



UvA-DARE (Digital Academic Repository)

Norms in multilevel groundwater governance and sustainable development

Conti, K.I.

Publication date

2017

Document Version

Other version

License

Other

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Conti, K. I. (2017). *Norms in multilevel groundwater governance and sustainable development*. [Thesis, fully internal, Universiteit van Amsterdam].

General rights

It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Disclaimer/Complaints regulations

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <https://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

The background of the cover is a photograph of a dry, open landscape. The ground is sandy and covered with sparse, dry grass. Several trees are scattered across the scene, some of which are dead or have lost their leaves, with their dark, gnarled trunks and branches lying on the ground. In the distance, a few animals, possibly cattle or sheep, are visible grazing. The sky is filled with soft, grey clouds, suggesting an overcast day. The overall tone of the image is somber and desolate, reflecting the theme of the book.

Norms in Multilevel Groundwater Governance & Sustainable Development

— *Kirstin I. Conti* —

NORMS IN MULTILEVEL GROUNDWATER GOVERNANCE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT

ter verkrijging van de graad van doctor

aan de Universiteit van Amsterdam

op gezag van de Rector Magnificus

prof. dr. ir. K.I.J. Maex

ten overstaan van een door het College voor Promoties ingestelde commissie,

in het openbaar te verdedigen in de Agnietenkapel

op dinsdag 4 juli 2017, te 14:00 uur

door

Kirstin Iman Conti

geboren te Californië, Verenigde Staten van Amerika

Promotiecommissie

Promotor:	Prof. dr. J. Gupta	Universiteit van Amsterdam
Copromotor:	Dr. K. Pfeffer	Universiteit van Amsterdam
Overige leden:	Prof. dr. I.S.A. Baud	Universiteit van Amsterdam
	Prof. dr. F.H.B. Biermann	Universiteit Utrecht
	Dr. J. de Vries	Universiteit van Amsterdam
	Prof. dr. R.A. Boelens	Universiteit van Amsterdam
	Prof. dr. C. Pahl-Wostl	University of Osnabrück

Faculteit der Maatschappij- en Gedragwetenschappen

When the well water runs dry, we shall know the worth of water

Benjamin Franklin

Poor Richard's Almanack, originally published 1746

Acknowledgements

The PhD process is often thought of as an intensely individual and a primarily intellectual pursuit. However, my experience taught me that success in the PhD journey is also a communal, emotional, and even a physical endeavor. Therefore, there are many people who have contributed directly to the research and writing of this manuscript by providing data, resources, feedback, and ideas. And there are others still, who provided endless encouragement, unwavering support, relaxation, distraction, empathy and pure kindness. None of these contributions can be measured, nor can they be fully or properly thanked. But I will make a humble attempt to do so here.

I would like to begin by thanking Prof. Joyeeta Gupta, Dr. Neno Kukurić and Dr. Karin Pfeffer for doing everything in their power to make this thesis possible, often going above and beyond the call of duty. Joyeeta, finishing this thesis would have proven an insurmountable task, if not for your steadily pushing me to make my writing better through guidance, critique, and encouragement. Thank you for seeing that this thesis was possible long before I could. Your friendship has allowed my work to arrive where it is today. Neno, you have shown me that any challenge in life can be overcome with faith and perseverance. Thank you for always believing I would make it through to the end and making sure I ‘kept on smiling.’ Karin, I so appreciate your willingness to and enthusiasm for coming into this process mid-stream. You not only added your visualization and statistical genius, but above all, your kind and caring spirit. I would also like to thank Dr. Hebe Verrest for her skillful translation of this thesis’ summary.

The utmost love and appreciation go to my family and friends that are family. You all watched me fly away more than five years ago, in some cases wondering what on earth I was doing – just so you know I was wondering too. Yet, through all the uncertainties and hardships, you continued to be faithful and keep me in your prayers. Mommy, thank you for bestowing upon me your immutable strength and perseverance and for being certain I would finish, even when I was not. You showed me that incremental progress amounts to big success. Daddy, thank you for teaching me to expand and harness my creativity. You enabled me to put a bit of art into everything, including this thesis. Kayla, thank you for listening to all of my doubts, fears, and tears without judgement and putting me back together every time I fell apart. Thank you to my grandparents, for watching over me from heaven – I know you were with me every time I ventured alone to strange corners of the globe. Aunt Danelle, thank you for keeping my eyes on the prize and helping me learn how to do what is best for me. Uncle Bruce, thank you for always sharing the music in your heart. To my cousins Paula, James, Jay, Aundré, Cheryl, Ray, Charlene, Brooks, Chris, Morgan, Monica, Kim, Robert, Bonnie, Dion, Jennifer, and Stephen, thank you for all your encouraging words – perhaps it is in my mind, but it seems we were able to become closer even though I was further away. Lady Alea, thank you for telling me I am amazing even when I faltered. Kiah, thank you for keeping me strong and celebrating all my successes. Tasha, thank you for your endless prayers; I know they kept me going even when I was losing ground. To my line sisters Carmin, Nyeri, Violeta, Dawn and Carter, thank you for graciously forgiving me when I was absent from so many of your most memorable life events in pursuit of my goals – this is perhaps one of the challenging and valuable forms of encouragement.

To my colleagues at IGRAC, past and present, thank you for making our tiny office on the third...I mean second floor...a safe anchor point for my life in the Netherlands. Not only did you teach me so much about groundwater, but also about living and being in this world. I would like specifically to thank Frank for introducing me to IGRAC and seeing my potential contribution to the organization; Geert-Jan for being my partner in governance crime, constantly improving my hydrogeological understanding, challenging my assumptions and reading my work; Laura, for becoming a dear friend with who I could share anything and could always count on to find the fun in everything; Stefan, for always coming to my rescue in matters both personal and professional and for being the happiest most, energetic person I know; Daniela for becoming a

close confidant and welcoming me into your home when I felt estranged from myself; Nienke, for always being a steady, reliable resource and for our Desire Mapping adventures; Andreas, for never letting me miss any detail; Friedemann for maps, chocolate and cheer; Emilie for your quiet strength, unsuspecting sense of humor and amazing recipe ideas; Lea for snack, sneezing, stretching, and for your solid, practical, grounded, yet joyful presence; and Maya for mentorship turning to friendship and wisdom far beyond your years.

In moving to the Netherlands, I thought I would mainly experience new places and spaces. But all-in-all friendships were the by far the most enriching and enlightening experiences of all. When I began my masters at UNESCO-IHE and University of Dundee, I experienced almost daily ups and downs. Adjusting to life was much more difficult than I ever imagined. But Eunice, Mireia, and Safa you were my keys to survival. I cherished our Friday dinners and knowing you were never more than a phone call and a bike ride away. Eunice, I do not know how, but you always believe things will turn out alright, and because of you, I have begun to believe this as well. Mireia, you were always there when I needed you, letting me share my difficulties and regrets and helping me hold life together. Safa, thank you for being my spiritual guide, sharing your laughs and family with me. I would not have survived without you all.

To Selvi, Tatiana, Zaki, Hesam, Shabana, Nikola, Alida, Elena and Christina – who I also met in the halls of UNESCO-IHE and have since built strong and invaluable bonds – thank you for always being there to commiserate in the difficulties and share in the joys. Neiler and Juan Carlos, you are my GIS geniuses and I could not have survived making these maps without you. Thank you for tolerating my incessant questions and always checking in on me.

I would also like to thank all my colleagues at the UvA especially those of the Governance and Inclusive Development group for your feedback, inputs and encouragement over the years. Pedi, Raquel, Eva, Shakeel, Ali, Courtney, Tara, Annisa, Aarthi, Champaka, Joeri, and Rowan, you are my dearest and most brave PhD warriors. I could not have asked for better colleagues to share this crazy journey with. You were there to help me through the spectrum of feelings and experiences that only come with a PhD. You understood the rawness and vulnerability that comes with this process and I am so grateful to have made it through with you all gently walking by my side.

Rotterdamers, Rotterdamers – Laura, Verónica, Meidan, Yoel, Justé, Vitas, Zoi, Apostolos, Nena, Giannis, and Christina - thank you for welcoming me into your crew and your lives. It was a great joy exploring our favorite Dutch city and learning how to build a life in a foreign land. As we spread to different corners of the globe, I look forward to exploring with you in the years to come! Yogi's and Fellas, your kind souls were just the nourishment I needed in the last months of my PhD and of my life in the Netherlands. You showed me how to cherish my body and to find the peace within myself, thank you! Familie van Putten, thank you for welcoming me into your home and for your warmth and generosity. You truly offered me a home in Rotterdam.

While traveling to far-away places seems to be a continuous calling in my heart, this wanderlust is inevitably accompanied by anxiety and uncertainty. Yet, when I am on my way to Southern Africa, I know I have a familiar place to land. Thank you to the Sauls family for supporting more than a decade of my research endeavors in South Africa and for always treating me like family. Thank you to Maggie and Ma Bess for your continuous comfort and lots of belly laughs in Gaborone. Thank you to the Kinyaga family for opening your hearts and showing me the beauty of Namibia.

Finally to all my water colleagues, with whom I share a vision for a world with water and justice for all – thank you for bestowing upon me your knowledge, experience, creativity and passion. I have the upmost gratitude for my colleagues in Botswana, Namibia and South Africa that made possible the whirlwind adventure that was my fieldwork. Chapter 8 is written in your honor. I would also like to thank James Patterson, Jac van der Gun, Gabriel Eckstein, Sarah Hendry, Stefano Burchi, Douwe van der Werf, Aaron Wolf, and Lucilla Minelli. You have all shaped me and my research in ways I have only begun to understand.

Publications, Presentations at Congresses and Trainings Attended

Peer-Reviewed Journal Articles and Book Chapters

- Conti, K. I. and J. Gupta (2015), "Groundwater Security," in C. Pahl-Wostl, A. Bhaduri and J. Gupta (eds.), Handbook on Water Security, Edward Elgar: Cheltenham, UK, pp. 161-182.
- Conti, K. I. and J. Gupta (2016), "Global governance principles for the sustainable development of groundwater resources," International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics, Vol.16 (6), pp. 849-781.
- Conti, K. I. and J. Gupta. (2014) "Protected by pluralism? Grappling with multiple legal frameworks in groundwater governance," Current Opinion in Environmental Sustainability, Vol. 11, December 2014, pp. 39-47.
- de Chaisemartin, M., R. G. Varady, S. B. Megdal, K. Conti, J. van der Gun, A. Merla, G.-J. Nijsten, F. Scheibler (2016). "Addressing the groundwater governance challenge: A call from the "Groundwater Governance: A Global Framework for Action" in Karar, Eiman (ed.) Freshwater Governance for the 21st Century, Springer Nature: Switzerland, pp. 205-228.

Other Publications

- Conti, K.I. (2014) Groundwater in the Sustainable Development Goals: Including Groundwater in the Draft Goals Position Paper No. 1, IGRAC: Delft, Netherlands.
- Conti, K.I. (2015) Groundwater in the Sustainable Development Goals: Emphasizing Groundwater in the Negotiation of the Final Goals Position Paper No. 2, IGRAC: Delft, Netherlands.
- Conti, K.I. (2014), Factors Enabling Transboundary Aquifer Cooperation, IGRAC: Delft, Netherlands.
- Gurdak, J. J., M. Leblanc, A. Aureli, T. Carvalho Resende, G. Faedo, T. R. Green, S. Tweed, L. Longuevergne, D. M. Allen, J. F. Elliott, R. G. Taylor, K. Conti. (2015) Groundwater and Climate Change: Mitigating the Global Groundwater Crisis and Adapting to Climate Change Position Paper and Call for Action, GRAPHIC Programme, UNESCO IHP: Paris, France.

Presentations at Congresses

Year 1:

- Conti. K.I. and J. Gupta (October, 2013) "Normative Trends in National Groundwater Law: Principles and Instruments for Earth System Governance," Global Water Systems Project Conference, Bonn, Germany.
- Conti. K.I. and J. Gupta (August 2013) "Factors Enabling Transboundary Groundwater Cooperation: A Global Analysis," World Water Week, Stockholm, Sweden.

Year 2:

- Conti. K.I. and J. Gupta (June, 2014) "Legal Pluralism and Groundwater: A Multilevel Analysis of Legal Institutions Applicable to Groundwater European Association of Development Research and Training Institutes," Bonn, Germany.
- Conti. K.I. and J. Gupta (July, 2014) "Drivers of Global Groundwater Use: Consequences for Access, Allocation and Availability," Earth System Governance Conference, Norwich, UK.

Year 3:

- Conti. K.I. and J. Gupta (December 2015) "Methods for Global Assessment of Legal Plural Regimes: Applications to Groundwater Governance," Commission on Legal Pluralism, Mumbai, India.
- Conti. K.I. and J. Gupta (December 2015) "Accommodating and Supporting Legal Pluralism in the Stampriet Transboundary Aquifer," Commission on Legal Pluralism, Mumbai, India.
- Conti. K.I. and J. Gupta (May 2016) "Normative Architecture for Groundwater Governance: Redesign to Facilitate Adaptation and Inclusion," Adaptation Futures Conference, Rotterdam, Netherlands.

Trainings

- Research School for Resource Studies for Development (CERES), Training 2014
- University of Amsterdam, AISSR Methods B Course 2014

Table of Contents

Chapter 1.	Introduction	1
1.1	Introduction	1
1.2	Problems Facing Groundwater Resources	1
1.2.1	Groundwater Abstraction and Depletion.....	1
1.2.2	Groundwater Quality Degradation	2
1.2.3	‘Glocalization’	6
1.3	Gaps in Groundwater Governance Knowledge: A Systematic Literature Review	11
1.3.1	Emerging Definitions of Groundwater Governance.....	11
1.3.2	State and Foci of Groundwater Governance.....	12
1.3.3	Relationship between Hydrogeology and Groundwater Governance Research.....	14
1.3.4	Depth of Research on the Drivers of Groundwater Problems	15
1.3.5	Aspects of Sustainable and/or Inclusive Development in Groundwater Governance Research	16
1.3.6	Implications for Research Approach	18
1.4	Research Question	18
1.4.1	Questions and Subquestions	18
1.4.2	Focus and Limits	19
1.5	Structure of Thesis	20
Chapter 2.	Theoretical Background and Methodology	21
2.1	Introduction	21
2.2	Ontology and Epistemology	21
2.3	Sustainable and Inclusive development: The Guiding Norm	22
2.3.1	History, Debates and Definitions	22
2.3.2	Operationalization	23
2.4	An Institutional Approach to Groundwater Governance	24
2.4.1	Groundwater Governance as an Instance of Earth System Governance	24
2.4.2	Architecture of Groundwater Governance	26
2.4.3	Legal Pluralism in Earth System Governance.....	27
2.4.4	Synthesis.....	28
2.5	Research Methodology and Context	29
2.5.1	Conceptual Framework for Analyzing the Institution of Groundwater Governance	29
2.5.2	Integrated Analytical Approach	31
2.5.3	Literature Review	33
2.5.4	Assembling a Groundwater Governance Database	34
2.5.5	Content Analysis	34
2.5.6	Spatial Analysis and Mapping.....	36
2.5.7	Case Study.....	36
2.5.8	Ethical Considerations.....	38
Chapter 3.	Contextualizing Groundwater Problems	41
3.1	Introduction	41
3.2	The Drivers of Groundwater Problems	41
3.2.1	Direct Drivers.....	41
3.2.2	Indirect Drivers.....	44
3.3	Groundwater’s Physical Characteristics	45
3.3.1	Storage.....	45
3.3.2	Flow.....	45
3.3.3	Pressure	45
3.3.4	Quality	46

3.3.5	Drivers and Groundwater Characteristics.....	46
3.4	Groundwater at a Biophysical Scale: Defining Groundwater Units.....	47
3.4.1	Groundwater Basins, Regions and Provinces.....	48
3.4.2	Aquifers.....	48
3.4.3	Groundwater Bodies.....	50
3.4.4	Groundwater Flow Systems.....	52
3.4.5	Drivers and Groundwater Units.....	52
3.5	Ecosystems Services of Groundwater.....	52
3.5.1	Provisioning and Cultural Services of Groundwater.....	53
3.5.2	Regulating and Supporting Services.....	53
3.5.3	Drivers-Ecosystems Services Feedback Loop.....	54
3.6	Inferences.....	55
Chapter 4.	Groundwater Governance Principles.....	59
4.1	Introduction.....	59
4.2	Concepts and Approaches to Principles.....	59
4.3	Political Principles.....	60
4.4	Environmental Principles.....	63
4.5	Social Principles.....	65
4.6	Economic Principles.....	68
4.7	Inferences.....	70
Chapter 5.	Groundwater Governance at the Global Level.....	71
5.1	Introduction.....	71
5.2	Evolution Of Global Groundwater Governance.....	71
5.2.1	Overview of the Global Governance Framework.....	71
5.2.2	Current Status of the Global Groundwater Governance Framework.....	73
5.2.3	Implications of the Global Governance Framework's Evolution.....	79
5.3	Patterns and Legal Pluralism In Global Groundwater Governance.....	83
5.3.1	Groundwater in the Scopes of Global Governance Texts.....	83
5.3.2	Patterns in Use of Principles.....	83
5.3.3	Pluralism in Processes and Actor Participation.....	88
5.4	Discussion: Sustainable and Inclusive Development.....	89
5.4.1	Principles' Relation to Drivers.....	89
5.4.2	Incoherence and Contradictions in Principles.....	89
5.4.3	Principles' Relationship to Sustainable and Inclusive Development.....	91
5.5	Inferences.....	93
Chapter 6.	Groundwater Governance at Regional and Transboundary Level.....	95
6.1	Introduction.....	95
6.2	Evolution Of Regional And Transboundary Governance Frameworks.....	95
6.2.1	Overview of Transboundary-Regional Governance Frameworks.....	95
6.2.2	Current Status of Transboundary Frameworks.....	97
6.2.3	Current Status of Regional Frameworks.....	107
6.2.4	Implications of Regional-Transboundary Frameworks' Evolution.....	108
6.3	Patterns and Legal Pluralism In Regional-Transboundary Groundwater Governance.....	112
6.3.1	Groundwater in the Scopes of Regional-Transboundary Governance Texts.....	112
6.3.2	Patterns in Use of Principles.....	112
6.3.3	Pluralism in Process and Participation.....	120
6.4	Discussion: Contributing to Sustainable and Inclusive Development at the Regional-Transboundary Level.....	120
6.4.1	Principles' Relationship to Drivers.....	120
6.4.2	Incoherence and Contradictions on Principles.....	121
6.4.3	Principles' Relationship to Sustainability and Inclusive Development.....	126

6.5	Inferences	128
Chapter 7.	Groundwater Governance at National Level	133
7.1	Introduction	133
7.2	Evolution of National Governance Instruments	133
7.2.1	Overview of Instruments	133
7.2.2	Implications	135
7.3	Patterns And Legal Pluralism In National Groundwater Governance	148
7.3.1	Groundwater in the Scopes of National Governance Texts.....	148
7.3.2	Patterns in Use of Principles.....	148
7.3.3	Legal Pluralism in Countries with Multiple Laws and Policies Directly Applicable to Groundwater.....	152
7.4	Discussion: Contributing to Sustainable and Inclusive Development at the National Level	153
7.4.1	Principles' Relation to Drivers	154
7.4.2	Incoherence and Contradictions across National Governance Frameworks	154
7.4.3	Principles' Relationship to Hard Sustainability and Inclusive Development.....	158
7.5	Inferences	161
Chapter 8.	Groundwater Governance in the Stampriet Transboundary Aquifer System	165
8.1	Introduction	165
8.2	The Stampriet Transboundary Aquifer System	165
8.2.1	Socio-Economic Setting of the Stampriet Transboundary Aquifer System Area	165
8.2.2	Hydrogeological Characteristics of STAS	166
8.2.3	Ecosystems Services of the STAS.....	174
8.2.4	Drivers of Groundwater Problems in STAS.....	175
8.3	Evolution of the Stampriet Governance Framework	177
8.3.1	Overview of the Stampriet Governance Framework.....	177
8.3.2	Current Status of Governance Instruments Relevant for the STAS	179
8.3.3	Implications of Stampriet Frameworks' Evolution	185
8.4	Patterns and Legal Pluralism in STAS Governance	185
8.4.1	Groundwater in the Scope of the STAS Framework.....	186
8.4.2	Patterns in Use of Principles.....	186
8.4.3	Actor Participation in STAS Governance	186
8.5	Discussion: Contributing to Sustainable Development in the STAS	188
8.5.1	Principles' Relation to Drivers	188
8.5.2	Incoherence and Contradictions in Principles	189
8.5.3	Principles' Relationship to Sustainable and Inclusive Development	192
8.6	Inferences	194
Chapter 9.	Conclusion: Towards Normatively Coherent Groundwater Governance Across Geographic Levels.....	197
9.1	Introduction	197
9.2	Recalling the Research Questions	197
9.3	Evolution of Groundwater Governance World-wide	197
9.4	Patterns and Legal Pluralism in Groundwater Governance	200
9.4.1	Patterns in Use of Principles.....	200
9.4.2	Principles' Relation to Hydrogeology, Drivers and Ecosystems Services	202
9.5	Legal Pluralism and Sustainable Development	207
9.5.1	Incoherence and Contradictions in Principles across Geographic Levels	207
9.5.2	Process, Participation, and Politics of Scale.....	210
9.6	Implications for Sustainable and Inclusive Development	212
Chapter 10.	Towards a Normative Architecture for Groundwater Governance	215
10.1	Introduction	215

10.2	Building a Solid Foundation: Definitions, Scope, Data and Ownership	215
10.2.1	Defining Groundwater in Governance Frameworks	215
10.2.2	Groundwater Data Dilemma and Governing Under Uncertainty.....	216
10.2.3	Groundwater Ownership	217
10.3	Selecting Pillars: Matching Principles and Drivers	218
10.3.1	Addressing the Drivers of Groundwater Problems	218
10.3.2	Allocating Groundwater Resources	219
10.4	Rooms, Hallways, Stairs and Elevators: Legal Pluralism and Multilevel Governance	220
10.5	Windows into Other Fields: Looking Beyond the Aquifer.....	223
10.6	A Roof over Everyone’s Head: Contributing to Sustainable and Inclusive Development	224
10.6.1	Achieving Sustainable Development for Groundwater Law and Policy	224
10.6.2	The Sustainable Development Goals: An Opportunity to Enhance Sustainable and Inclusive Groundwater Governance	225
10.7	Reflections on Theory and Methods and Key Recommendations for Further Research	226
10.8	Closing Call to Action	228
Annex A.	Framework of questions for thesis	A-1
Annex B.	Search Terms Used in Scientific Databases	B-1
Annex C.	Laws, Policies, and Jurisprudence in Legal Database	C-1
Annex D.	Country Participation in Global, Regional and Transboundary Governance Frameworks	D-1
Annex E.	Coding Criteria for Groundwater Governance Instruments	E-1
Annex F.	List of Interviewees	F-1

List of Tables

Table 1.1 Countries with severe anthropogenic contamination in groundwater	6
Table 2.1 Original versus adapted conceptual framework	30
Table 3.1 Drivers of groundwater problems at multiple geographic levels	42
Table 4.1 Status of political principles	62
Table 4.2 Status of environmental principles	64
Table 4.3 Status of Social Principles	68
Table 4.4 Status of Economic Principles	69
Table 5.1 Global governance texts related to groundwater and the units of groundwater addressed	81
Table 5.2 Inclusion of principles in the global groundwater governance framework	84
Table 5.3 Patterns in political principles included in the global groundwater governance framework	85
Table 5.4 Patterns in environmental principles included in the global groundwater governance framework .	86
Table 5.5 Patterns in social principles included in the global groundwater governance framework	87
Table 5.6 Patterns in economic principles included in the global groundwater governance framework	88
Table 6.1 Key characteristics of transboundary aquifers with governance frameworks	110
Table 6.2 Inclusion of principles in regional-transboundary groundwater governance instruments	113
Table 6.3 Patterns in political principles included in regional-transboundary groundwater governance instruments	115
Table 6.4 Patterns in environmental principles included in regional-transboundary groundwater governance instruments	116
Table 6.5 Patterns in social principles included in regional-transboundary groundwater governance instruments	117
Table 6.6 Patterns in economic principles included in regional-transboundary groundwater governance instruments	117
Table 7.1 Inclusion of principles in national groundwater governance instruments: Americas and the Caribbean	136
Table 7.2 Inclusion of principles in national groundwater governance instruments: Europe	138
Table 7.3 Inclusion of principles in national groundwater governance instruments: Eastern and Southern Africa	140
Table 7.4 Inclusion of principles in national groundwater governance instruments: Middle and West Africa	142
Table 7.5 Inclusion of principles in national groundwater governance instruments: North Africa and West Asia	144
Table 7.6 Inclusion of principles in national groundwater governance instruments: Central, East, South, South East Asia, and Oceania	146
Table 7.7 Patterns in political principles included in national groundwater governance instruments	150
Table 7.8 Patterns in environmental principles included in national groundwater governance instruments .	151
Table 7.9 Patterns in social principles included in national groundwater governance instruments	152

Table 7.10 Patterns in economic principles included in national groundwater governance instruments.....	152
Table 8.1 Groundwater-dependency of Species in the STAS	175
Table 8.2 Drivers of groundwater problems in the STAS.....	176
Table 8.4 Inclusion of groundwater governance principles in the STAS framework	187
Table 9.1 Patterns in groundwater governance principles across all geographic levels.....	201
Table 9.2 Categories of groundwater in scopes of governance frameworks.....	204
Table 9.3 Degree to which groundwater governance frameworks address drivers of groundwater problems	206
Table 10.1 Principles for a groundwater governance constitutional framework.....	222

List of Figures

Figure 2.1 Research Design Schematic.....	32
Figure 2.2 Process Diagram for Determining Categories in Content Analysis.....	35
Figure 3.1 Effects of Groundwater Pumping	47
Figure 3.2 Stylized Image of Confined and Unconfined Aquifer	50
Figure 5.1 Timeline of the Development Global Governance Framework.....	73
Figure 5.2 Distribution of Principles Included across the Global Governance Framework.....	92
Figure 6.1 Evolution of Regional and Transboundary Groundwater Governance Frameworks.....	109
Figure 6.2 Frequency distribution of Principles across All Regional-Transboundary Governance Instruments	127
Figure 7.1 Evolution of National Groundwater Governance Frameworks	134
Figure 7.2 Distribution of Principles across All National Governance Frameworks.....	160
Figure 8.1 Dry spring in Gaochanas, Namibia.....	168
Figure 8.2 Groundwater-level monitoring device used in KTP	185
Figure 8.3 Distribution of Principles across the STAS Governance Framework.....	193
Figure 9.1 Evolution of Groundwater Governance World-wide.....	199

List of Maps

Map 1.1 Groundwater Depletion and Population Density in Transboundary Aquifers	3
Map 1.2 Groundwater Depletion and Population Density in Countries.....	4
Map 1.3 Presence of Geogenic Pollution in Transboundary Aquifers.....	7
Map 1.4 Presence of Anthropogenic Pollution in Transboundary Aquifers	8
Map 1.5 Presence of Geogenic Pollution in Countries	9
Map 1.6 Presence of Anthropogenic Pollution by Country	10
Map 3.1 Major Groundwater Basins and Regional Aquifer Systems	49
Map 3.2 Types of Groundwater Units Used in the European Union	51
Map 5.1 Countries' Ratification of Water Specific Conventions and Groundwater Stress	80
Map 6.1 Transboundary Aquifers with Groundwater Governance Frameworks	96
Map 6.2 Groundwater Depletion in Transboundary Aquifers with Governance Frameworks	118
Map 6.3 Groundwater Contamination in TBAs with Governance Frameworks.....	119
Map 6.4 Inclusion of Data Gathering Principles in TBAs	123
Map 6.5 Inclusion of Groundwater-specific Principles in TBAs.....	124
Map 6.6 Inclusion of Allocation-related Principles in TBAs.....	125
Map 7.1 Types of Water Governance Instruments Explicitly Including Groundwater.....	149
Map 7.2 Inclusion of Data Gathering Principles in National Governance Frameworks.....	156
Map 7.3 Inclusion of Groundwater-specific Principles in National Governance Frameworks.....	157
Map 7.4 Inclusion of Allocation-related Principles in National Governance Frameworks	159
Map 8.1 Land Uses in the Stampriet Transboundary Aquifer System and Population.....	166
Map 8.2 Groundwater Availability in the Kalahari (Upper Layer) of the STAS.....	169
Map 8.3 Groundwater Availability in the Auob (Middle Layer) of the STAS	170
Map 8.4 Groundwater Availability in the Nassob (Lower Layer) of the STAS	171
Map 8.5 Groundwater Recharge and Discharge Areas of the STAS	172
Map 8.6 Groundwater Unsuitable for Human and Livestock Consumption in the Stampriet Transboundary Aquifer System.....	173

Acronyms and Abbreviations

African Convention	African Convention on the Conservation of Nature and Natural Resources
APRONA	Observatoire de la Nappe d'Alsace [Association for the Protection of Groundwater in the Plain of Alsace]
ASEAN	Association of South East Asian Nations
B-DWA	Botswana Department of Water Affairs
BATT	Best Available Technology and/or Technique
Berlin Rules	Berlin Rules on Water Resources
BGR	German Geological Survey
BGS	British Geological Survey
CBDR	Common But Differentiated Responsibilities
CEDARE	Centre for Environment and Development for the Arab Region and Europe
CO ₂	Carbon Dioxide
CONAGUA	National Water Commission of Mexico
CoP	Conference of the Parties
CPR	Common pool resources
Danube Convention	Convention on Cooperation for the Protection and Sustainable Use of the Danube River
DIKTAS	Dinaric Karst Transboundary Aquifer System
DPSIR	Drivers, Pressures, States, Impacts, Responses
Draft Articles	Draft Articles on the Law of Transboundary Aquifers
ECOSOC	United Nations Economic and Social Council
eds.	Editors
EIA	Environmental Impact Assessment
EOC	Emerging Organic Contaminates
ESCWA	United Nations Economic and Social Commission for Western Asia
ESG	Earth System Governance
EU	European Union
EU WFD	European Union Water Framework Directive
EU GWD	EU Groundwater Directive
FAO	UN Food and Agriculture Organization
GEG	Global Environmental Governance
GGRETA	Groundwater Resources Governance in Transboundary Aquifers
GGIS	Global Groundwater Information System
GIS	Geographic Information System
G-77	Group of 77
GEF	Global Environment Facility
Helsinki Rules	Helsinki Rules on the Uses of Water of International Rivers
HRWS	Human right to water and sanitation

IAEA	International Atomic Energy Agency
IBWC	International Boundary and Waters Commission (United States and Mexico)
ICJ	International Court of Justice
ICPDR	International Commission for the Protection of the Danube River
ICWE	International Conference on Water and the Environment
IDGEC	Institutional Dimensions of Global Environmental Change
IGRAC	International Groundwater Resources Assessment Centre
IHDP	International Human Dimensions Programme
IJC	International Joint Commission (United States and Canada)
ILA	International Law Association
ILC	United Nations International Law Commission
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
INTERREG	European Union Interregional Cooperation Programme
IR	International Relations
ISARM	Internationally Shared Aquifer Resource Management
IUCN	International Union for Conservation of Nature
IWRM	Integrated Water Resources Management
JICA	Japanese International Cooperation Agency
Joint Authority	Joint Authority for the Study of the Development of the Nubian Sandstone Aquifer Waters
JWC	Joint Water Committee of Israel and Palestine
Km ²	Square kilometers
MAR	Managed aquifer recharge
Mar del Plata	Mar del Plata Action Plan and Recommendations
MDGs	Millennium Development Goals
MEA	Millennium Ecosystems Assessment
MERCOSUR	Common Market of the South
MLG	multi-level governance
Mm ³	Million cubic meters
Model Provisions	UNECE Model Provisions on Transboundary Groundwater Management
MoU	Memorandum of Understanding
MRC	Mekong River Commission
N-DWAF	Namibia Department of Water Affairs and Forestry
NASA	United States National Aeronautics and Space Administration
NSAS	Nubian Sandstone Aquifer System
NWO	Dutch Scientific Research Council
NWSAS	North West Sahara Aquifer System (same as SASS)
OAS	Organization of American States
ORASECOM	Orange-Senqu River Basin Commission
OSS	Observatoire du Sahara et du Sahel [Sahara and Sahel Observatory]

Ramsar Convention	Convention on Wetlands of International Importance Especially as Waterfowl Habitat
RBO	River Basin Management Organizations
Rio Declaration	United Nations Declaration on Environment and Development
SA-DWS	South Africa Department of Water and Sanitation
SADC	Southern Africa Development Community
SADCC	Southern African Development Coordination Conference
SAG	Sistema Acuífero Guaraní [Guaraní Aquifer System]
SAP	Strategic Action Programme
SASS	Système Acquifère du Sahara Septentrional (same as NWSAS)
ScaldWIN	Contribute to a better quality of surface and groundwater bodies in the Scheldt International River Basin District
Seoul Rules	Seoul Rules on International Groundwaters
SDC	Swiss Agency for Development and Cooperation
SIDS	Small Island Developing States
Stockholm Declaration	Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment
STAS	Stampriet Transboundary Aquifer System
SDGs	Sustainable Development Goals
T-JAM	Thermal Joint Aquifer Management
TBA	Transboundary Aquifer
TDS	Total Dissolved Solids
UN	United Nations
UN HCR	UN Human Rights Commission
UNCBD	United Nations Convention on Biodiversity
UNCCD	United Nations Convention to Combat Desertification in Those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, particularly in Africa
UNCED	United Nations Conference on Environment and Development
UNWC	United Nations Convention on the Non-Navigational Uses of Watercourses
UNDP	United Nations Development Programme
UNECE Water Convention	United Nations Economic Commission for Europe Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNESCO-IHP	UNESCO International Hydrological Programme
UNEP	United Nations Environmental Programme
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UNGA	United Nations General Assembly
Upper Rhine Agreement	Agreement between the Swiss Federal Council, the Government of the Federal Republic of Germany and the Government of the French Republic on Cross-border Co-operation in the Upper Rhine Region
USGS	United States Geological Survey
WCED	World Commission on Environment and Development
WHO	World Health Organization

WTO
WUC

World Trade Organization
Water Utilities Corporation

Summary

Groundwater resources compose the vast majority of available fresh water resources on Earth. Groundwater scarcity, depletion, and the rate of its use are increasing in many locations across the globe. Further, global phenomena such as climate change and globalization are shifting the dynamics of groundwater availability and exploitation. As such, there are three key groundwater problems. The first is that of abstraction. Namely, over-abstraction in some areas, which can cause loss of ecosystems services, permanent depletion of groundwater resources, and under-utilization in other areas, where people's quality of life could be improved through access to groundwater. The second is the problem of groundwater quality. Groundwater can be contaminated through natural geological processes or through anthropogenic activities. And the third is the challenge of 'glocalization' wherein simultaneously global problems affect local groundwater resources (i.e. reduced groundwater recharge as a result of climate change) and local groundwater problems affect global systems (i.e. over-pumping of aquifers contributes to sea level rise). All of these challenges bring up issues of sustainability and equity as it is related to the protection and use of groundwater resources.

Scholars agree that groundwater governance is necessary to address the resulting challenges of groundwater abstraction, quality degradation, and the increasingly global nature of the resource. Yet, there are four key gaps in scholarly knowledge regarding groundwater governance. First, hydrogeology literature is poorly integrated into groundwater governance literature. Second, groundwater governance research does not use common guiding norm (such as equity or resource protection) or take into account the multilevel perspective in analyzing the governance architecture. Third, literature does not discuss the full range of groundwater governance principles in relation to the drivers of groundwater problems. Fourth, groundwater governance literature focuses on environmental, social, economic and political issues but not through a sustainability approach, which integrates these four elements and not through an inclusive development approach, which focuses on environmental and social consequences for the poorest and marginalized and the politics underlying that.

Hence, this research responds to the question: What are the shortcomings of the current normative architecture for sustainable and inclusive groundwater governance and what are the key elements of a normative architecture at multiple geographic levels that are consistent with sustainable and inclusive development? The following sub-questions are addressed: (1) How have groundwater governance frameworks evolved at multiple geographic levels, from global to local? (2) How are hydrogeology, ecosystems services and the drivers of groundwater problems taken into account in the architectural design? (3) Which groundwater governance principles have been included in these governance frameworks at multiple geographic levels? (4) How does legal pluralism manifest within and across multiple geographic levels? and (5) How can current designs of the normative architecture become consistent with sustainable and inclusive development at multiple geographic levels?

Chapter 2 elaborates the theoretical underpinnings of the research, combines the relevant theories into a conceptual framework; and elaborates upon the chosen methods that operationalize that framework and facilitate the analysis. Using a multi-level and institutional approach, groundwater governance is understood as (1) a critical component of sustainable and inclusive development, (2) an instance of Earth System Governance, and (3) a manifestation of legal pluralism (multiple set of rule on the same subject being applicable to the same jurisdiction). The multi-level approach focuses on the global, regional, transboundary, and national levels and the relationship between them since both groundwater resources and groundwater governance principles operate across these levels. Taking into consideration the post-2015 development agenda, sustainable and inclusive development is positioned as the key norm for this research with sustainable development being framed as the political, environmental, social, and economic aspects of development and inclusive development placing a focus on the poor, marginalized, and the environment. This links directly to the concept of Earth System Governance, which uses institutional approaches (among others) to analyze problems related to a normative "architecture," namely the underlying beliefs and values

upon which governance frameworks are constructed and the components (i.e. principles) that are used to construct this architecture. Legal pluralism then helps to assess the different ways in which these frameworks include these components/principles and determine the potential impact on the overall architecture. A literature review was used to design a conceptual framework based on the work of the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change's project on Institutional Dimensions of Global Environmental Change (IDGEC 2002). The conceptual framework includes six parts: (1) institutions (i.e. set of rules, decisions-making procedures), and programs (e.g. projects or civil society initiatives), (2) instruments (e.g. specific laws, policies, projects and the principles therein), (3) actors (e.g. countries and stakeholders), (4) drivers of groundwater problems, (5) institutional performance (e.g. legal pluralism), and (6) institutional redesign. In order to apply the conceptual framework, a database of all governance documents (i.e. laws, policies and/or programs) available in English, Spanish, French and Arabic from the global, regional, transboundary, and national levels was constructed. A literature review and content analysis identified the relevant groundwater governance principles. Descriptive statistics and spatial mapping by means of a geographical information system (GIS) identified statistical, geographic, and temporal patterns in how these norms were included in the frameworks at these levels. Patterns and the existence of legal pluralism was also analyzed in the case study of the Stampriet Transboundary Aquifer System, shared by Botswana, Namibia and South Africa. It also grounded the institutional analysis by articulating how groundwater governance occurs in practice. The analysis unfolds in eight core chapters of the research.

Chapter 3 addresses primarily the natural sciences components of groundwater governance. It begins by discussing the drivers of groundwater problems at each geographic level. Next, it shows that the analysis of storage, flow, pressure and quality characteristics of groundwater can provide insights into how selecting the spatial units (i.e. aquifer, groundwater body, groundwater flow system) can impact the design of groundwater governance frameworks. Further, the provisioning, cultural, regulating and supporting ecosystems services of groundwater stocks and flows are assessed as a means of enhancing understanding of groundwater sustainability challenges. Provisioning and cultural services are currently the focus of groundwater governance regimes. Additionally, the regulating and supporting services of groundwater are foundational to the survival of many ecosystems. However, they are not well-understood scientifically, nor are they receiving significant attention in the governance discourse. Given this research's objective to understand groundwater resources and governance in the context of sustainable and inclusive development, maintaining or enhancing ecosystems services of groundwater is critical. In order to do that, we must understand drivers and their consequences on the physical dynamics of groundwater. Governance must address these drivers at the appropriate geographic level or must be consistent across levels. But, the groundwater governance frameworks often function at a different spatial level than groundwater, for example, at the river basin level rather than the aquifer level. So, selection of groundwater units and understanding of the advantages and limitations of selecting such units must also be considered in the design of groundwater governance frameworks as it determines the relevant actors, ecosystems services, and drivers of groundwater problems.

Chapter 4 focuses on groundwater governance principles, their origins, status and their relationships to each other. Governance principles ('an abstract rule applicable to particular concrete instances'; Alpa 1994: 1) include principles, rights, rules, measures, and procedures. Principles can be implemented by both state and non-state actors. A review of literature, laws and policy documents indicates that there are 35 principles of groundwater governance. These principles have emerged from several areas of international environmental and water law/policy, indicating that they may vary in the degree to which they deal with groundwater-specific issues and contemporary challenges facing sustainable and inclusive development. Given these different origins and the differing extents to which they are agreed upon, they can result in tradeoffs – already indicating the potential for pluralism. Key examples include limited sovereignty versus equitable and reasonable use and water as an economic good versus the human right to water and sanitation. The analysis showed that the principles vary in their status and the extent to which they are specifically targeted at groundwater; the principles have differing origins and the distributions of the principles may have consequences for achieving sustainable and inclusive development; and that there are ongoing debates

regarding principles that potentially conflict or undermine each other, without clear guidance to actors regarding how to reconcile them.

Chapter 5 analyzes the groundwater governance instruments at the global level, including legally binding international water laws, political declarations, as well as scholarly texts. It shows that groundwater governance at the global level has evolved mostly from environmental and water law. Consequently, these governance instruments' scopes have primarily defined groundwater in relation to surface water although more recent instruments move toward defining groundwater on an 'aquifer basis.' There are also differences in how environmental and water law handle drivers. Environmental law directly addresses global drivers (although not so much demographic drivers outside of the Sustainable Development Goals) but only indirectly address groundwater. Water law and groundwater specific laws directly address groundwater (although not always fully) but indirectly address global drivers at best (i.e. through the equitable allocation in accordance with socio-economic and climatic factors). Legal pluralism analysis shows that very few principles are agreed upon across relevant laws. For example, groundwater specific-principles are neglected, possibly because of their emerging status. There are potential conflicts regarding sovereignty and water as an economic good. Furthermore, the principles do not address the role of water ownership and the neo-liberal system in causing water related problems. Also, there is variation in the legitimacy of instruments.

Sustainable development may be hampered because of the lack of socio-economic principles and the lack of attention to climate change and demographic factors. The implicit acceptance of property rights to water, economic growth and trade might further impair inclusive development by ignoring how these might affect the implementation of social principles (e.g. the human right to water and sanitation) and exacerbate conflicts regarding social and political issues (e.g. how to address property rights and sovereignty). Groundwater governance at the global level is hindered by the: (1) lack of agreement on definitions of groundwater; (2) drivers that existing principles do not address; (3) inconsistent inclusions of principles to the neglect of groundwater-specific problems; (4) lack of attention to economic and neo-liberal context and controversy regarding social and political principles; and (5) lack of an implementing body that can support states in relation to groundwater governance and provide guidance in implementing potentially conflicting principles.

Chapter 6 assesses groundwater governance frameworks at the regional and transboundary levels. Of the 592 transboundary aquifers of the world and numerous geo-political sub regions, only 20 transboundary aquifers and three regions have groundwater-related governance frameworks. Groundwater governance at the transboundary level originated in river basin management with inclusion of groundwater in transboundary treaties. More recently, groundwater has entered into water and environmental agreements. Groundwater governance at this level is not typically streamlined into a single instrument, but is rather an agglomeration of multiple instruments that govern various environmental and water resources. However, there is a recent increase in groundwater specific agreements due to the involvement of international organizations.

Most regional and transboundary frameworks are not targeted at groundwater, but tend to be focused on specific resource types or problems, only including groundwater tangentially. Recently adopted transboundary aquifer agreements have pushed groundwater-specific principles forward in prominence, but the focus remains on political principles. Environmental and economic principles are common while social principles are least used. Further, most instruments at this level are focused on management agreements as opposed to broader governance issues. In general, the instruments are not high in principled content.

Groundwater governance at the regional-transboundary level is mainly focused on drivers related to environmental degradation or political dynamics between states. There is not so much attention to social or economic roles despite the increased influence of regional economic organizations and demographic shifts. Again, there is little attention to climate change or other natural drivers. With regard to legal pluralism, most regional-transboundary frameworks are composed of a complex network of groundwater-related laws, policies, projects and/or civil society initiatives, which vary in terms of codification, legitimacy, and legality. Consequently, the scopes of the instruments vary greatly with many different types of resource (e.g. surface water, the environment generally) being linked to groundwater. Nevertheless, a majority of the transboundary

aquifers and regions have at least one instrument with an established process for implementation, particularly those with river or lake basin committees. However, the efficacy or level of activity related to groundwater is variable.

Key regional drivers such as political relations and the asymmetrical access to groundwater resources are dealt with as a result of the focus on political relations as opposed to resource sustainability and social equity. This includes data and information sharing. Nevertheless, the lack of groundwater governance frameworks generally as well as the neglect of social and economic issues in existing frameworks could negatively impact the allocation of groundwater resources and potentially lead to conflict. Further, the complexity in the number of instruments present in these frameworks may reduce the effectivity of the institutional framework resulting in indifference or stagnation. Lack of groundwater data exacerbates this problem, as was seen in the cases of several aquifers discussed. As such, there are clear challenges to groundwater governance and sustainable and inclusive development, which introduce potential for non-sustainable and non-inclusive use.

In Chapter 7, 130 national groundwater governance frameworks are analyzed. The evolution of national (ground)water governance began in several ancient societies which developed water codes. But most modern codification occurred in the last 200 years and a vast majority of water laws that include groundwater were developed after 1992.

Countries vary greatly with respect to the balance of principles across the dimensions of sustainable and inclusive development, but the patterns are generally clearer at national than at other levels. Most countries focus on environmental principles but few take on groundwater-specific issues. Yet, there is noticeably more attention to the political and social issues. Economic principles focus on cost recovery of services. Nevertheless, the tension between the human right to water and sanitation, prioritization of human uses, and water as an economic good (including cost recovery) are also become apparent. Water ownership is, however, scarcely ever tackled in water governance principles.

Legal pluralism takes on a slightly different form at this level. Groundwater is governed under nearly ten different types of laws, even including constitutions. The scopes also vary with numerous countries still separating groundwater from surface water, on the one hand, or encompassing it within the environment, on the other. As a result, it is not always clear if or how the boundary of groundwater resources will be drawn differently from river basins and what that means for groundwater management. More than half of the laws indicate that (ground)water is under the ownership of the state. In the other cases, however, there is very little clarity regarding the relationship between rights, allocation and land tenure. Further, most laws are designed to be implemented by a water and/or natural resources ministry. But few laws recognize the systemic nature of (ground)water resources and its multiple uses. As a result, closely-related competencies, such as agriculture, forestry, land use and planning may not have clear mandates to coordinate activities.

In general, the contribution of national-level activities to global drivers are not addressed within the national frameworks. Issues of land use and land management are ignored. Ownership of groundwater and access to groundwater via land rights are not always clearly addressed in groundwater law. Urbanization and agricultural intensification are not dealt with or linked to. The consequences of population growth and migration are assumed to be marginal but can have localized consequences and there are no explicit links to land use and planning in this regard.

Overall, national laws still require bolstering to become consistent with sustainable and inclusive development. Most countries are not including all relevant principles, especially groundwater-specific ones. Also, the principles do not have strong links to drivers even when they are well-integrated (e.g. social and economic). Having different types of laws, even within one country is not inherently problematic. However, the additional capacity required for implementation, enforcement and coordination could be stifling. Further, without proper articulation of ownership and rights, sustainable groundwater governance will be undermined from the outset.

Chapter 8 assesses the groundwater governance framework in the Stampriet transboundary aquifer. The evolution of groundwater governance here was heavily affected by the colonial era and its system of land and water rights. After apartheid, South Africa and Namibia developed highly progressive water laws. But Botswana's laws are over 50 years old, although its policies continue to develop to keep up with advances in the field. Because laws are more recent, they integrate several of the emerging groundwater governance principles such as integrated water resources management (IWRM) (that includes groundwater), human rights to water and sanitation, etc. They also include all groundwater resources although Botswana might invoke mining law beyond a certain depth below the ground. Yet, key drivers for this region are not directly addressed by the laws and policies. Given the climate and hydrogeology of the Stampriet, certain types of principles are needed or should be focused on (e.g. protecting recharge and discharge zones, invasive species, land use planning, licensing).

Since delineation of the aquifer is recent, the governance instruments are not tailored to it. The aquifer falls under the Orange-Senqu River Basin Organization, but since there is almost no flowing water in the Stampriet area and little technical capacity for groundwater there is little activity addressing the state of the aquifer. Further, disaggregation of competencies that relate to water also cause pluralism. The principle types included in the Stampriet governance framework is relatively balanced. However, gaps in principles to address the drivers will be detrimental to sustainable and inclusive development. Further, the gaps in the development of Botswanan law could be an impediment if they pursue further abstraction. It is unclear how asymmetrical power dynamics might affect institutional development.

The recent development of the laws in South Africa and Namibia as well as the elaborations of related policies makes the Stampriet governance framework appear strong overall. However, there is a separation between the principles, drivers, and hydrogeological realities; disaggregation of competencies; and differences in the extent to which certain norms from the global community have been integrated or their participate in instruments at other governance levels. Consequently, sustainable and inclusive development may be challenging to achieve.

Chapter 9 discusses the evolution of groundwater governance across geographic levels; the state of groundwater governance across geographic levels; links the drivers to the instruments across levels; and presents inferences regarding the potential for sustainable and inclusive development. This integrated analysis shows that there were four phases of groundwater governance: the first phase (pre-1960), primarily focused on increasing individual and small-scale abstractions contributing to a 'pumping race'; the second phase (1960 – 1992), which witnessed large scale abstractions and early attempts to curb depletion; the third phase (1993 - 2003) when groundwater began to be included in global and transboundary water governance frameworks designed for surface water; and the fourth phase, wherein there is a slow realization that specific and concerted attention needs to be given to groundwater governance institutions. The phases are linked to shifts in discourses at the global and transboundary level. Now, the phase is shifting towards sustainable development.

There is a large variance in the types of groundwater resources governed, but increasingly the geographic level lowers and moves towards the river basin and aquifer scale. A key exception is the European Union where they govern according to the scale of groundwater bodies. However, there is still variance in terms of the degree to which hydrogeology is taken into account in the scopes of the instruments. Most groundwater governance principles were included in more than 50% of the groundwater governance instruments. It is clear that political and social principles and groundwater-specific environmental principles are the least used overall. This indicates a general lack of consensus surrounding the principles.

There are clear mismatches between drivers and levels wherein focal principles tend to reinforce already solid foundation rather than strengthen emerging issues. Also, intersectionality is a challenge with explicit links to drivers rarely included (e.g. climate, trade, land use planning including agriculture and urban areas).

The current architecture for groundwater governance has some clear points of intersectionality with sustainable and inclusive development: (1) with respect to valuing ecosystems services and (re)focusing on natural systems dynamics rather than human boundaries; (2) by incorporating core principles of sustainable development (albeit to different degrees); and (3) by laying the foundation for cooperative relations between states and stakeholders regarding groundwater. However, the framework presents disconnects to sustainable and inclusive development in terms of: (1) establishing consensus regarding how hydrogeology should be incorporated into the scopes of the instruments; (2) not using groundwater-specific, social and economic principles or addressing the key drivers; (3) and not dealing with issues of groundwater ownership and relationships between groundwater and land use and other subsurface uses. This indicates that there is still substantial effort required to make groundwater governance supportive of sustainable and inclusive development.

Chapter 10 presents considerations for redesign of the normative framework for groundwater governance. First, a normative framework for groundwater governance can best contribute to sustainable and inclusive development when built on a solid foundation. Such a foundation requires examining the design of institutions, addressing groundwater problems at compatible scales; ensuring that the scope fits with the hydrogeological nature of the resources (i.e. flow, storage, pressure and quality); and providing operational linkages to other related instruments. In the face of a lack of data (e.g. inability to tailor instruments to physical attributes of groundwater resources), groundwater must be governed for uncertainty and inter/intra-generation equity. Further, it requires clearly addressing the issue of groundwater ownership and the impact that various ownership regimes may have on sustainability. Second, the drivers of groundwater governance need to be directly addressed through the selection of existing principles and the creation of new principles, as necessary. Third, legal pluralism and multilevel governance can be used to increase coherence with regard to the inclusion of principles in frameworks across geographic levels while also allowing the flexibility necessary for context-specificity. Fourth, linkages to other, related resource governance regimes (e.g. land and climate governance) need to be established to quickly bolster attention for effective groundwater governance. And fifth, groundwater governance needs to be re-focused towards sustainable and inclusive development, including the SDG process, in order to improve the performance of groundwater governance institutions.

This research presented a big-picture analysis of the state of groundwater governance. It took a rigorous approach to integrating hydrogeological knowledge into current understandings of groundwater governance. It builds upon existing research on specific groundwater governance frameworks by identifying patterns across these frameworks and highlighting key areas of incoherence and contradictions within and across geographic levels. It went beyond existing research, using a combination of quantitative and qualitative methods, by positioning sustainable and inclusive development as the guiding norm in order to draw conclusions about how existing groundwater governance frameworks may be improved. While such a big-picture analysis is prone to obscuring the details and nuance of specific instances of groundwater governance, the case study of the Stampriet Transboundary Aquifer System enabled me to re-capture some of these elements. The methods may be improved upon in future research by collaboration and using multiple researchers to validate the findings of the content analysis; using official translations of legal documents; and engagement with local experts in order to ground-truth various aspects of the governance frameworks analyzed.

Based upon the analysis and conclusions, several key areas of further research were identified including: linking groundwater governance to global approaches for land, biodiversity and climate governance; analyzing the role of uncertainty in groundwater governance; systematically selecting and analyzing geographically-specific case studies that can be linked together for generalizable findings; completing and contextualizing legal analysis and legal field work in groundwater governance; applying legal pluralism and analytical analysis to groundwater governance; exploring the role of politics of groundwater science in our current understandings of groundwater governance; assessing how *de facto* globalization and economic markets can be countered in day-to-day groundwater governance frameworks, including in the role of

ecosystems services valuation; and critically assessing the role of groundwater rights and ownership in (ground)water and land governance frameworks, especially in the context of land grabbing.

Samenvatting

Het overgrote deel van de mondiaal beschikbare zoetwatervoorraad bestaat uit grondwater. Overal ter wereld nemen schaarste in en uitputting van grondwatervoorraden toe als gevolg van toenemende grondwateronttrekkingen. Daarnaast verandert door mondiale verschijnselen zoals klimaatsverandering en mondialisering, de dynamiek in de beschikbaarheid en exploitatie van grondwater. Als zodanig zijn er drie belangrijke grondwaterproblemen. Het eerste probleem zijn grondwateronttrekkingen. Het betreft overexploitatie in sommige gebieden, wat kan leiden tot verlies van ecosysteemdiensten, permanente uitputting van grondwatervoorraden. Anderzijds is er onderbenutting in andere gebieden, waar de kwaliteit van leven verbeterd zou kunnen worden door toegang tot grondwater. Het tweede probleem is grondwaterkwaliteit. Grondwater kan door natuurlijke geologische processen of door menselijke activiteiten worden vervuild. En het derde probleem is de uitdaging van 'glocalization', waarbij lokale grondwatervoorraden enerzijds beïnvloed worden door mondiale processen (bijvoorbeeld vermindering van het herstel van grondwaterniveaus als gevolg van klimaatverandering) en lokale grondwaterproblemen anderzijds ook van invloed zijn op mondiale systemen (bijvoorbeeld het overmatig gebruik van grondwater dat bijdraagt aan zeespiegelstijging). Omdat deze uitdagingen verband houden met zowel de bescherming als het gebruik van grondwatervoorraden, brengen zij problemen op het gebied van duurzaamheid en gelijkheid met zich mee.

Wetenschappers zijn het erover eens dat grondwaterbeheer nodig is om uitdagingen die voortkomen uit grondwateronttrekking, kwaliteitsvermindering en het steeds mondiale karakter van grondwater aan te kunnen gaan. Toch zijn er vier belangrijke leemten in wetenschappelijke kennis over het beheer van het grondwater. Ten eerste is de literatuur over hydrogeologie slecht geïntegreerd in literatuur over grondwaterbeheer. Ten tweede wordt in grondwateronderzoek geen gebruik gemaakt van algemeen leidende normen (zoals equity- of bronbehoud), en ook wordt bij het analyseren van het stelsel van beheer geen meerlaags-perspectief toegepast. Ten derde wordt in de literatuur niet het volledige spectrum van grondwaterbeheerprincipes in relatie tot de oorzaken van grondwaterproblemen besproken. Ten vierde richt de grondwaterliteratuur zich weliswaar wel op milieu-, sociale, economische en politieke kwesties, maar gebeurt dat noch vanuit een duurzaamheidsbenadering die deze vier elementen integreert, noch vanuit een inclusieve ontwikkelingsbenadering die zich richt op milieu- en sociale gevolgen voor de armsten en gemarginaliseerden en op de politiek die hieraan ten grondslag ligt.

Dit onderzoek beantwoordt de volgende vraag: wat zijn de tekortkomingen van het huidige normatieve kader voor duurzaam en inclusief grondwaterbeheer, en wat zijn, op verschillende geografische schaalniveaus, de belangrijkste elementen van een normatief kader dat in overeenstemming is met duurzame en inclusieve ontwikkeling? De volgende sub-vragen worden beantwoord: (1) Hoe hebben kaders voor grondwaterbeheer zich ontwikkeld, op meerdere geografische niveaus -van mondiaal naar lokaal-? (2) Hoe wordt in beheerskaders rekening gehouden met hydrogeologie, ecosysteemdiensten en de oorzaken van grondwaterproblemen? (3) Welke principes van grondwaterbeheer zijn geïntegreerd in deze beheerskaders op verschillende geografische niveaus? (4) Hoe manifesteert juridische pluralisme zich binnen en tussen verschillende geografische niveaus? En (5) hoe kunnen huidige vormen van normatieve beheerstelsels op meerdere geografische schaalniveaus, in overeenstemming gebracht worden met duurzame en inclusieve ontwikkeling?

Hoofdstuk 2 gaat uitgebreid in op de theoretische pijlers van het onderzoek, combineert deze in een conceptueel kader; en beschrijft de methoden die gekozen zijn om het conceptueel kader te operationaliseren en analyse mogelijk te maken. Het onderzoek gebuikt een meerlaags en institutionele benadering en beschouwt grondwaterbeheer als (1) een essentieel onderdeel van duurzame en

inclusieve ontwikkeling; (2) een vorm van Earth System Governance; en (3) een resultaat van juridisch pluralisme (dat wil zeggen dat meerdere pakketten van regels op hetzelfde onderwerp binnen dezelfde jurisdictie van toepassing zijn).

Aangezien zowel grondwatervoorraden als grondwaterbeheer-principes op verschillende schaalniveaus opereren, gebruikt het onderzoek een meerlaagse benadering en betreft mondiale, regionale, grensoverschrijdende en nationale niveaus alsook de relaties daartussen. Gerelateerd aan de post2015 ontwikkelingsagenda zijn duurzame en inclusieve ontwikkeling gekozen als centrale uitgangspunten. Duurzame ontwikkeling wordt gedefinieerd als de politieke, milieu, sociale en economische dimensies van ontwikkeling en inclusieve ontwikkeling benadrukt de armen, gemarginaliseerden en het milieu. Op deze manier is er een rechtstreekse verbinding gemaakt met het begrip Earth System Governance, dat (onder meer) institutionele benaderingen gebruikt om problemen in een 'normatief stelsel', en de principes die hieraan ten grondslag liggen, te analyseren. Een normatief stelsel refereert aan de onderliggende overtuigingen en waarden waarop beheerkaders worden geconstrueerd. Juridisch pluralism helpt om verschillende normatieve stelsels te analyseren.

Naar aanleiding van een literatuuronderzoek is een conceptueel raamwerk opgesteld, gebaseerd op het werk van het programma International Human Dimensions on Global Environmental Change's project Institutional Dimensions of Global Environmental Change (IDGEC 2002). Dit conceptueel kader heeft zes componenten: (1) instituties (een pakket regels, besluitvormingsprocedures) en programma's (zoals projecten of initiatieven van het maatschappelijk middenveld), (2) instrumenten (bijvoorbeeld specifieke wetten, beleid, projecten en de daarbij behorende principes); (3) actoren (bijvoorbeeld landen en belanghebbenden); (4) oorzaken van grondwaterproblemen; (5) institutionele uitvoering (bijvoorbeeld juridisch pluralisme); en (6) institutioneel herontwerp. Om het conceptueel kader te kunnen uitwerken is een database gemaakt met daarin alle beschikbare Engels-, Spaans-, Frans- en Arabischtalige documenten op het gebied van beheer (dat wil zeggen wetten, beleid en/of programma's) op mondiaal, regionaal, grensoverschrijdend en nationaal niveau. Uit de literatuurstudie en een inhoudsanalyse werden relevante grondwaterbeheer principes geïdentificeerd. Op basis van beschrijvende statistiek en ruimtelijk analyses (middels geografisch informatiesysteem (GIS)) zijn statistische, ruimtelijke en temporale patronen geïdentificeerd in de manier waarop principes in beheerkaders op al deze niveaus werden geïntegreerd. In de casus van Het Stampriet Transboundary Aquifer Systeem, welke gedeeld wordt door Botswana, Namibië en Zuid-Afrika, werden deze patronen en ook juridisch pluralisme nader bekeken. Door te laten zien hoe grondwaterbeheer in de praktijk plaatsvindt, versterkte deze casus ook de institutionele analyse. De beschreven analyse wordt besproken in acht kernhoofdstukken.

In hoofdstuk 3 komen voornamelijk de natuurwetenschappelijke aspecten van grondwaterbeheer naar voren. Het hoofdstuk begint met een bespreking, op alle geografische niveaus, van de oorzaken van grondwaterproblemen. Vervolgens laat het zien dat een analyse van berging-, stroming-, druk- en kwaliteitskenmerken van grondwater inzicht kan geven in hoe de keuze voor ruimtelijke eenheden (dat wil zeggen aquifers, grondwaterlichaam, grondwaterstromingssysteem) het ontwerp van een grondwaterbeheerkader beïnvloedt. Om het begrip van de duurzaamheidsproblemen van grondwater te vergroten, zijn vervolgens voorzienende, culturele, regulerende en ondersteunende ecosysteemdiensten op het gebied van grondwatervoorraden en -stromen bestudeerd. De basis van grondwaterbeheerregimes bestaat momenteel uit voorzienende- en culturele ecosysteemdiensten. Daarnaast zijn regulerende en ondersteunende diensten van grondwater essentieel voor het voortbestaan van veel ecosystemen. Echter, hierover bestaat weinig wetenschappelijk kennis en deze worden ook genegeerd in het debat over beheer. Gezien het doel van dit onderzoek om grondwatervoorraden en -beheer te bestuderen in het kader van duurzame en inclusieve ontwikkeling, is het handhaven of verbeteren van ecosysteemdiensten rondom grondwater essentieel. Om dit te kunnen doen, moeten we oorzaken van verandering en gevolgen voor de fysieke dynamiek van grondwater begrijpen. Grondwaterbeheer zou deze oorzaken op

het juiste niveau moeten kunnen aanpakken of consistent moeten zijn over verschillende niveaus. Echter zijn grondwaterbeheerkaders vaak operationeel op een ander ruimtelijk niveau dan het grondwater zelf, bijvoorbeeld op stroomgebiedsniveau in plaats van op aquifer-niveau. Omdat een gekozen eenheid bepaalt wat de relevante actoren, ecosysteemdiensten en veroorzakers van grondwaterproblemen zijn, zou bij de ontwikkeling van grondwaterbeheerkaders de keuze voor een eenheid, en de voordelen en nadelen daarvan, in overweging genomen moeten worden.

Hoofdstuk 4 richt zich op de oorsprong, status en relaties tussen principes van grondwaterbeheer. Beheerprincipes ('een abstracte regel die van toepassing is op specifieke concrete gevallen'; Alpa 1994: 1) omvatten principes, rechten, regels, maatregelen en procedures. Principes kunnen worden geïmplementeerd door zowel gouvernementele als niet-gouvernementele actoren. Uit een analyse van literatuur, wetten en beleidsdocumenten kwamen 35 principes van grondwaterbeheer naar voren. Aangezien deze principes zijn voortgekomen uit verschillende gebieden van internationale milieu- en waterwetgeving / beleid, variëren ze mogelijk in de mate waarin ze omgaan met grondwater-specifieke problemen en hedendaagse uitdagingen met betrekking tot duurzame en inclusieve ontwikkeling. Gezien de uiteenlopende herkomst van principes en gezien de diversiteit in de mate waarin er overeenstemming over principes bestaat, kunnen er trade-offs gemaakt worden, hetgeen het potentieel voor pluralisme aanduidt. Belangrijke voorbeelden zijn beperkte soevereiniteit tegenover billijk en redelijk gebruik, en water als een economisch goed tegenover het mensenrecht op water en sanitaire voorzieningen. Uit de analyse blijkt ook dat principes verschillen in status en in de mate waarin ze specifiek op grondwater gericht zijn; dat principes van verschillende herkomst kunnen zijn en de distributie van principes gevolgen kan hebben voor het realiseren van duurzame en inclusieve ontwikkeling; En dat er voortdurend debatten zijn over principes die mogelijk met elkaar in strijd zijn of elkaar ondermijnen, zonder duidelijke richtlijnen voor actoren om deze met elkaar te in overeenstemming te brengen.

Hoofdstuk 5 analyseert grondwaterbeheerinstrumenten op mondiaal niveau, waaronder juridisch bindende internationale waterwetgeving, politieke declaraties en wetenschappelijke teksten. Hieruit blijkt dat grondwaterbeheer op mondiaal niveau meestal voortkomt uit milieu- en waterwetgeving. Hierdoor is grondwater in beheerinstrumenten op dit niveau in hoofdzaak gedefinieerd in relatie tot oppervlaktewater, hoewel meer recente instrumenten bewegen richting definiëring van grondwater op 'aquifer schaal'. Er zijn ook verschillen in hoe milieu- en waterwetgeving omgaan met de oorzaken van grondwaterproblemen. Milieurecht richt zich direct op mondiale oorzaken (echter niet zozeer op demografische oorzaken buiten de Duurzame Ontwikkelingsdoelstellingen) maar alleen indirect op grondwater. Water- en grondwater-specifieke wetgeving richten zich expliciet op grondwater (hoewel niet altijd volledig), maar niet of nauwelijks op mondiale mondiale oorzaken van grondwaterproblemen (bijvoorbeeld eerlijke verdeling die in overeenstemming is met sociaal-economische en klimatologische factoren). Een analyse van juridisch pluralisme laat zien dat er maar weinig principes zijn waar overeenkomst over bestaat tussen verschillende relevante wetten. Zo worden grondwater-specifieke principes verwaarloosd, mogelijk doordat dit nieuwe principes zijn. Tussen soevereiniteit en water als een economisch goed bestaan potentiële conflicten. Voorts richten de principes zich niet op de rol van eigendom van water en het neoliberale systeem als oorzaken van watergerelateerde problemen. Er bestaat ook variatie in de legitimiteit van instrumenten.

Duurzame ontwikkeling kan worden belemmerd door een gebrek aan sociaal-economische principes en aan aandacht voor klimaatverandering en demografische factoren. Inclusieve ontwikkeling kan verder belemmerd worden door de impliciete acceptatie van eigendomsrechten op water, economische groei en handel, en te negeren hoe deze de realisatie van sociale beginselen kan beïnvloeden (bijvoorbeeld het mensenrecht op water en sanitaire voorzieningen) en conflicten op het gebied van sociale en politieke problemen kan vergroten (bijvoorbeeld hoe om te gaan met eigendomsrechten en soevereiniteit).

Grondwaterbeheer op mondiaal niveau wordt belemmerd door: (1) gebrek aan overeenstemming over definities van grondwater; (2) het bestaan van factoren die niet geadresseerd worden door bestaande principes; (3) inconsistentie in het opnemen van principes met betrekking tot het verwaarlozen van grondwaterspecifieke problemen; (4) gebrek aan aandacht voor economische en neoliberale context en tegenstellingen met betrekking tot sociale en politieke principes; En (5) het ontbreken van een uitvoeringsorgaan dat staten kan ondersteunen bij grondwaterbeheer en kan begeleiden bij het implementeren van potentieel tegenstrijdige principes.

Hoofdstuk 6 gaat over grondwaterbeheerkaders op het regionale en grensoverschrijdende niveau. Slecht 20 van de 592 grensoverschrijdende aquifers ter wereld en drie van de talrijke geografische subregio's kennen beheerkaders op het gebied van grondwater. Grondwaterbeheer op transnationaal niveau ontstond door het integreren van grondwater in grensoverschrijdende verdragen rondom stroomgebiedbeheer. Meer recentelijk heeft grondwater zijn intrede gedaan in water- en milieuovereenkomsten. Op dit niveau is grondwaterbeheer meestal niet geïntegreerd in een enkel instrument, maar is er eerder sprake van een agglomeratie van meerdere instrumenten die deel uitmaken van het beheer van milieu- en waterbronnen. Echter, door betrokkenheid van internationale organisaties zien we recentelijk een stijging van grondwaterspecifieke bepalingen.

De meeste regionale en grensoverschrijdende kaders zijn niet gericht op grondwater maar focussen op specifieke hulpbronnen of problemen, met, in de marges, inbegrip van grondwater. Hoewel in recent aangenomen grensoverschrijdende aquiferovereenkomsten grondwaterspecifieke principes naar de voorgrond geduwd worden, blijft de nadruk op politieke principes liggen. Milieu- en economische principes zijn ook gebruikelijk, terwijl sociale principes het minst gebruikt worden. Verder zijn de meeste instrumenten op dit niveau gericht op managementovereenkomsten in tegenstelling tot bredere beheer- en bestuursproblemen. In het algemeen kennen de instrumenten geen hoge principiële inhoud.

Grondwaterbeheer op regionaal grensoverschrijdend niveau is voornamelijk gericht op factoren die verband houden met milieudegradatie of met de politieke dynamiek tussen staten. Ondanks demografische verschuivingen en de toenemende invloed van regionale economische organisaties, is er niet zo veel aandacht voor sociale of economische rollen. Wederom is er weinig aandacht voor klimaatverandering of andere natuurlijke factoren. Wat betreft juridisch pluralisme, zijn de meeste regionale grensoverschrijdende kaders samengesteld uit een complex netwerk van grondwater-gerelateerde wetten, beleidsmaatregelen, projecten en/of initiatieven van het maatschappelijk middenveld, die variëren voor wat betreft codificatie, legitimiteit en legaliteit. Hierdoor variëren de reikwijdtes van instrumenten sterk, omdat veel verschillende soorten hulpbronnen (indirect) verband houden met grondwater. Niettemin heeft de meerderheid van de grensoverschrijdende aquifers en regio's, met name die met stroomgebied comités, ten minste één instrument met een vaststaand proces van uitvoering. Echter, variëren de werkzaamheid en het niveau van activiteit op het gebied van grondwater.

De belangrijkste regionale factoren zoals politieke relaties en asymmetrische toegang tot grondwatervoorraden worden vanuit het perspectief van politieke betrekkingen geadresseerd, in tegenstelling tot dat van duurzaamheid en sociale rechtvaardigheid. Dit betreft ook het delen van gegevens en informatie. Niettemin kan het ontbreken van grondwaterbeheerkaders in het algemeen en het verwaarlozen van sociale en economische problemen in bestaande raamwerken, de allocatie van grondwater negatief beïnvloeden en mogelijk tot conflict leiden. Verder kan de complexiteit van het aantal instrumenten in deze raamwerken de effectiviteit van het institutionele kader verminderen, wat kan leiden tot onverschilligheid of stagnatie. Zoals is gebleken uit meerdere besproken aquifer-casussen, kan een gebrek aan data over grondwater dit probleem verergeren. Concluderend, er zijn duidelijke uitdagingen voor het grondwaterbeheer en duurzame en inclusieve ontwikkeling.

In hoofdstuk 7 worden 130 nationale grondwaterbeheerkaders geanalyseerd. De ontwikkeling van nationaal (grond)waterbestuur begon in verschillende klassieke samenlevingen die water gedragscodes ontwikkelden. Echter, de meeste moderne codificatie vond plaats in de afgelopen 200 jaar, en een groot deel van de waterwetgeving die grondwater bevat, is na 1992 ontwikkeld.

Alhoewel er grote variatie bestaat tussen landen voor wat betreft het evenwicht tussen principes op verschillende dimensies van duurzame en inclusieve ontwikkeling, zijn patronen op nationaal niveau veel duidelijker dan op andere niveaus. De meeste landen richten zich op milieuprincipes, maar slechts enkele nemen ook grondwaterspecifieke problemen op. Er is opmerkelijk meer aandacht voor politieke en sociale problemen. Economische principes richten zich op kostendekking van diensten. Niettemin blijken er ook spanningen tussen het mensenrecht op water en sanitatie, de prioritisering van menselijk gebruik van water en water als economisch goed (met inbegrip van kostendekking). Waterbezit is echter nauwelijks een onderwerp in waterbeheer-principes.

Juridisch pluralisme neemt op dit niveau een iets andere vorm in. Grondwater wordt geregeld onder bijna tien verschillende soorten wetten, zelfs in grondwetten. Met aan de ene kant talrijke landen die grondwater nog steeds scheiden van oppervlaktewater en andere kant landen die het invoegen in milieu en omgeving, variëren de reikwijdtes. Als gevolg daarvan is het niet altijd duidelijk of en hoe grenzen van grondwatervoorraden anders zijn dan die van stroomgebieden en wat dat voor grondwaterbeheer betekent. Onder meer dan de helft van de wetten is (grond)water eigendom van de staat. In de overige gevallen bestaat echter weinig duidelijkheid over de relatie tussen rechten, allocatie en landbezit. Verder zijn de meeste wetten ontworpen om door een ministerie van water- en / of natuurlijke hulpbronnen te worden uitgevoerd. Echter, maar weinig wetten herkennen de systemische aard van (grond)waterbronnen en de veelvoudige toepassingen ervan. Hierdoor hebben nauw-verbante aandachtsgebieden, zoals landbouw, bosbouw, landgebruik en planning, geen duidelijke mandaten om activiteiten te coördineren.

Over het algemeen wordt binnen deze nationale kaders de bijdrage die activiteiten op nationaal niveau leveren aan factoren op mondiaal niveau niet aangepakt. Problemen met landgebruik en landbeheer worden genegeerd. In grondwaterwetten worden eigendom van grondwater en toegang tot grondwatermiddels grondrechten niet altijd goed geregeld. Er worden geen verbindingen gemaakt met verstedelijking en intensivering van landbouw. Ook al worden de gevolgen van bevolkingsgroei en migratie als marginaal verondersteld, ze kunnen lokale gevolgen hebben, maar in verband hiermee worden geen expliciet koppelingen met landgebruik en planning gemaakt.

Over het geheel genomen moeten nationale wetten nog steeds versterkt worden om consistent te zijn met duurzame en inclusieve ontwikkeling. De meeste landen nemen niet alle relevante principes in wetgeving op, met name geen grondwater-specifieke. Ook zijn de principes niet duidelijk gekoppeld aan factoren, zelfs niet als ze goed verankerd zijn in wetgeving (zoals sociale en economische principes). Dat er verschillende soorten wetten bestaan, zelfs binnen een land, is niet per se problematisch. Echter, de extra inzet die nodig is voor implementatie, handhaving en coördinatie kan wel verhinderend werken, en zonder behoorlijke articulatie van eigendom en rechten, wordt duurzaam grondwaterbeheer van meet af aan ondermijnd.

Hoofdstuk 8 stelt het grondwaterbeheerkader van de grensoverschrijdende Stampriet- aquifer centraal. Het koloniale tijdperk en bijbehorende systeem van land- en waterrechten hebben de ontwikkeling van grondwaterbeheer hier sterk beïnvloed. Na de afschaffing van Apartheid hebben Zuid-Afrika en Namibië zeer progressieve waterwetten ontwikkeld. Hoewel beleid zich verder ontwikkelt om bij te blijven bij innovaties in het veld, zijn de wetten van Botswana echter ruim 50 jaar oud. Omdat de wetten relatief nieuw zijn, zijn een aantal recent opgekomen principes van grondwaterbeheer zoals geïntegreerd waterbeheer (IWRM, waar grondwater deel van uitmaakt), mensenrechten op het gebied van water en

sanitatie, enzovoorts hierin opgenomen. Ze omvatten ook alle grondwatervoorraden, hoewel mijnbouw in Botswana, ertoe kan leiden dat beneden bepaalde dieptes gemijnd zal worden.

Echter, in deze wetten en beleid worden de belangrijkste factoren voor de regio niet rechtstreeks aangepakt. Gegeven het klimaat en de hydrogeologie van de Stampriet zijn bepaalde soorten principes nodig of zou aan bepaalde principes aandacht moeten worden besteed (bijvoorbeeld bescherming van aanvulling en afvoer van het grondwater, uitheemse soorten, ruimtelijke ordening, vergunningverlening).

Omdat de afbakening van de aquifer recentelijk gemaakt is, zijn bestuursinstrumenten niet precies passend. De aquifer valt onder de Oranje-Senqu Rivier Basin Organisatie, maar omdat er nagenoeg geen oppervlaktewater in het Stampriet gebied is en weinig technische capaciteit op het terrein van grondwater, is er weinig gaande op het gebied van de toestand van de aquifer. Tevens leidt decentralisatie van deelgebieden rondom water ook tot pluralisme. De principes die in het Stampriet beheerkader zijn opgenomen, zijn relatief evenwichtig. Echter hebben gebreken in principes om oorzaken aan te pakken negatieve gevolgen voor duurzame en inclusieve ontwikkeling. Ook kunnen gaten in de ontwikkeling van de Botswanaanse wet een belemmering zijn als zij verdere wateronttrekking nastreven. Hoe onevenwichtigheden in machtsverhoudingen institutionele ontwikkeling kan beïnvloeden is niet duidelijk.

Door de recente ontwikkeling van de wetten in Zuid-Afrika en Namibië, en de uitwerking van daaraan gerelateerd beleid, komt het Stamprietbeheerskader als sterk over. Er is echter sprake van scheidslijnen tussen principes, oorzaken en hydrogeologische realiteiten; van disaggregatie van deelgebieden; en van verschillen in de mate waarin bepaalde mondiaal gedragen uitgangspunten zichtbaar zijn of deel uit maken van instrumenten op andere niveaus van bestuur en beheer. Als gevolg hiervan is het realiseren van duurzame en inclusieve ontwikkeling een uitdaging.

Hoofdstuk 9 bespreekt de evolutie en status van grondwaterbeheer op verschillende geografische schaalniveaus, verbindt oorzaken met instrumenten op verschillende niveaus, en presenteert de implicaties hiervan voor de mogelijkheid om duurzame en inclusieve ontwikkeling te realiseren. Uit deze geïntegreerde analyse blijken vier fasen in de ontwikkeling van grondwaterbeheer geduid te kunnen worden: de eerste fase (vóór 1960) is vooral gericht op het vergroten van individuele en kleinschalige onttrekking van grondwater, het geen resulteerde in een 'onttrekkingswedloop'; De tweede fase (1960 - 1992), gekenmerkt door grootschalige grondwateronttrekkingen en eerste pogingen om uitputting van bronnen tegen te gaan; De derde fase (1993-2003) waarin grondwater begon te worden opgenomen in mondiale en grensoverschrijdende waterbeheerkaders op het gebied van oppervlaktewater; En de vierde fase, waarin langzaam het besef groeit dat specifieke en geïntegreerde aandacht nodig is voor instituties op het gebied van grondwaterbeheer. De fasen houden verband met verschuivingen in mondiale en grensoverschrijdende debatten. Er is nu een verschuiving richting duurzame ontwikkeling.

Er bestaat grote variatie in typen grondwatervoorraden die onderdeel zijn van beheer maar er is een verschuiving zichtbaar naar lagere geografische schaalniveaus en richting het niveau van stroomgebieden en aquifers. Een belangrijke uitzondering is de Europese Unie waar beheer plaats vindt op het niveau van grondwaterlichamen. Er bestaat echter nog steeds variatie in de mate waarin hydrogeologie van invloed is op de reikwijdte van de instrumenten. De meeste principes van grondwaterbeheer zijn opgenomen in meer dan 50% van de grondwaterbeheersinstrumenten. Duidelijk is dat politieke en sociale principes en grondwater-specifieke milieuprincipes het minst gebruikt worden. Dit wijst op een algemeen gebrek aan consensus rondom principes.

Er zijn duidelijke mismatches tussen oorzaken/factoren en schaalniveaus, waardoor kernprincipes de neiging hebben al stevige aspecten nog verder te versterken in plaats van opkomende problemen aan te

gaan. Ook intersectionaliteit is een uitdaging; expliciete koppelingen tussen oorzaken worden zelden gemaakt (bijvoorbeeld tussen klimaat, handel, ruimtelijke ordening inclusief landbouw, en stedelijke gebieden).

Het huidige stelsel voor grondwaterbeheer heeft een aantal duidelijke intersectionele verbindingen met duurzame en inclusieve ontwikkeling: (1) met betrekking tot het waarderen van ecosysteemservices en de (hernieuwde) focus op de natuurlijke dynamiek van een systeem in plaats van menselijke grenzen; (2) door het opnemen (zij het in verschillende mate) van kernbeginselen van duurzame ontwikkeling; En (3) door de basis te leggen voor coöperatieve relaties met betrekking tot grondwater tussen overheden en stakeholders. Het stelsel laat echter ook een aantal ontbrekende schakels zien met duurzame en inclusieve ontwikkeling: (1) gebrek aan consensus over hoe hydrogeologie in de reikwijdte van instrumenten moet worden opgenomen; (2) het niet gebruiken van grondwaterspecifieke, sociale en economische principes of het niet aanpakken van kernoorzaken; (3) niet adresseren van problemen met grondwaterbezit en met relaties tussen grondwater- en landgebruik en andere niet-oppervlakte toepassingen. Hieruit volgt dat er nog steeds aanzienlijke inspanningen nodig zijn om grondwaterbeheer en bestuur ondersteunend aan duurzame en inclusieve ontwikkeling te maken.

Hoofdstuk 10 presenteert een aantal overwegingen voor een herdefinitie van het normatieve stelsel waarop grondwaterbeheer gestoeld is. Ten eerste kan een normatief kader voor grondwaterbeheer het best bijdragen aan duurzame en inclusieve ontwikkeling, wanneer het een solide basis kent. Een dergelijk fundament vereist een analyse van de structuur van instituties; het aanpakken van grondwaterproblemen op een passend schaalniveau; ervoor zorgen dat de reikwijdte past bij de hydrogeologische aard van de voorraad (dat wil zeggen stroming, berging, druk en kwaliteit); en het maken van operationele verbindingen met andere gerelateerde instrumenten. Tegen de achtergrond van het gebrek aan data (waardoor het bijvoorbeeld onmogelijk is instrumenten precies passend te maken aan fysieke eigenschappen van grondwatervoorraden), moet grondwater beheerd worden met een uitgangspunt van onzekerheid en inter/intragenerationele billijkheid. Ook is het nodig om de kwestie grondwaterbezit en de impact die diverse eigendomsregimes op duurzaamheid hebben, duidelijk aan te pakken. Ten tweede moeten de veranderingsmechanismen van grondwaterbeheer rechtstreeks onder handen genomen worden door een selectie van bestaande principes te maken en waar nodig, nieuwe te ontwikkelen. Ten derde kunnen meerlaags bestuur en beheer en wettelijk pluralisme zinvol zijn om coherentie in de opname van principes in beheerkaders op verschillende geografische schaalniveaus te vergroten, en tegelijkertijd de noodzakelijke flexibiliteit om context-specifiek te zijn te behouden. Ten vierde is het om snel de aandacht voor effectief beheer van grondwater te versterken, belangrijk dat er een verbinding wordt gemaakt met beheersregimes voor andere, gerelateerde natuurlijke hulpbronnen (bijvoorbeeld land- en klimaatbeheer). En in de vijfde plaats om de prestaties van grondwaterbeheerinstellingen te verbeteren, de aandacht in grondwaterbeheer worden verlegd naar duurzame en inclusieve ontwikkeling, met inbegrip van het SDG-proces (post-2105 ontwikkelingsagenda).

Dit onderzoek gaf een grootbeeldanalyse van de toestand van grondwaterbeheer. Op systematische wijze is hydrogeologische kennis ingevoegd in hedendaags begrip van grondwaterbeheer en –bestuur. Het bouwt voort op bestaand onderzoek naar specifieke grondwaterbeheerkaders door patronen in deze stelsels te identificeren en belangrijke gebieden van incoherentie en tegenstrijdigheden binnen en tussen geografische niveaus te benadrukken. Het bracht deze bestaande onderzoeken verder door gebruik te maken van een combinatie van kwantitatieve en kwalitatieve methoden, en door duurzame en inclusieve ontwikkeling als de leidende norm te gebruiken om conclusies te trekken over de wijze waarop bestaande grondwaterbeheerkaders verbeterd kunnen worden. Terwijl een dergelijke grootbeeldanalyse geneigd is om de details en nuance van specifieke gevallen van grondwaterbeheer over het hoofd te zien, heeft de casus van het Stampriet Transboundary Aquifer System mij in staat gesteld om sommige

van deze elementen wel in beeld te brengen. Toekomstig onderzoek kan methodologische versterkt worden door samenwerking van meerdere onderzoekers om resultaten van de inhoudsanalyse te valideren; Het gebruik van officiële vertalingen van juridische documenten; En het betrekken van lokale deskundigen om aspecten van de geanalyseerde beheerkaders te verhelderen.

De analyse en conclusies leidden tot de identificatie van enkele belangrijke gebieden van verder onderzoek, waaronder: Het verbinden van grondwaterbeheer aan mondiale benaderingen voor land-, biodiversiteit en klimaatbeheer; Een analyse van de rol van onzekerheden in grondwaterbeheer; Systematische selectie en analyse van geografisch specifieke casussen die met elkaar verbonden generaliseerbare bevindingen kunnen opleveren; Het completeren en contextualiseren van juridische analyse van en juridisch veldwerk naar grondwaterbeheer; Het toepassen van juridisch pluralisme en analyse op grondwaterbeheer; Een verkenning naar de rol van de politiek van grondwaterwetenschap in ons hedendaags begrip van grondwaterbeheer; Bepalen hoe in dagelijkse grondwaterbeheerkaders *de facto* mondialisering en economische markten kunnen worden tegengegaan, waaronder in de waardering van ecosystemen diensten; Een kritische analyse van de rol van grondwaterrechten en -eigendom in (grond)water- en landbeheerkaders, met name in het kader van landroof.