water International* 39.2, p. 143–158.
- Sachs, Jeffrey D (2015). *The age of sustainable development*. Columbia University Press.
- Welle, Katharina e.a. (2015). *Testing the Waters*. [https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/bitstream/handle/123456789/7099/MAVC\\_WaterAid\\_FINAL-report\\_online-version.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/bitstream/handle/123456789/7099/MAVC_WaterAid_FINAL-report_online-version.pdf?sequence=1&isAllowed=y). (Accessed on 03/29/2017).
- Xaba, T. en C.S. Dlamini (2015). „The Comprehensive Agricultural Support Programme’s (CASP) Training and Capacity Building: An Impact Analysis on Income Levels of Emerging Farmers in Limpopo Province (South Africa)”. In: *American Journal of Economics, Finance and Management* 1.3, p. 153–163.
- Mekonnen, Mesfin M en Arjen Y Hoekstra (2016). „Four billion people facing severe water scarcity”. In: *Science advances* 2.2, e1500323.
- Saldias, C. e.a. (2016). „Understanding farmers’ preferences for wastewater reuse frameworks in agricultural irrigation: lessons from a choice experi-

- ment in the Western Cape, South Africa". In: p. 26–37.
- Shah, Tushaar (2016). „Increasing water security: the key to implementing the Sustainable Development Goals". In: *Global Water Partnership, Stockholm*.
- Smith, Ted e.a. (2016). „Improving The Burden Of Respiratory Disease Through Data-Driven Innovation: The AIR Louisville Program In Jefferson County, Kentucky". In: *A50. ASTHMA: OBSERVATIONAL STUDIES*. Am Thoracic Soc, A1750–A1750.
- Bowring, S. en A. Bauer (2017). „Mission 2017: Global Water Security". In:
- Collier, P. en S. Dercon (92–101). „African Agriculture in 50 Years: Smallholders in a Rapidly Changing World?" In: *World development* 63.1, p. 2014.
- Department of Water and Sanitation, Republic of South Africa. *Hydrological Services - Surface Water Home*. <http://www.dwa.gov.za/Hydrology/>. (Accessed on 03/29/2017).