

IWRM-Verbundprojekt CuveWaters: Integriertes Wasserresourcen-Management im zentralen Norden Namibias (Cuvelai-Basin) und in der SADC-Region.

Phase III: Transfer eines Multi-Ressourcen-Mix, Teilprojekt 1

Schlussbericht

AutorInnen:

PD Dr. Thomas Kluge (Projektleitung)
Dr. Stefan Liehr (stellv. Projektleitung am ISOE)
Dr. Jenny Bischofberger (Projektkoordination, ab Mai/Juni 2015)
Dr. Jutta Deffner
Dr. Jörg Felmeden
Dr. Johanna Kramm
Alexia Krug von Nidda (Projektkoordination, bis 14.06.2015)
Dr. Oliver Schulz
Vanessa Stibitz
Dr. Laura Woltersdorf
Dr. Martin Zimmermann

Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE), Projektleitung
Hamburger Allee 45
60486 Frankfurt am Main

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den AutorInnen.

Projektlaufzeit: 01.10.2013-31.12.2015

Förderkennzeichen (FKZ): 033W014A

30. Juni 2016

Schlussbericht

Zuwendungsempfänger: Institut für sozial-
ökologische Forschung (ISOE)

Förderkennzeichen: 033W014A

Vorhabenbezeichnung: IWRM-Verbundprojekt CuveWaters: Integriertes Wasserressourcen-
Management im zentralen Norden Namibias (Cuvelai-Basin) und in der SADC-Region. Phase
III: Transfer eines Multi-Ressourcen-Mix, Teilprojekt 1

Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2013-31.12.2015

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht
3. Titel IWRM-Verbundprojekt CuveWaters: Integriertes Wasserressourcen-Management im zentralen Norden Namibias (Cuvelai-Basin) und in der SADC-Region. Phase III: Transfer eines Multi-Ressourcen-Mix, Teilprojekt 1	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Kluge, Thomas (Projektleitung) Liehr, Stefan / Bischofberger, Jenny / Deffner, Jutta / Felmeden, Jörg / Kramm, Johanna / Krug von Nidda, Alexia / Schulz, Oliver / Stibitz, Vanessa / Woltersdorf, Laura / Zimmermann, Martin	5. Abschlussdatum des Vorhabens 31.12.2015
	6. Veröffentlichungsdatum
	7. Form der Publikation
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE) GmbH Hamburger Allee 45 D-60486 Frankfurt am Main	9. Ber. Nr. Durchführende Institution
	10. Förderkennzeichen 033W014A
	11. Seitenzahl 298
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	13. Literaturangaben 70
	14. Tabellen 3
	15. Abbildungen 17
16. Zusätzliche Angaben Folgebericht zu den Schlussberichten CuveWaters: Integriertes Wasserressourcen-Management im zentralen Norden Namibias (Cuvelai-Delta), Phase II, Förderkennzeichen 033L001A und 033L001L sowie zu den Schlussberichten der Förderkennzeichen 0330766A (Phase I) und IWM 04/29 (Sondierungsphase)	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) Projektträger Jülich Forschungszentrum Jülich (PtJ), Berlin, 30.06.2016	
18. Kurzfassung Zielsetzung des Projektes CuveWaters war die Entwicklung und Umsetzung eines Integrierten Wasserressourcenmanagements im zentralen Norden Namibias basierend auf einem Multi-Ressourcen-Mix in dem verschiedene Technologien der Wasserver- und Entsorgung pilothaft umgesetzt wurden. Zentrales Ziel der Phase III von CuveWaters war die Übernahme der Anlagen durch relevante namibische Partner sowie deren Befähigung zum eigenverantwortlichen und langfristigen Betrieb. Die Verbreitung der Technologien und der damit verbundenen Lösungsansätze richtete sich über die Projektregion hinaus auf ganz Namibia und angrenzende Staaten der SADC-Region. Ziel der Arbeiten des ISOE in der Phase III von CuveWaters war es, die Erreichung der Zielstellung des Gesamtprojekts durch die Fortführung des bewährten transdisziplinären und integrativen Projektcharakters zu gewährleisten. Am ISOE lag die Projektleitung und Koordination sowie die Hauptverantwortung für Schulungen, Übergabe und Diffusion in den technologiespezifischen Teilprojekten und für Aktivitäten, die das Gesamtprojekt betreffen. Die Arbeiten des ISOEs zielten dabei auf die Etablierung der Ergebnisse auf allen Handlungsebenen, um den Akteuren in der Region einen dauerhaften Mehrwert zu bringen, für Technologieanbieter und Dienstleister neue Marktchancen zu eröffnen und die wissenschaftlichen Grundlagen für ein angepasstes IWRM zu stärken und zu verbreiten. Zusätzlich wurden durch das ISOE für alle Technologielinien Daten und neues Wissen zu sozialwissenschaftlichen und transdisziplinären Aspekten generiert (Monitoring und Integrationsmethoden); diese wurden integriert evaluiert und für die verschiedenen Formen des Wissenstransfers aufbereitet. Beim Capacity Development war das ISOE vor allem für die Verstärkung der Kompetenzen zu Bewässerungswirtschaft, gemeinschaftliches Management, Hygiene und Instrumentenentwicklung zuständig. Die Wissenskommunikation mit zielgruppenangepassten Formaten war wichtiger Bestandteil der Arbeit des Instituts, um Öffentlichkeit, Entscheider und Fachexperten gleichermaßen zu erreichen. Das Institut übernahm zusätzlich Teilaufgaben im Bereich Ökonomie mit Unterstützung von Unterauftragsnehmern und fachlicher Absicherung durch die Projektpartner. Damit standen die Ziele und Arbeiten des ISOE komplementär zu den ingenieurwissenschaftlichen Zielen und Arbeiten der Projektpartner TU Darmstadt und Bilfinger Water Technology.	
19. Schlagwörter IWRM, Regen- und Flutwassersammlung, Grundwasserentsalzung, Sanitärsysteme, Wasserwiederverwendung, innovativ, nachhaltig	
20. Verlag	21. Preis

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN	2. type of document (e.g. report, publication) Final Report
3. title IWRM project CuveWaters: Integrated Water Resources Management in Northern Namibia (Cuvelai-Basin) and the SADC region Phase III: Transfer of the multi-resources-mix, Subproject 1	
4. author(s) (family name, first name(s)) Kluge, Thomas (Projektleitung) Liehr, Stefan / Bischofberger, Jenny / Deffner, Jutta / Felmeden, Jörg / Kramm, Johanna / Krug von Nidda, Alexia / Schulz, Oliver / Stibitz, Vanessa / Woltersdorf, Laura / Zimmermann, Martin	5. end of project 31.12.2015
	6. publication date
	7. form of publication
8. performing organization(s) (name, address) Institute for Social-Ecological Research (ISOE) GmbH Hamburger Allee 45 D-60486 Frankfurt am Main	9. originator's report no.
	10. reference no. 033W014A
	11. no. of pages 298
12. sponsoring agency (name, address) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) Alexanderstraße 3 10178 Berlin	13. no. of references 70
	14. no. of tables 3
	15. no. of figures 17
16. supplementary notes Subsequent report to the final reports CuveWaters: Integrated Water Resource Management in Northern Namibia (Cuvelai-Basin), Phase II, reference number 033L001A and 033L001L as well as to the final reports of reference numbers 0330766A (Phase I) und IWM 04/29 (Preliminary Phase)	
17. presented at (title, place, date) Projektträger Jülich Forschungszentrum Jülich (PtJ), Berlin, 30.06.2016	
18. abstract The objective of the CuveWaters project was the development and implementation of an integrated water resource management in Northern Namibia. The approach was based on a multi-resource mix with different technologies of water supply and waste water treatment. The main objective during phase III was the transfer of the plants to the responsible Namibian partner institutions and the training towards a self-dependent and sustainable operation. The dissemination of the developed technologies and approaches was focusing on the whole nation of Namibia and the neighbouring countries within the SADC region. During phase III of CuveWaters, the objective of the work done by ISOE was to guarantee the achievement of the goals that were set for the project as a whole by continuing the proven transdisciplinary and integrative nature of the project. ISOE had the project lead and was responsible for the general coordination. It carried the main responsibility for training courses as well as for hand-over and diffusion within technology-specific subprojects and for all activities concerning the project as a whole. The work done by ISOE aimed to establish the results at all levels of activity, in order to offer lasting benefits to the actors in the region, to open up new market opportunities for technology and service providers and to strengthen and spread the scientific bases for an adapted IWRM. Additionally, ISOE generated data and new knowledge on social scientific and transdisciplinary aspects (monitoring and methods of integration) for all technology options. Concerning capacity development ISOE was mainly in charge of perpetuating competences in irrigation, joint management, hygiene, and instrument development. Knowledge transfer with the help of target-group adapted formats was an important part of ISOE's work which aimed to reach the general public as well as decision makers and technical experts. The institute additionally took over subtasks in the area of economy, supported by subcontractors and the professional assistance of the project partners. Thus ISOE's aims and activities were complementing the goals set forth in the area of engineering science and the work done by the project partners TU Darmstadt and Bilfinger Water Technologies.	
19. keywords IWRM, rainwater harvesting, floodwater harvesting, groundwater desalination, sanitation, water reuse, innovative, sustainable	
20. publisher	21. price

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	1
Abbildungsverzeichnis.....	3
Tabellenverzeichnis.....	4
Abkürzungsverzeichnis.....	5
I Kurze Darstellung.....	8
I.1 Aufgabenstellung.....	8
I.2 Voraussetzungen.....	10
I.2.1 Thematische Voraussetzungen.....	10
I.2.2 Regional-geographische Voraussetzungen.....	11
I.2.3 Voraussetzungen der Organisation und Vernetzung.....	13
I.2.4 Politische Voraussetzung.....	14
I.3 Planung und Ablauf des Vorhabens.....	14
I.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand.....	17
I.4.1 Regenwassersammlung.....	18
I.4.2 Flutwassersammlung.....	20
I.4.3 Grundwasserentsalzung.....	21
I.4.4 Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung.....	22
I.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	25
II Eingehende Darstellung.....	28
II.1 Verwendung der Zuwendungen und erzielte Ergebnisse im Einzelnen, mit Gegenüberstellung vorgegebener Ziele.....	28
II.1.1 TP1 Regen- und Flutwassersammlung.....	28
II.1.1.1 AP1-1 Sicherung.....	28
II.1.1.2 AP1-2 Schulungen.....	30
II.1.1.3 AP1-3 Übergabe.....	32
II.1.1.4 AP1-4 Diffusion.....	34
II.1.2 TP2 Entsalzung.....	36
II.1.2.1 AP2-1 Sicherung.....	36
II.1.2.2 AP2-2 Schulung.....	39
II.1.2.3 AP2-3 Übergabe.....	40
II.1.2.4 AP2-4 Diffusion.....	42
II.1.3 TP3 Sanitation.....	43
II.1.3.1 AP3-1 Sicherung.....	43
II.1.3.2 AP3-2 Schulungen.....	47
II.1.3.3 AP3-3 Übergabe.....	49
II.1.3.4 AP3-4 Diffusion.....	50

II.1.4	TP4 Transferförderung, Integration, Koordination.....	52
II.1.4.1	AP4-1 Akademische Ausbildung.....	52
II.1.4.2	AP4-2 Wissenstransfer	53
II.1.4.3	AP4-3 Leitung, Koordination und Integration.....	60
II.2	Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises – VERTRAULICH.....	63
II.3	Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit	66
II.4	Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere der Verwertbarkeit der Ergebnisse im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans	66
II.5	Fortschritte auf dem Arbeitsgebiet des Vorhabens bei anderen Stellen.....	67
II.6	Veröffentlichungen	69
II.6.1	Publikationen – peer-reviewed	69
II.6.2	Publikationen – nicht peer-reviewed	70
II.6.3	Vorträge	73
II.6.4	Poster	77
II.6.5	Qualifikationsarbeiten.....	78
III	Erfolgskontrollbericht.....	81
III.1	Beitrag des Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen	81
III.1.1	Situationsverbesserung in der Modellregion	81
III.1.2	Erleichterung im Zugang zu neuen Märkten	83
III.1.3	Unterstützung der Zusammenarbeit im Wasserfach und der Kooperation von Wissenschaft und Wirtschaft	84
III.2	Wissenschaftlich-technische Ergebnisse des Vorhabens, erreichte Nebenergebnisse und gesammelte Erfahrungen	85
III.3	Fortschreibung des Verwertungsplans.....	93
III.4	Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben – VERTRAULICH.....	100
III.5	Präsentationsmöglichkeit für Nutzer.....	102
III.6	Einhaltung der Ausgaben- und Zeitplanung – VERTRAULICH	104
III.6.1	Übersicht zur Einhaltung der Ausgabenplanung	104
III.6.2	Übersicht zur Einhaltung der Arbeits- und Meilensteinplanung	105
	Literatur.....	109
	Anhang – VERTRAULICH.....	114

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Phasen des Projekts CuveWaters	8
Abb. 2: Der Ansatz des Multi-Ressourcen-Mix (MRM) von CuveWaters	9
Abb. 3: Die Projektregion, das Cuvelai-Etosa Basin, im zentralen Nordnamibia, hier dargestellt mit der Bevölkerungsdichte, dem Netzwerk der Wasserversorgung von NamWater und den Pilotstandorten der Technologien des Multi-Ressourcen-Mix.	11
Abb. 4: Das Fernleitungssystem mit Pipeline unmittelbar nach der Entnahme am Calueque-Damm (links) und der offene Kanal (rechts) in der Zuleitung zur nachfolgenden Aufbereitung und Verteilung.	13
Abb. 5: CuveWaters und die Phasen I, II und III sowie das Sondierungsvorhaben (vorgelagert als Phase 0) im transdisziplinären Forschungsansatz nach Jahn et al. (2012, angepasst)	15
Abb. 6: Projektstruktur mit Teilprojekten (TP) und Arbeitspaketen (AP) in Phase III	16
Abb. 7: Darstellung des <i>Demand-Responsive Approach</i> mit seinen Verfahrensschritten	17
Abb. 8: Regenwassersammelanlage mit Polyethylen-Tank bei einem Haushalt in Epyeshona.....	19
Abb. 9: Schematische Darstellung der drei technischen Verfahren zur Entsalzung: reverse osmosis von pro aqua (links), multi-effect humidification von Terrawater (mitte), multi-stage desalination von SIJ/IBEU (rechts)	21
Abb. 10: Schaubild zum Konzept der Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung (Layout: tvf.film+vfx, 2013, modifiziert).....	23
Abb. 11: Das Konzept zum Betrieb der Entsalzungsanlagen	37
Abb. 12: Die fünf Dimensionen und darunter liegenden Kriterien zur Bewertung der Nachhaltigkeit der Grundwasserentsalzung im Vergleich zu alternativen Versorgungsoptionen.....	38
Abb. 13: Bewertung der Grundwasserentsalzung im Projekt CuveWaters. Aus dem relativen Vergleich mit der Bewertung alternativer Versorgungsoptionen ergibt sich die Endbewertung (Liehr/Papangelou in preparation).	39
Abb. 14: Anzahl der geladenen bzw. abgespielten Filme von CuveWaters auf der Plattform Vimeo (* für 2016 erfolgte eine Hochrechnung anhand der Zugriffe des 1. Quartals).....	58
Abb. 15: <i>Kick-off-Workshop</i> am 25.10.2013	61
Abb. 16: <i>Mid-Term-Workshop</i> am 23.10.2014.....	61
Abb. 17: <i>Farewell Event</i> am 25.11.2015	62

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Replikationen von RWH während der Projektlaufzeit	94
Tabelle 2: Übersicht zur Einhaltung der Ausgabenplanung nach Kostenpositionen.....	104
Tabelle 3: Übersicht zu den in der Vorhabenbeschreibung genannten Meilensteinen der einzelnen Arbeitspakete. Es sind die Meilensteine genannt, die in den Aufgabenbereich des ISOE fallen (grün = planmäßige Fertigstellung, gelb = spätere Fertigstellung, rot = Meilenstein gestrichen).....	105

Abkürzungsverzeichnis

AG	Arbeitsgruppe
AEO	Agricultural Extension Officer (beim MAWF/DAPEES)
AHP	Analytical Hierarchy Process
AIM	Assistance for Implementation
AP	Arbeitspaket
AT	Arbeitstag
ASE	Aqua Services & Engineering
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BiK-F	Biodiversität und Klima Forschungszentrum
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMC	Basin Management Committee
BMZ	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
BWIS	Basin Water Information System
BWT	Bilfinger Water Technologies (früher: Roediger Vacuum)
CDC	City Development Center
CEB	Cuvelai-Etosha Basin
CEO	Chief Executive Officer
CHC	Community Health Club
CIM	Centrum für internationale Migration und Entwicklung
DAPEES	Directorate of Agricultural Production, Extension and Engineering Services (bis Okt. 2014: DEES)
DAPP	Development Aid from People to People
DEES	Directorate of Extension and Engineering Services (seit Okt. 2014: DAPEES)
DfID	Department for International Development
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DRFN	Desert Research Foundation of Namibia
DWSSC	Directorate of Water Supply and Sanitation Coordination
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
EIS	Environmental Information Service Namibia
EU	European Union
F&E	Forschung und Entwicklung
FWH	flood water harvesting (bis Projektphase II: SWS)
FIDES	Financial Systems Development Services
GIS	Geo-Informationssystem
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
IGSTC	Indo-German Science and Technology Centre

IK	Implementierungskonzept
ISOE	Institut für sozial-ökologische Forschung
IWA	International Water Association
IWaSP	International Water Stewardship Programm
IWAR	Institut für Wasserversorgung und Grundwasserschutz, Abwassertechnik, Abfalltechnik, Industrielle Stoffkreisläufe, Raum- und Infrastrukturplanung
IWIP-CEB	Interactive Water Information and Planning Tool for the Cuvelai-Etosha Basin
IWRM	Integrated Water Resources Management
LAC	Legal Assistance Centre
MAWF	Ministry of Agriculture, Water and Forestry (bis Jan. 2005: MAWRD)
MAWRD	Ministry of Agriculture, Water and Rural Development (seit Jan. 2005: MAWF)
MDG	Millennium Development Goals
MoHSS	Ministry of Health and Social Services
MRLGHRD	Ministry of Regional and Local Government, Housing and Rural Development
MRM	Multi-Ressourcen-Mix
MURD	Ministry for Urban and Rural Development
NDT	Namibia Development Trust
NamWater	Namibia Water Corporation
NAO	Namibian Organic Association
NGO	Non-Governmental Organisation
NPC	National Planning Commission
NQA	Namibia Qualifications Authority
NQF	National Qualification Frameworks
NUST	Namibia University of Science and Technology (bis Nov. 2015: Polytechnic of Namibia, PoN)
O&M	Operation and Maintenance
ODI	Overseas Development Institute, London, UK
OTC	Outapi Town Council
OWC	One World Consultants, Kenya
PJTC	Permanent Joint Technical Commission
PLA	Participatory Learning and Action
PoN	Polytechnic of Namibia (seit Nov. 2015: Namibia University of Science and Technology, NUST)
PtJ	Projektträger Jülich
PTKA	Projektträger Karlsruhe
RBC	rotating biological contactor
RC	Regional Council
RDC	Regional Development Centre

RFWH	rain- and floodwater harvesting (zusammenfassender Name für RWH- und FWH-Ansätze)
RWH	rainwater harvesting
SADC	Southern African Development Community
SASSCAL	Southern African Science Service Centre for Climate Change and Adaptive Land Management
SDG	Sustainable Development Goals
SIJ	Solar Institut Jülich
SWS	subsurface water storage (seit Projektphase III: FWH)
TA	Traditional Authority
TUD	Technische Universität Darmstadt
UNAM	University of Namibia
VAT	value added tax
WASH-IEC	Water and Sanitation Information and Education
WATSAN	Water Supply and Sanitation Forum Namibia
WinGoc	Windhoek Goreangab Operating Company (Pty) Ltd
WPC	Water Point Committee
WUA	Water Point User Association
YARD	Youth Action for Rural Development, Kenya

I Kurze Darstellung

I.1 Aufgabenstellung

Das Verbundvorhaben CuveWaters verfolgte als übergeordnetes Gesamtziel, die Lebensbedingungen der Menschen im Einzugsgebiet Cuvelai-Etoshia Basin (CEB) im zentralen Norden Namibias durch innovative Wasserver- und -entsorgungstechnologien zu verbessern. Um dies zu erreichen, wurde ein Integriertes Wasserressourcen-Management (IWRM) durch konzeptionelle Weiterentwicklungen und Umsetzungen in die Praxis unterstützt und vorangetrieben. Das seit Anfang der 1990er Jahre zunehmend als Leitbild verankerte Konzept des IWRM zielt durch eine nachhaltige Bewirtschaftung der miteinander in Wechselwirkung stehenden oberirdischen Gewässer und Grundwasserleiter darauf, die soziale und wirtschaftliche Entwicklung zu fördern als auch die Funktionsfähigkeit lebenswichtiger Ökosysteme zu sichern. In diesem Sinne trug das Projekt CuveWaters dazu bei, das Konzept des IWRM weiterzuentwickeln und zugleich durch die Implementierung von Pilottechnologien die praktische Umsetzung in der gewählten Projektregion zu demonstrieren und den Ausgangspunkt für zukünftigen Transfer zu setzen.

Die Perspektive auf eine Verbesserung der Lebensgrundlagen für die Bevölkerung in der Region geht über rein wasserseitige Wirkungen wie der Bereitstellung von Trink- und Bewässerungswasser oder die Aufbereitung von Abwasser hinaus. Die Maßnahmen des Projekts sollten einen Beitrag zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels, zur Bekämpfung von Armut, zur Ernährungssicherung und Verbesserung der Gesundheitssituation sowie zur Minderung von Krisen in der Region leisten. Für dazu notwendige technologische Entwicklung und Absicherung sollten geeigneten Industriepartner eingebunden und ihnen damit perspektivisch der Zugang zu neuen Märkten erleichtert werden. Damit einher geht die Absicht, auch die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft bi- und multilateral zu stärken.

Um dieses Gesamtziel zu erreichen, war CuveWaters als F&E-Vorhaben in drei Phasen unterteilt: Initialphase, Pilotphase und Transferphase. Dem voran ging ein Sondierungsvorhaben zur konkreten Ausarbeitung des Projektansatzes in Abstimmung mit den relevanten namibischen Akteuren. Der hier vorliegende Bericht bezieht sich auf die Phase III, die Transferphase und damit den letzten Förderabschnitt des Gesamtvorhabens (siehe **Abb. 1**).

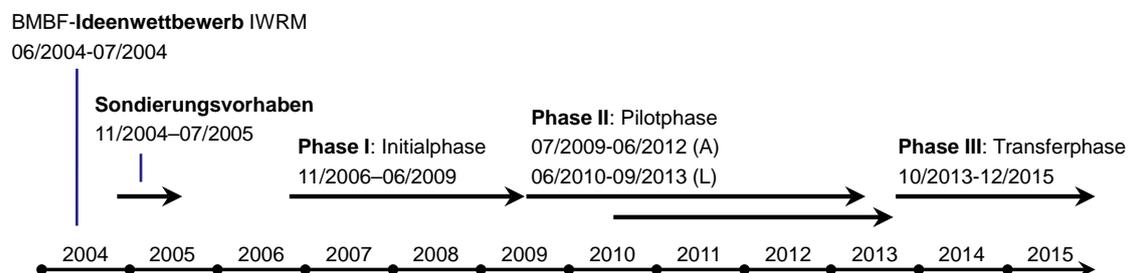


Abb. 1: Phasen des Projekts CuveWaters

Das zentrale Ziel von Phase III war die Sicherung des Erreichten aus Phase II und die Verbreitung der Ergebnisse aus der erfolgreichen pilothaften Umsetzung des Multi-Ressourcen-Mix (MRM): (1) Regen- und Flutwassersammlung ermöglichen Gartenbau und verbessern so die Ernährungs- und Einkommenssituation der Familien. (2) Die solar-gekoppelte Grundwasserent-

salzung liefert Trinkwasser und reduziert Gesundheitsrisiken. Die Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung, verbunden auch mit der Wiederverwendung von Nährstoffen und Energie, nutzt Abwasser als Ressource und erlaubt eine ganzjährige landwirtschaftliche Produktion. Diese Maßnahmen erhöhen die Wasserproduktivität, die Nutzungseffizienz von Nährstoffen und Energie und leisten so einen wesentlichen Beitrag zum nachhaltigen Management der natürlichen Ressourcen. Gleichzeitig tragen sie zur langfristigen Steigerung der Wohlfahrt der Menschen in der Region bei. Eingebettet in nationale Prozesse eines IWRM dienen die Arbeiten letztlich der Verbesserung der Lebensbedingungen der Bevölkerung einschließlich Armutsreduktion, Ernährungssicherheit, Gesundheit und Anpassung an den Klimawandel.

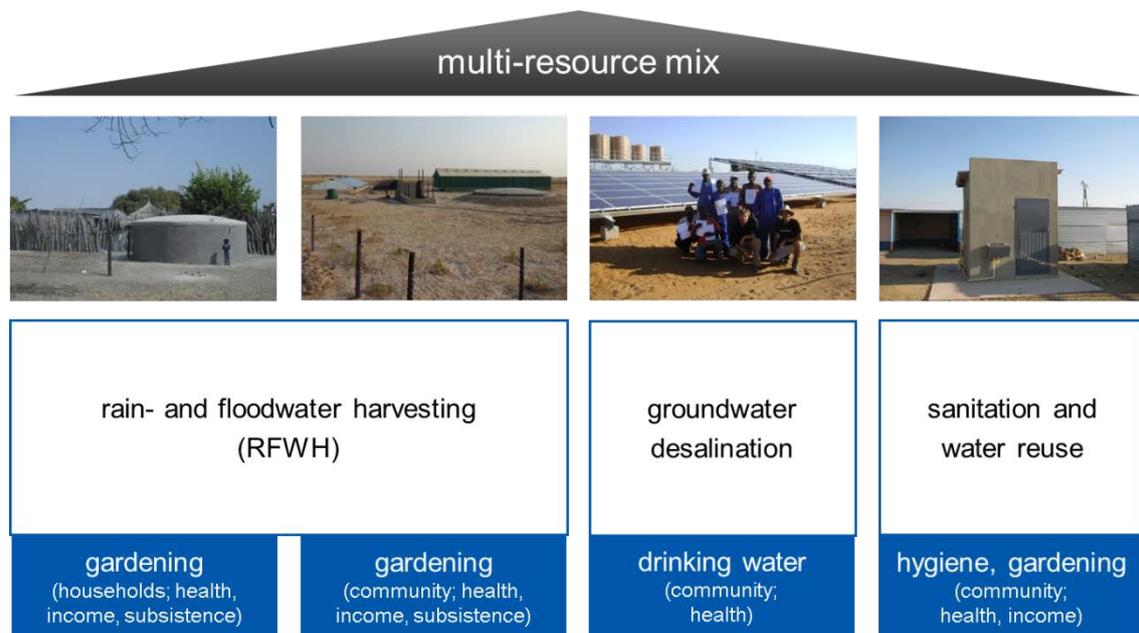


Abb. 2: Der Ansatz des Multi-Ressourcen-Mix (MRM) von CuveWaters

Mit der Etablierung des MRM sollte auf allen Handlungsebenen – vom Nutzer zu den Ministerien und privaten Unternehmen, von akademischen Institutionen vor Ort hin zu deutschen Technologieanbietern – ein dauerhafter Mehrwert erreicht werden. Dazu etablierte das Projekt Wissensgrundlagen, Vernetzungsstrukturen und Umsetzungskonzepte, mit denen ein *Scaling-up*¹ der Technologien langfristig unabhängig vom Projekt erfolgen kann. Die Verbreitung der Technologien und damit verbundenen Lösungsansätze richtete sich über die Projektregion hinaus auf das gesamte Namibia und angrenzende Staaten der SADC-Region. Damit sollten auch neue Marktchancen für die Technologien eröffnet werden. Die Pilotanlagen dienten hierbei zur praktischen Demonstration und als Wirkungsnachweis für die spezifischen integrierten technischen, sozialen und politisch-institutionellen Lösungsansätze. In diese Zielstellung eingeschlossen waren Anpassungen zur Optimierung der Technologien, ihres Betriebs und ihrer Nutzung, auch mit Blick auf sich zukünftig verändernde Entwicklungen und Bedingungen einschließlich des Klimawandels. Dies beinhaltete die Bereitstellung des Projektwissens für Experten und Stakeholder vor Ort sowie für die Forschung. Damit sollten sowohl Lösungen für gesellschaftliche

¹ Die Begriffe Diffusion, *Scaling-up*, Transfer, Duplizierung und Verbreitung werden im Antrag mit geringen Abweichungen weitgehend synonym verwendet.

Problemlagen erarbeitet, Verallgemeinerungen mit wissenschaftlichem Ertrag geschaffen und der Transfer der Ergebnisse in andere Regionen angestoßen werden.

Um dies zu erreichen, lag die Hauptverantwortung des ISOE in seiner Rolle als Projektleitung und -koordination zunächst bei allen Aktivitäten, die das Gesamtprojekt und die aktive Einbindung der namibischen Partner betreffen, beim akademischen *Capacity Development* und dem Wissenstransfer. In Bezug auf die drei Technologielinien lag beim ISOE Verantwortlichkeit bei den Schulungen und den Aktivitäten zur Übergabe und der Diffusion. Die Arbeiten zielten dabei vor allem darauf, die Ergebnisse auf allen Handlungsebenen zu etablieren, um den Akteuren in der Region einen dauerhaften Mehrwert zu bringen, für Technologieanbieter und Dienstleister neue Marktchancen zu eröffnen und die wissenschaftlichen Grundlagen für ein angepasstes IWRM zu stärken und zu verbreiten.

Dies implizierte, für die Technologielinien Daten und neues Wissen zu sozialwissenschaftlichen und transdisziplinären Aspekten zu generieren, auszuwerten und für die verschiedenen Formen des Wissenstransfers aufzubereiten. Auch gehörten Begleitmaßnahmen z.B. zur Steigerung der Akzeptanz, Partizipation, politischen Einbettung, die Übergabe der Anlagen an die namibischen Partner sowie Maßnahmen zur Verbreitung des Projektwissens zu dem Aufgabenbereich. Beim *Capacity Development* war das ISOE vor allem für die Verstetigung der Kompetenzen zu Bewässerungswirtschaft, das gemeinschaftliche Management und die Instrumentenentwicklung zuständig. Das ISOE war außerdem für alle Arbeiten bei der Bewässerungskomponente in TP3 verantwortlich und übernahm eine koordinierende Rolle bei der Einbindung der ökonomieseitigen Unterauftragnehmer und AIM. Damit standen die Ziele und Arbeiten des ISOE komplementär zu den ingenieurwissenschaftlichen Zielen und Arbeiten der Projektpartner der TUD.

I.2 Voraussetzungen

Das Forschungsvorhaben verbindet innovative Technologien für die Wasserversorgung und Abwasserbehandlung mit den Grundbedürfnissen Ernährung, Gesundheit, Arbeit, Bildung und Wohnen. Im Mittelpunkt steht die Leitidee, dass Technologien nur dann ihr Potenzial für eine nachhaltige Entwicklung entfalten und sich auf dem Markt etablieren, wenn sie von ihren Nutzern akzeptiert werden, alltagstauglich sind und ökologisch, politisch und finanziell tragfähig. Hierzu wurden in den früheren Projektphasen I und II *Low- und Hightech*-Technologien unter Beteiligung deutscher Industriepartner entwickelt, regional angepasst und als Pilotanlagen zusammen mit namibischen Partnern aufgebaut.

Die Voraussetzungen für die erfolgreiche Umsetzung der Aufgabenstellung von Phase III umfassen damit thematische und regional-geographische Aspekte, aber auch Strukturen der Organisation und Vernetzung sowie politische Rahmensetzungen. Zum Stand der technischen Voraussetzungen siehe den Abschnitt zum wissenschaftlichen und technischen Stand (siehe I.4).

I.2.1 Thematische Voraussetzungen

Die Wasserressourcen stehen weltweit durch demographische Entwicklungen, Urbanisierungsprozesse und Lebensstiländerungen, Klimawandel und Veränderungen der Landnutzung unter steigendem Druck (Cosgrove 2013, Eliasson 2015). Die Sicherung und Verbesserung der Wasserversorgung und Sanitärbedingungen sind daher zentrale Herausforderungen, die sich in den globalen Entwicklungszielen wiederfinden (Bogardi et al. 2012). Dabei erweisen sich räumliche

und zeitliche Begrenzungen in der Verfügbarkeit von sauberem Trinkwasser oder geeignetem Bewässerungswasser als auch die Bewältigung der Auswirkungen des Klimawandels als wesentliche Herausforderungen in vielen Regionen weltweit. Die Projektregion im zentralen Norden Namibias (Cuvelai-Basin mit Fokus auf den namibischen Teil, dem Cuvelai-Etoshha-Basin, siehe **Abb. 3**) wird durch das Projekt CuveWaters seit 2006 exemplarisch für die beschriebenen, weltweiten Problemlagen herangezogen. Dabei stehen das Konzept zu IWRM einschließlich der Dublin-Prinzipien² als auch die namibischen Entwicklungen zu IWRM in enger Beziehung zu den globalen Entwicklungszielen (MDG und SDG) und bilden die grundlegenden Bezugspunkte für das Projekt.

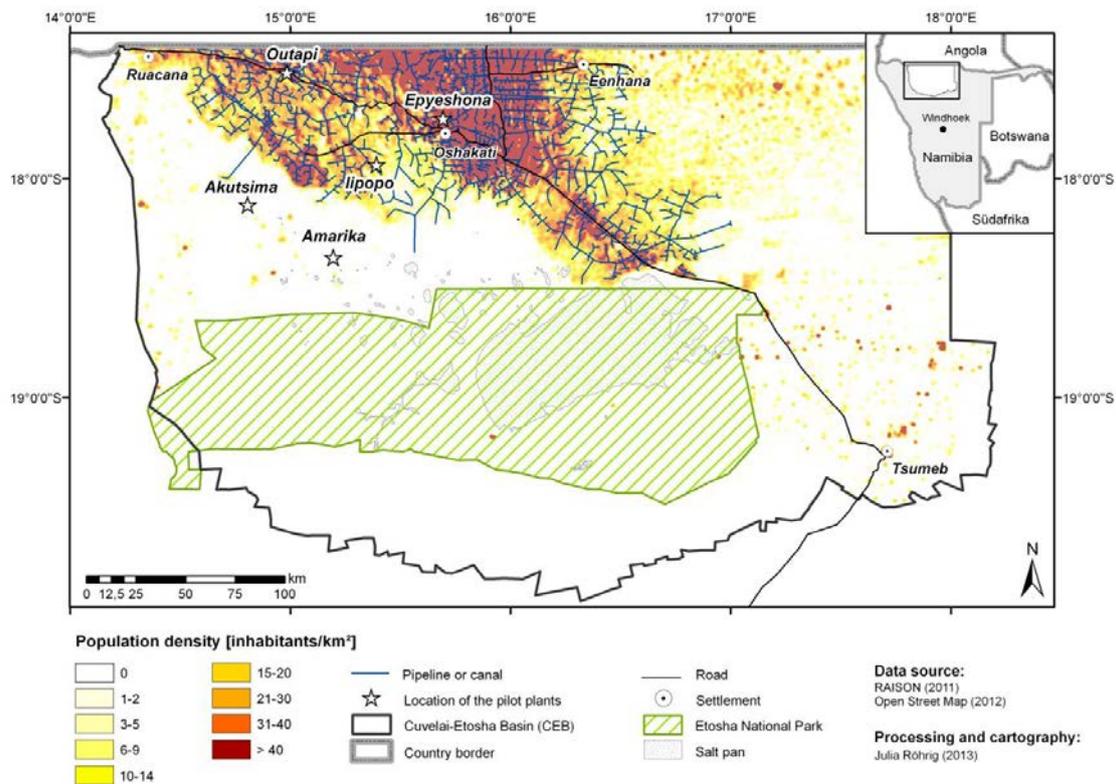


Abb. 3: Die Projektregion, das Cuvelai-Etoshha Basin, im zentralen Nordnamibia, hier dargestellt mit der Bevölkerungsdichte, dem Netzwerk der Wasserversorgung von NamWater und den Pilotstandorten der Technologien des Multi-Ressourcen-Mix.

1.2.2 Regional-geographische Voraussetzungen

Die spezifische sozial-ökologische Problemlage im zentralen Norden Namibias ist durch intra- und interbasinale Verknüpfungen, Nutzungskonkurrenzen und binationale Abhängigkeiten des grenzüberschreitenden Einzugsgebiets charakterisiert. Dabei ist Namibia durch seine geographische Lage von extremer Klimavariabilität und vom Klimawandel besonders betroffen. Die durchschnittlichen Niederschlagsmengen im zentralen Norden Namibias liegen zwischen 400

² Dublin-Prinzipien, 1992: „Frischwasser ist eine endliche und verletzbare Ressource, die lebenswichtig ist, um Leben, Entwicklung und Umwelt zu erhalten.“ „Wasserschließung und Management sollen auf einem partizipativen Ansatz beruhen, der Nutzer, Planer und Politiker auf allen Ebenen einbezieht.“ „Frauen spielen eine zentrale Rolle im Bereitstellen, Managen und dem Schutz von Wasser.“ „Wasser hat einen ökonomischen Wert in all seinen konkurrierenden Nutzungen und sollte als ein wirtschaftliches Gut anerkannt werden.“

und 500 mm pro Jahr, wobei 90% des jährlichen Niederschlags zwischen November und April fallen (Marsh/Seely 1992; Hillyer et al. 2006). Die Niederschläge können innerhalb der Regenzeit, von Jahr zu Jahr sowie räumlich stark variieren, mit einem Variationskoeffizienten von 40% bis 60% (Mendelsohn et al. 2013, 2009).

Neben klimatischen Schwankungen und Extremereignissen (Flut und Dürre) erschweren auch die geographische und gesellschaftliche Situation die Wasserversorgung in der Projektregion des CEB.

Der Anteil der Bevölkerung mit Zugang zu sauberem Trinkwasser lag 2015 in Namibia wie auch im globalen Mittel bei 91% (WHO 2015, WHO/UNICEF 2015a). Allerdings verbergen sich hinter diesen Zahlen große räumliche Unterschiede. Bezog auf Namibia beziehen 98% der städtischen Bevölkerung ihr Trinkwasser aus einem Anschluss an das Leitungssystem oder aus anderer gesicherte Quelle; für die rurale Bevölkerung liegt dieser Anteil bei 85% (WHO/UNICEF 2015b). Zum Projektstart in 2006 hatten in Namibia nur 75% der Bevölkerung Zugang zu sauberem Trinkwasser (World Bank 2016). Und auch diese differenzierten Zahlen geben die lokale Situation nur unzureichend wider. Beispielsweise sind im zentralen Norden Namibias die Einwohner in entfernt gelegenen ländlichen Gebieten häufig auf das meiste salzige Grundwasser angewiesen, da die Siedlungen nicht an das Versorgungssystem angeschlossen sind und Oberflächenwasser in angemessener Qualität zeitlich nur begrenzt zur Verfügung steht. In der Region sind die einzigen verfügbaren Wasserquellen nach Ende der Regenzeit die natürlich gesammelten Niederschläge in den Senken, Grundwasser mit vielerorts hohen Salzgehalten und das Wasser vom Grenzfluss zu Angola, dem Kunene. Die traditionell genutzten Quellen sind allerdings zum Teil kontaminiert, auch besteht eine große Unsicherheit hinsichtlich der tatsächlichen Verfügbarkeit von Wasser. Wasser wird deshalb über ein Fernleitungssystem (siehe **Abb. 4**) aus dem Calueque-Damm am Kunene im Süden des Nachbarlandes Angola in die Region geleitet. Während Oberflächen- und Grundwasser nur zeitweise und mit eingeschränkter Qualität zur Verfügung stehen, stellt das Fernleitungssystem eine ganzjährig verfügbare Quelle für Wasser dar. Das Wasser aus diesem Fernleitungssystem wird in Wasserwerken des staatlichen Wasserversorgers NamWater aufbereitet und in ein Leitungsnetz eingespeist, über das die meisten Orte mit Trinkwasser versorgt werden. Dadurch ist Namibia von Angola und den dort herrschenden politischen Verhältnissen sowie den dortigen Entwicklungen der Wassernutzung abhängig. Allerdings können, wie bereits angesprochen, nicht alle Siedlungen mit diesem Wasser versorgt werden, da eine Ausdehnung des Versorgungsnetzes in entlegene Gebiete zunehmend unrentabel wird. Hinzu kommen in der Region ein starkes Bevölkerungswachstum, eine relativ hohe Siedlungsdichte und anhaltende Urbanisierung in einem Gebiet, in dem fast die Hälfte der namibischen Bevölkerung lebt.

Der Zugang zu verbesserten Sanitäreinrichtungen hat sich dagegen in Namibia in den letzten Jahren nur leicht erhöht. 68% der namibischen Bevölkerung hat keinen Zugang zu verbesserten Sanitäreinrichtungen und praktiziert damit zu einem hohen Anteil offene Defäkation (WHO/UNICEF 2015a). Das Fehlen adäquater Sanitär- und Abwasseraufbereitungseinrichtungen bringt einerseits erhebliche ökologische und gesundheitliche Risiken mit sich, wie sich u.a. an wiederkehrenden Cholera-Epidemien zeigt. Andererseits wird die Ressource Abwasser mit ihren Energie-, Wasser- und Nährstoffinhalten nicht effizient genutzt.

Erschwerend für die Lösungsfindung kommt eine Koexistenz traditioneller und moderner Institutionen in diesem Gebiet mit überwiegend kommunal organisierter Nutzung hinzu. All diese Punkte bedeuten eine steigende Anforderung an das Management der natürlichen Ressourcen, besonders an das IWRM. Es besteht daher für die Projektregion und insgesamt in Namibia ein hoher Bedarf an nachhaltigen praxisorientierten Lösungsansätzen zur Sicherung der Wasserversorgung und Verbesserung der Sanitärsituation.



Abb. 4: Das Fernleitungssystem mit Pipeline unmittelbar nach der Entnahme am Calueque-Damm (links) und der offene Kanal (rechts) in der Zuleitung zur nachfolgenden Aufbereitung und Verteilung.

1.2.3 Voraussetzungen der Organisation und Vernetzung

Die zum Einstieg in Projektphase III notwendigen Strukturen der Organisation und Vernetzung sind durch die vorangehenden Projektphasen innerhalb des Projektverbundes sowie zu den Projektpartnern in Namibia und, soweit erforderlich, auch international erfolgreich etabliert.

Der Projektverbund, bestehend aus ISOE, TUD und BWT, kann auf gemeinsame Erfahrungen in der Zusammenarbeit und auf sehr gute Kenntnisse der Bedingungen in der Projektregion zurückgreifen. Die Kontinuität ist dabei auch durch einen weitgehend konstanten Personalbestand gegeben, insbesondere sind Gesamt- und Teilprojektleitung unverändert in ihrer Funktion. Das Projekt kann auf einem stabilen Netzwerk aus bekannten Kooperationspartnern in Namibia und mit internationalen Bezügen aufbauen. Zentrale Partner in dem Netzwerk sind das MAWF und das OTC, die Universitäten UNAM und PoN (NUST, ab Nov. 2015), das DRFN, die GIZ und BGR sowie OWC. Von entscheidender Bedeutung für Phase III ist vor allem auch das bestehende hohe *Commitment* von MAWF und OTC als diejenigen Institutionen, die für die Zeit nach Projektende die *Ownership* für die Pilotanlagen des MRM übernehmen.

Zusätzlich unterhält der Projektverbund enge Kontakte zu regionalen und lokalen Institutionen im Projektgebiet. Dabei ist von besonderer Bedeutung, dass Namibia nach der Unabhängigkeit entscheidende Dezentralisierungsstrategien im Wassergesetz festgelegt hat. Die *Regional Councils* (RC) sind in Namibia für Planungen der Infrastruktur und damit auch für die Wasserver- und Abwasserentsorgung zuständig. Diesen RCs arbeiten in urban geprägten Gebieten die *Village Development Committees* und in ländlicheren Gebieten die *Constituency Development Centers* (CDC) zu. Der Verbund ist in diesem Umfeld auch in engerem Kontakt mit dem *City Development Center* von Okatana Constituency (Okatana-CDC). Neben den IWRM-gebundenen BMCs ist die unterste Entscheidungsebene das *Water Point Committee* (WPC).

Hier werden die Wasserverteilung, die Gebührenerhebung, aber auch Reparaturen verantwortet. Für das Projekt wurden diese WPC z.B. an den Entsalzungsstandorten und den Wassersammelstandorten jeweils in Zusammenarbeit mit dem DWSSC konstituiert. Diese auf Selbstorganisation ausgerichtete, gruppenbezogene Rechtsstruktur ist eine Besonderheit, weil ansonsten – außerhalb des Wasserssektors, z.B. bei der Landvergabe – die Rechtsetzung in Namibia nach wie vor im kommunalen Bereich von den traditionellen Autoritäten abhängt. Das CuveWaters-Projekt kann an seinen Standorten auch auf einen bestehenden intensiven Austausch mit den traditionellen Autoritäten aufbauen.

Für weitere Aspekte der Organisation und Vernetzung sei an dieser Stelle auf den Abschnitt zur Zusammenarbeit mit anderen Stellen (siehe I.5) verwiesen.

1.2.4 Politische Voraussetzung

Namibia ist durch demokratische und stabile politische Rahmenbedingungen gekennzeichnet. Durch Phasen I und II ist CuveWaters in die namibischen Politiken auf mehreren Ebenen verankert (Multi-Level Governance Approach). Zentraler Referenzrahmen auf der nationalen Ebene der namibischen Wasserpolitik ist der gesetzlich festgelegte IWRM-Ansatz im *Water Act* 1956, dem *National Water Policy White Paper* 2000 und dem *Water Resources Management Act* 2004. So wurde CuveWaters im Kontext dieses Gesetzes schon 2006 durch die namibische Regierung angewiesen, im Cuvelai-Etoshia Basin, und hier speziell mit Hauptaktivitäten im Iishana-Basin, tätig zu sein. Wichtige Projektergebnisse aus den vorangehenden Phasen sind bereits auf nationaler Ebene in intensiven Diskussionsprozessen angekommen und befinden sich z.B. für RWH in der Veröffentlichung als Strategiepapier (Woltersdorf et al. 2014). Weiter knüpft das Projekt auch an die *National Sanitation Strategy Namibia 2010/11–2014/15* und den *National Development Plan (NDP3) 2007/08–2011/12* an. Die bereits in Phase II etablierte Beteiligungen des Projekts im WATSAN-Forum und der Task Force WASH-IEC (*Water and Sanitation Information and Education*) sind ein sichtbarer Ausdruck davon.

Konkreter gefasst, dient die in den namibischen Policies zu IWRM angelegte Etablierung eines nachhaltigen Wasserressourcen-Managements dem Ziel, zu sozialer Gerechtigkeit und wirtschaftlicher Effizienz beizutragen und den nachhaltigen Umgang mit der Umwelt in den Fokus zu nehmen. Die Prinzipien der Policies sind gleichberechtigter Zugang, Kostendeckung und Erschwinglichkeit (Tarife und Zuschussung), Wasser als ökonomische Ressource, Einbeziehung der Stakeholder (WPCs und BMCs), Umweltschutz und IWRM als holistischer Ansatz. Diese Prinzipien sollen unter anderen von den BMCs und den WPCs umgesetzt werden. Für den Prozess der Umsetzung wird die Wichtigkeit von Wissensmanagement und *Capacity Development* auf systemischer, organisatorischer, individueller und technischer Ebene betont. Für den *National Water Development Strategy and Action Plan 2010* wurden vier Schlüsselthemen und Ziele definiert: Unterstützung des IWRM auf legislativer und institutioneller Ebene, *Capacity Development*, Einbeziehen und Informieren der Stakeholder, Ressourcen bereitstellen und Investieren. Somit verfolgen Namibia und CuveWaters die gleichen Ziele.

I.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Zur Erreichung seiner Ziele wurde CuveWaters von Beginn an als transdisziplinäres Projekt konzipiert. In **Abb. 5** ist dargestellt, wie sich die unterschiedlichen Projektphasen, beginnend mit der Sondierungsphase und dann über die Phasen I, II und III des Hauptprojekts in den typi-

schen Ablauf transdisziplinärer Forschungsvorhaben nach Jahn et al. (2012) einbettet. Das in der Aufgabenstellung (siehe I.1) dargelegte Ziel von Phase III, die Sicherung des Erreichten und die Verbreitung der Ergebnisse aus der pilothaften Umsetzung, kann im transdisziplinären Forschungsprozess der ‚transdisziplinären Integration‘, also dem dritten Schritt in der zentralen Achse, zugeordnet werden. Eine wesentliche Rolle spielen hierbei der Ergebnistransfer in die gesellschaftliche und wissenschaftliche Praxis (siehe **Abb. 5**).

Integraler Bestandteil des transdisziplinären Ansatzes ist über alle Projektphasen hinweg ein bedarfsorientiertes und partizipatives Vorgehen. Das ISOE als eine der führenden, unabhängigen Institutionen im Bereich der Nachhaltigkeitsforschung gewährleistet diesen transdisziplinären Forschungsmodus im Projekt. Die TU Darmstadt sichert komplementär die ingenieurtechnische Seite ab.

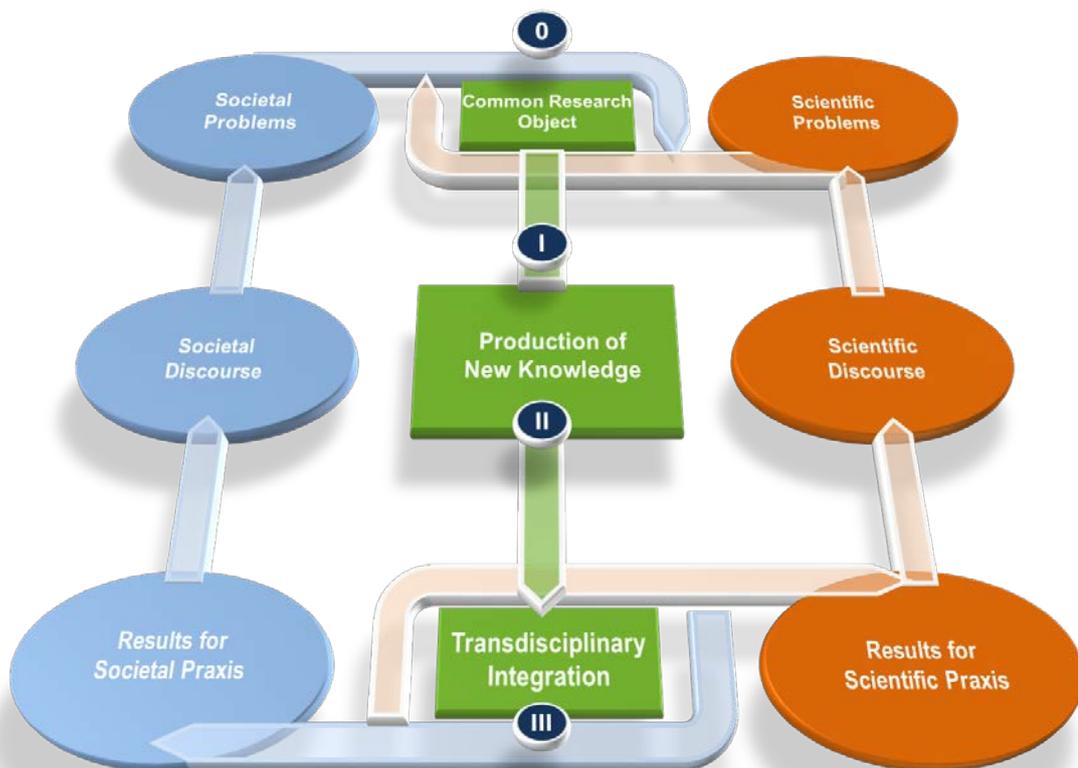


Abb. 5: CuveWaters und die Phasen I, II und III sowie das Sondierungsvorhaben (vorgelagert als Phase 0) im transdisziplinären Forschungsansatz nach Jahn et al. (2012, angepasst)

Phase III baut auf den bereits in Phase II etablierten Strukturen zur Kooperation und Arbeitsteilung zwischen den Verbundpartnern ISOE, TUD und BWT auf und führt diese unter Anpassung an die Ziele der neuen Phase fort. Die Industriepartner im Bereich der Grundwasserentsalzung, pro|aqua, Terrawater und SIJ/IBEU sind Unterauftragnehmer des ISOE; dabei liegt die administrative Betreuung beim ISOE, die inhaltlich-fachliche Betreuung verbleibt bei der TUD. BWT ist unverändert eigenständiger Verbundpartner im Konsortium. Die Tätigkeitsschwerpunkte der beteiligten Unternehmen liegen einerseits auf technischen Fragen, insbesondere auch im Hinblick auf Betriebssicherung, andererseits auf Aktivitäten mit Schwerpunkt Verbreitung

der Anlagen. Darüber hinaus werden die Unternehmen in Maßnahmen des *Capacity Developments* eingebunden.

Die inhaltliche Strukturierung wurde in Phase III aufgrund des veränderten Fokus gegenüber Phase II verändert und angepasst (siehe **Abb. 6**). Aus den getrennten Technologielinien Regenwassersammlung (RWH) und Subterrestrische Wasserspeicherung (SWS) wurde in Phase III das Teilprojekt „Regenwasser- und Flutwassersammlung (RFWH)“ (TP1). Die Anzahl der Teilprojekte (TP) wurde reduziert und Aufgaben auf Basis der Technologielinien zusammengefasst (TP1-TP3). So wurde beispielsweise das Technology Toolkit, ein Instrument zur Entscheidungsunterstützung für RFWH, eine Teilaufgabe in TP1. Insgesamt ist Phase III durch drei technologiespezifische Teilprojekte (TP1 Regen- und Flutwassersammlung, TP2 Entsalzung, TP3 Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung) sowie einem übergreifenden, integrativen Teilprojekt strukturiert (TP4 Transferförderung, Integration und Koordination).

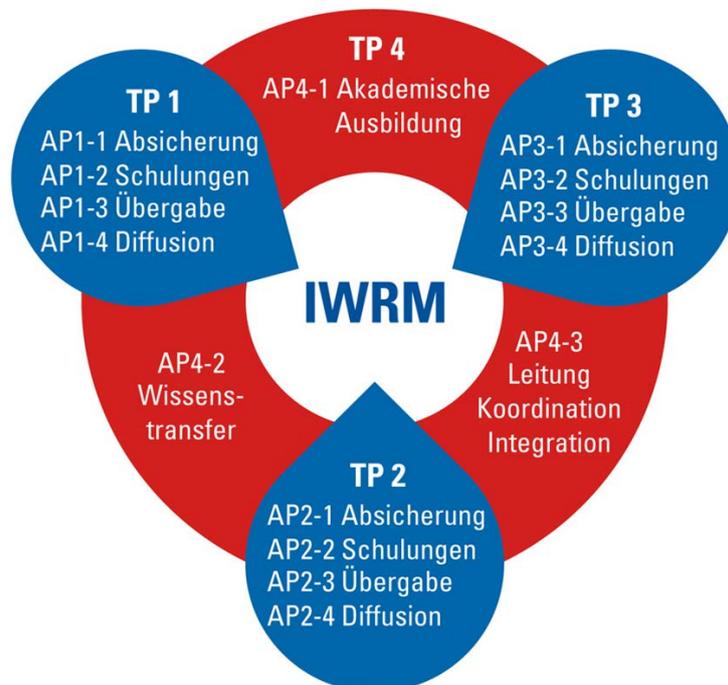


Abb. 6: Projektstruktur mit Teilprojekten (TP) und Arbeitspaketen (AP) in Phase III

Die technologiespezifischen Arbeiten in TP1-TP3 umfassten jeweils eine einheitliche Struktur von Arbeitspaketen (siehe **Abb. 6**) zur Absicherung, Schulung, Übergabe und Diffusion. Die Inhalte der Arbeitspakete variieren jedoch hinsichtlich ihrer Teilziele und Aktivitäten und spiegeln dadurch Unterschiede in Komplexität, Lösungsansatz und gegenwärtigem Stand der Anlagen wider.

Das ISOE übernahm einerseits die Federführung in der Planung und Durchführung des Teilprojekts Transferförderung, Integration und Kooperation (TP4). Andererseits lagen im Verantwortungsbereich des ISOE die Schulungen, Übergabeprozesse und Diffusionsaktivitäten in den Technologie-Teilprojekten (TP1-TP3). Die Sicherungen der Pilotanlagen, die technische Unterstützung und Begleitung von Schulungen, Übergabe und Diffusion in den Technologie-Teilprojekten (TP1-TP3) sowie in den Außenaktivitäten von TP4 lagen bei der TUD. Bei den Schulungen konzentrierte sich das ISOE auch auf organisatorische, institutionelle Aufgaben bis

hin zur systemischen Ebene. Das soziokulturelle bzw. technische Monitoring bei den verschiedenen Technologielinien wurde ebenfalls vom ISOE verantwortet. Die Ausarbeitung von Finanzierungs- und Geschäftsmodellen setzten TUD und ISOE in enger Abstimmung und mit Hilfe von Unterauftragnehmern um.

Zur Darlegung der Details von Aktivitäten und Meilensteinen siehe Abschnitt II.

I.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand

In den ersten beiden Projektphasen I und II wurden vor dem geschilderten Hintergrund vier unterschiedliche Technologien entwickelt, regional angepasst und als Pilotanlagen aufgebaut, um ein nachhaltiges Management mit den natürlichen Ressourcen zu fördern und die Lebensbedingungen zu verbessern: Regenwassersammlung (RWH, *rainwater harvesting*), Flutwasserspeicherung (FWH, *flood water harvesting*, in Projektphasen I und II bezeichnet als SWS, *sub-surface water storage*), Grundwasserentsalzung (*groundwater desalination*) und Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung (*sanitation and water reuse*). Mit den Anlagen werden alternative Wasserquellen erschlossen und ein Multi-Ressourcen-Mix (MRM) etabliert; das bedeutet, unterschiedliche Wasserquellen und -qualitäten für verschiedene Zwecke zu nutzen (Kluge et al. 2008). Dabei wählte das Projekt schon in der Initialphase (Phase I) einen gemeindebasierten partizipativen Ansatz, um die zukünftigen Nutzer der Technologien auf die Veränderungen vorzubereiten und sie aktiv einzubeziehen. Dieser Prozess wurde in der Pilotphase (Phase II) fortgesetzt. Hierfür wurde eine Kombination von sozial-empirischen Methoden und gemeindebasierten Planungsmethoden (PLA) erarbeitet, die als *Demand-Responsive Approach* bezeichnet wird (Deffner/Mazambani 2010, Deffner/Kluge 2013, Zimmermann et al. 2012), siehe **Abb. 7**.

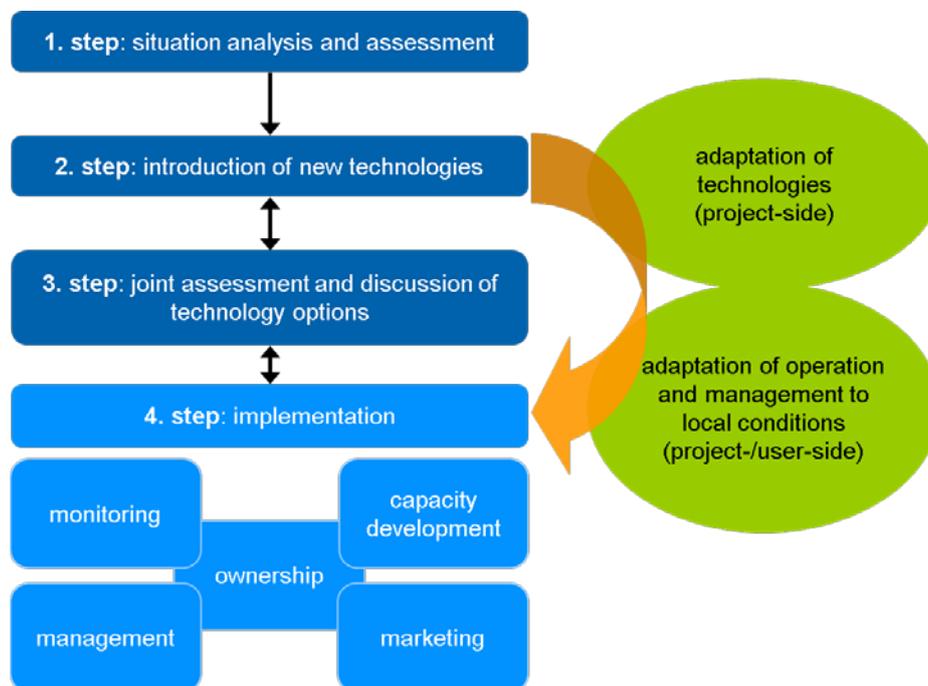


Abb. 7: Darstellung des *Demand-Responsive Approach* mit seinen Verfahrensschritten

Der Ansatz des *Demand-Responsive Approach* wurde in Kooperation mit namibischen Forschungspartnern entwickelt. Der wissenschaftliche und technische Stand zu den pilothaft umge-

setzten Technologien sowie die für Phase III relevanten Begleitmaßnahmen werden im Folgenden kurz vorgestellt. Außerdem werden wesentliche Ergebnisse inklusive neuer beziehungsweise noch offener Fragestellungen erläutert.

1.4.1 Regenwassersammlung

Im Untersuchungsgebiet im zentralen Norden Namibias ist der Großteil der städtischen und auch der ländlichen Bevölkerung (mit wenigen Ausnahmen in besonders entlegenen Gebieten) an ein für afrikanische Verhältnisse gut ausgebautes Wasserversorgungssystem angeschlossen (Niemann 2002). Wasser zur kleinskaligen Landwirtschaft ist dagegen nur während der kurzen und unregelmäßigen Regenzeit verfügbar. Daher wird im Untersuchungsgebiet und auch in ganz Namibia kleinskaliger Gartenbau bisher nur im Regenfeldbau betrieben. Erfahrungen aus anderen Ländern zeigen, dass Regen- oder Oberflächenwassersammlung zur Selbstversorgung und zum regionalen Verkauf erfolversprechend sein kann (Gould/Nissen-Petersen 1999).

Die Erprobung der kleinskaligen Regenwassersammlung mit angeschlossenem Gartenbauprojekt wurde durch das Projekt in dem Dorf Epyeshona im peri-urbanen Raum von Oshakati durchgeführt (Jokisch et al. 2015a, Schulz et al. 2015b). Ziel der Pilotierung war es, alternative Anlagentypen in baulicher Hinsicht und in Bezug auf die Nutzungsmöglichkeiten und die erforderlichen Nutzerstrukturen an die lokalen Gegebenheiten in Namibia anzupassen und weiterzuentwickeln. Bei den am Pilotstandort Epyeshona installierten Anlagen handelt es sich um drei unterschiedliche Systeme zur Sammlung von Regenwasser von häuslichen Dachflächen, wobei jeweils verschiedene Materialien für den Tankbau verwendet wurden: Polyethylen, Ferrozement und Ziegelsteine (siehe **Abb. 8**). Alle Anlagen auf Haushaltsebene versorgen Hausgärten über wassersparende Tröpfchenbewässerungssysteme. Zusätzlich wurde eine gemeinschaftlich genutzte Anlage gebaut, bei der Regenwasser auf einer Bodensammelfläche gesammelt und anschließend in einem unterirdischen Tank gespeichert wird. Zu dieser Anlage gehören außerdem ein geschlossener Teich, in dem das auf dem einen Gewächshaus gesammelte Regenwasser gespeichert wird sowie Freiflächen für den Gemüseanbau. Den Nutzern soll mithilfe der Anlagen die Möglichkeit zu einer ganzjährigen Feldbewirtschaftung und einer im ganzen Jahresverlauf sicheren Produktion von Gemüse gegeben werden. Dieses verbessert zum einen die Ernährungssituation und schafft auf der anderen Seite die Möglichkeit der Generierung von Einkommen zur Verbesserung der individuellen Lebensumstände. Gemeinsam mit der kenianischen Consultingfirma OWC wurden in den Jahren 2009 bis 2011 verschiedene Anlagen zur Speicherung von Regenwasser errichtet.

Die Pilotierung wurde durch ein intensives Monitoringprogramm begleitet, das naturwissenschaftlich-technische, sozio-kulturelle und sozio-ökonomische Aspekte abdeckte (Deffner et al. 2010). Das Monitoringprogramm wurde während der Bauphase der Pilotanlagen im Projektverbund entwickelt. Es orientiert sich an den Arbeiten von Mukherjee/Wijk (2003) sowie Carriger (2006). Zielsetzung der Begleitforschung am ISOE war es, die Auswirkungen in Hinblick auf die soziale und ökonomische Situation der Teilnehmer zu untersuchen und daraus Folgerungen für das *Scaling-up* der gemeinschaftlichen Initiativen zum Bewässerungsgartenbau mit dieser Technologie zu ziehen.

Im Rahmen der sozialwissenschaftlichen und partizipativen Begleitung (bedarfsorientierter Ansatz) wurden jährliche Befragungen³ (Intensiv-Interviews) der Gärtner durchgeführt. Sie wurden ergänzt durch kontinuierliche Beobachtungen der Bewirtschaftung und des Managements bei Aufhalten vor Ort (Birzle-Harder/Deffner 2013, Deffner et al. 2008, Zimmermann et al. 2012). Sowohl die Fähigkeiten der Gärtner, die vorhandenen Wasserressourcen effizient zu nutzen, als auch die gartenbauliche Erfolge haben sich in den drei Pilotierungsjahren stetig gesteigert. Sozio-ökonomische Effekte für die Nutzer sind neben den Einkünften, die beispielsweise für Schulgelder investiert werden, auch die Verbesserung der häuslichen Ernährungssituation und die Stärkung neuer Erwerbsmöglichkeiten. Nicht außer Acht zu lassen sind die durch die Gartenbauarbeiten ausgelösten symbolischen Wirkungen, wie z.B. sinnstiftende und erfüllende Tätigkeit, die das Selbstwertgefühl stärken. Dennoch stellen sich zwei wesentliche Herausforderungen, die über den weiteren Erfolg entscheiden: Der Schulungsaufwand, um die gartenbaulichen Kenntnisse zu verstetigen und zu vertiefen ist enorm und kann auf mittelfristige Sicht nur über eine stärkere Zusammenarbeit mit namibischen Fachkräften wie dem DAPEES geleistet werden. Zudem finden tiefgreifende Lernprozesse bei den Gärtnern statt. Diese müssen unterstützt werden durch die Vermittlung von Kompetenzen in Bezug auf Eigeninitiative und Selbstverantwortung, Konfliktlösung und Management der gemeinschaftlichen Gartenflächen.



Abb. 8: Regenwassersammelanlage mit Polyethylen-Tank bei einem Haushalt in Epyeshona

Dynamische Kosten-Nutzen-Analysen (Kapitalwertmethode) für die vier Pilotanlagen zeigen, dass Tanks aus vor Ort hergestelltem Ferrozement die geringsten Investitionskosten nach sich ziehen. Berechnungen und Monitoring-Ergebnissen ergeben darüber hinaus, dass der Ferrozement-Tank mit Garten unter bestimmten Bedingungen eine positive Kosten-Nutzen-Bilanz aufweist. Die Bedingungen hierzu umfassen den Anbau wassereffizienter Gemüsesorten mit hohem Marktpreis (z.B. Tomaten, etc.) sowie gegenüber der Pilotphase verbesserte Einkaufskonditio-

³ Befragungsthemen waren: Haushaltssituation, Erfahrungen und Zufriedenheit mit dem (gemeinschaftlichen) Gartenbau, Ernte/Vermarktung/Einkünfte und Investitionen, Wissensmanagement, Gruppendynamik, Konfliktlösungen, Bezug zur Dorfgemeinschaft, Bewertung und Pläne für die Zukunft.

nen für das Tankmaterial (Woltersdorf et al. 2014). Die Auswertung von Finanzierungskonzepten zeigt, dass Mikrokredite alleine aufgrund ihrer meist begrenzten Höhe, kurzen Rückzahlungszeiträumen und in Relation zur Kredithöhe hohen Verwaltungskosten nicht geeignet sind, um die gesamte Anlage zu finanzieren. Für Teilfinanzierungen von Komponenten und in Kombination mit privaten Finanzierungen oder staatlichen Fördermaßnahmen, stellen sie aber durchaus eine sinnvolle Option dar (Woltersdorf et al. 2014). Modellrechnungen zeigen zudem Anpassungsmaßnahmen an die Auswirkungen des Klimawandels, indem eine Analyse zu der Niederschlagswahrscheinlichkeit vor Ort durchgeführt, Klimaszenarien aufgestellt und zukünftige Niederschläge und der Pflanzenwasserbedarf projiziert wurde (Woltersdorf et al. 2015).

1.4.2 Flutwassersammlung

Neben Regenwasser stellt das Wasser aus den regelmäßigen Überflutungen der Regenzeit eine wichtige Wasserquelle für die Region dar. Analog zur Nutzung des Regenwassers entwickelte und implementierte das Projekt in den vorangehenden Phasen gemeinsam mit namibischen Experten eine an die lokalen Verhältnisse angepasste Flutwasserspeichertechnik (Jokisch et al. 2015b, Schulz et al. 2015b, Zimmermann et al. 2012). Die Speicherung und Nutzung des Flutwassers aus den Oshanas⁴ ist technisch an die bereits bewährten Verfahren von RWH angelehnt und es konnte beim Bau als auch bei dem implementierten Betreibermodell auch auf *lessons learnt* von RWH zurückgegriffen werden. Die Technik unterscheidet sich jedoch grundlegend von RWH in der Art der Wasserzufuhr und insbesondere der gespeicherten Wasserqualitäten; für den Betrieb stellt dies höhere Ansprüche an die jeweiligen Nutzer. Daneben ist auch die Standortsuche schwieriger, weil erst durch aufwendige Satellitenbildanalysen ein zuverlässiger, d.h. in möglichst jedem Jahr wasserführender Oshana gefunden werden muss. Generell bietet die Technik aufgrund der größeren Wasserverfügbarkeit bessere Möglichkeiten der Produktion größerer Mengen an Gemüse als RWH.

Die Erprobung der Flutwassernutzung im kleinskaligen Gartenbau wurde in dem peripher gelegenen Dorf Iipopo ca. 40 km südwestlich der Agglomeration um Oshakati durchgeführt. Nach einer partizipativen Vorbereitung der Umsetzung wurde diese wie bei RWH durch ein intensives Monitoringprogramm begleitet, das naturwissenschaftlich-technische, sozio-kulturelle und sozio-ökonomische Aspekte abdeckte. Seit der Fertigstellung der Anlage im Februar 2012 wurden Befragungen (Intensiv-Interviews) der Gärtner und ergänzende kontinuierliche Beobachtungen der Bewirtschaftung und des Managements bei Aufenthalten vor Ort durchgeführt. Zielsetzung war die Untersuchung der Auswirkungen der Gartenbauaktivitäten in Hinblick auf die soziale und ökonomische Situation der Teilnehmer, um daraus Folgerungen für das *Scaling-up* der gemeinschaftlichen Initiativen des Bewässerungsgartenbaus mit dieser Technologie zu ziehen.

Bei den gartenbaulichen Aktivitäten in Iipopo zeichnet sich ab, dass die Nutzer in kooperativer Art und Weise die Anlage betreuen und die Vermarktung durchführen. Die Zufriedenheit mit der Anlagennutzung und den bisherigen Einkünften ist sehr hoch. Dies drückt sich auch durch die in Eigeninitiative begonnene Schaffung einer Notwasserleitung zur Sicherung der Gemüse-

⁴ Oshanas sind ein verzweigtes Netz flacher, in Nord-Süd-Richtung verlaufender Abflussrinnen und Senken mit geringem Gefälle im Cuvelai-Einzugsgebiet im zentralen Nordnamibia.

produktion im Falle einer Dürre aus. Die Initiierung eines zusätzlichen Austauschs zwischen den Gärtnerinnen aus Epyeshona und Iipopo wirkt motivierend und verstärkt gemeinsame Lernprozesse – der Wissenstransfer zwischen beiden Standorten wurde gestärkt. Wiederkehrende Herausforderungen sind die Vermittlung von Kompetenzen und die Unterstützung in Bezug auf Eigeninitiative und Selbstverantwortung sowie gruppenorientierte Konfliktlösungsstrategien der Gärtnerinnen.

1.4.3 Grundwasserentsalzung

Die Nutzung von Grundwasserressourcen in ländlichen, verstreuten Siedlungen und sub-urbanen Gebieten kann eine wichtige Option zur Erhöhung der Wasserverfügbarkeit sein (Pavelic et al. 2012). Während Oberflächenwasser oft von saisonaler Variabilität in Qualität und Quantität sowie stark begrenzter Verfügbarkeit gekennzeichnet ist, stellt Grundwasser eine Ressource mit meist guter und stabilerer Wasserqualität und Quantität dar und ist zumindest oberflächennah eine oft präferierte Wasserquelle der Bevölkerung (Calow et al. 2010, Pavelic et al. 2012). Etwa 16% der Landfläche weist salziges oder brackisches Grundwasser in Tiefen bis 500 m auf, davon ist nur ein Anteil von 8% das Ergebnis anthropogener Einflüsse, insbesondere der Bewässerung (Weert et al. 2009). Aufgrund der Versalzungsproblematik und des hohen Wasserbedarfs gehören regenerativ betriebene Entsalzungsanlagen zu den prioritären Technologien für den deutschen Wassersektor, um international klimaangepasste Lösungen anbieten zu können (Beucker et al. 2014). Für das südliche Afrika verstehen die Mitgliedsstaaten von SADC die Entsalzung als eine alternative Quelle für Wasser und sehen in der wissenschaftlichen und finanziellen Förderung von Projekten eine strategische Aufgabe (SADC 2005).

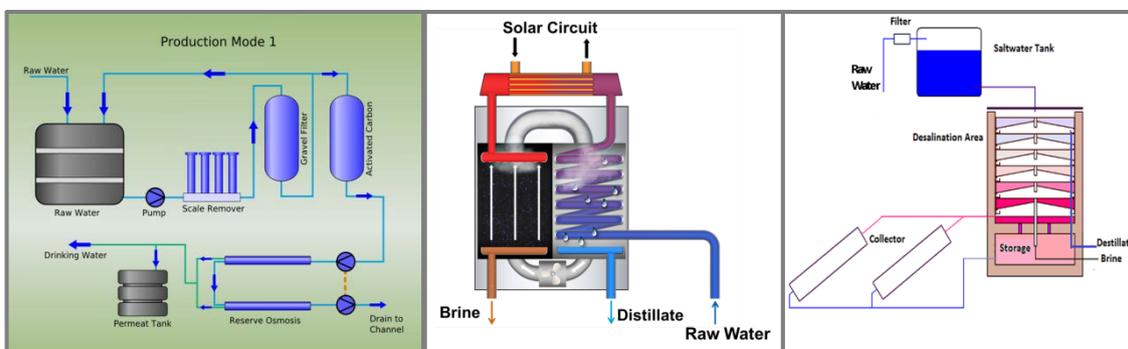


Abb. 9: Schematische Darstellung der drei technischen Verfahren zur Entsalzung: reverse osmosis von pro|aqua (links), multi-effect humidification von Terrawater (mitte), multi-stage desalination von SIJ/IBEU (rechts)

Vor diesem Hintergrund wurden durch das Projekt CuveWaters Pilotanlagen zur dezentralen Grundwasserentsalzung als alternative Wasserquelle in den beiden Dörfern Amarika und Aktsima implementiert, die wegen ihrer peripheren Lage nicht an das Trinkwasserversorgungsnetz angeschlossen sind. Die Pilotanlagen wurden von den Firmen pro|aqua, Terrawater, SIJ/IBEU und Fraunhofer ISE entwickelt und implementiert, technisch wurde dies von der TU Darmstadt begleitet (Liehr et al. 2015a,b). Die schematischen Darstellungen der technischen Verfahren ist in **Abb. 9** ersichtlich. Die Umkehrosmose-Anlage (*reverse osmosis*, RO) der Firma pro|aqua in Amarika arbeitet vollautomatisch und chemikalienfrei. Sie produziert täglich aus 14,1 m³ Rohwasser im Durchschnitt 3,3 m³ Trinkwasser bei Salzgehalten des Rohwassers bis zu

35.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Die Verdunstungsanlage (*humidification-dehumidification / multiple effect humidification*, MEH) der Firma Terrawater in Akutsima arbeitet ohne Zusatz von Chemikalien und erzeugt täglich durchschnittlich 1,4 m^3 Destillat aus 16,7 m^3 Rohwasser bei einem Rohwassersalzgehalt von 7.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Die ebenfalls chemikalienfreie Mehrstufen-Entsalzung (*multi-stage desalination*, MSD) des Solar-Institut Jülich (SIJ/IBEU) in Akutsima produziert ohne Bedarf an elektrischer Energie täglich aus 1,2 m^3 Rohwasser rund 0,5 m^3 Trinkwasser mit einem Rohwassersalzgehalt von 7.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$; durch die modulare Bauweise ist diese Anlage leicht skalierbar und extrem einfach in der Wartung. Die solarenergetische Membrandestillationsanlage von Fraunhofer ISE produzierte aus 6,7 m^3/d Rohwasser durchschnittlich 0,8 m^3/d Trinkwasser, wobei die Anlage während der Projektlaufzeit von Phase II nur knappe 2 Monate kontinuierlich lief; in Phase II zeigt sich jedoch, dass aufgrund der Rohwasserzusammensetzung der Forschungsbedarf für diese Anlage noch sehr hoch ist, so dass Fraunhofer ISE sich am Ende von Phase II zum Abbau der Anlage und Rückzug aus dem Projekt entschieden hat; diese Anlage besitzt daher für Phase III keine Relevanz.

Die Pilotierung wurde durch ein intensives Monitoringprogramm zu den naturwissenschaftlich-technischen, sozialen, kulturellen und ökonomischen Aspekte begleitet (Deffner et al. 2010). Mit der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung wurden Auswirkungen in Hinblick auf den Wasserkonsum und Haushaltsroutinen, die Zahlungsbereitschaft, gesundheitliche Effekte der Dorfbewohner untersucht. Ziel war es darüber hinaus, die Auswirkungen und Anforderungen an die Einführung einer alternativen Wasserressource auf die Institutionen und das Management von Wasserentnahmestellen zu analysieren, um Folgerungen für das *Scaling-up* dieser Technologie zu ziehen.

Allgemein sind die Herausforderung eines funktionierenden Managements der natürlichen Wasserressourcen international und in Namibia hinlänglich bekannt (Faschina 2011, Werner 2009, Ostrom 2003). Die Ergebnisse des sozialen Monitorings zeigen, dass *Ownership* und Management (Betrieb und Wartung) der Anlagen, die Wasserabgabe durch das lokale *Water Point Committee* (WPC) sowie die Zahlungsbereitschaft auch an den Pilotstandorten beträchtliche Herausforderungen darstellen. Der Aufbau eines verlässlich arbeitenden WPC ist für die lokale Bevölkerung schwer zu bewältigen, die Unterstützung und Begleitung durch das DWSSC stellt hohe Anforderungen an Verbindlichkeit, Kommunikation und Kapazitäten, aber auch an den Austausch zwischen den lokalen, regionalen und nationalen institutionellen Ebenen. Routinen und klare Festlegungen zu Kommunikationsprozessen und Budgets in Zusammenarbeit mit dem MAWF sind daher von hoher Bedeutung.

1.4.4 Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung

Trotz eines hohen *Commitments* von Regierungen weltweit zu dem Ziel, einen Zugang zu einer angemessenen Sanitation zu erreichen, zeigen jüngste Analysen systematische Schwächen in der Umsetzung. Dies betrifft insbesondere den Betrieb und die Wartung von Infrastrukturen, die Kapazitäten der Institutionen zur Planung und Implementierung, geringe Budgets und mangelndem Wissen über Hygienefragen (WHO/UN-Water 2012, 2014). Innerhalb Afrikas sind dabei die Entwicklungsvoraussetzungen im südlichen Afrika in den Bereichen Governance, Monitoring und Finanzierung besser als in anderen afrikanischen Regionen (WHO/UN-Water 2015). Darauf weist auch die SADC Water Policy hin, die den geringen Zugang zu „adequate sanitati-

on“ als wichtige Herausforderung für das südliche Afrika hervorhebt und mangelnde Infrastruktur und schlechten Betrieb und Wartung als wesentliche Hemmnisse nennt (SADC 2005). Die Anforderungen, die die namibische Regierung an zukünftige Abwasserkonzepte in Namibia stellt, werden in der *National Sanitation Strategy 2010/11 – 2014/15* (MAWF 2009) definiert. In Nordnamibia wird das Abwasser der infrastrukturell erschlossenen Gebiete der Städte mit einer gravitären Schwemmkanalisation gesammelt und in unbelüfteten *evaporation ponds* gespeichert. Eine Behandlung und Nutzung des Abwassers und seiner Inhaltsstoffe findet nicht statt. In den nicht erschlossenen, informellen Siedlungsbereichen werden lediglich einfachste Sanitäreinrichtungen (z.B. *pit latrines*) ohne Abwasserbehandlung genutzt oder *open defecation* praktiziert (MAWF 2009).

Die von CuveWaters in diesem Kontext vorgenommene Entwicklung und Umsetzung eines energieeffizienten Konzepts zur Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung zielt auf eine Aufwertung von informellen bzw. prä-formalen Siedlungen mit der Verbesserung der Lebenssituation der Bevölkerung, dem Schutz der Umwelt und der Erzeugung eines nährstoffhaltigen Bewässerungswassers mit anschließender landwirtschaftlicher Nutzung. Das Konzept wurde pilothaft in der nordnamibischen Stadt Outapi in enger Kooperation mit den namibischen Partnern, insbesondere der Stadtverwaltung OTC, implementiert (Zimmermann et al. 2015a,b).

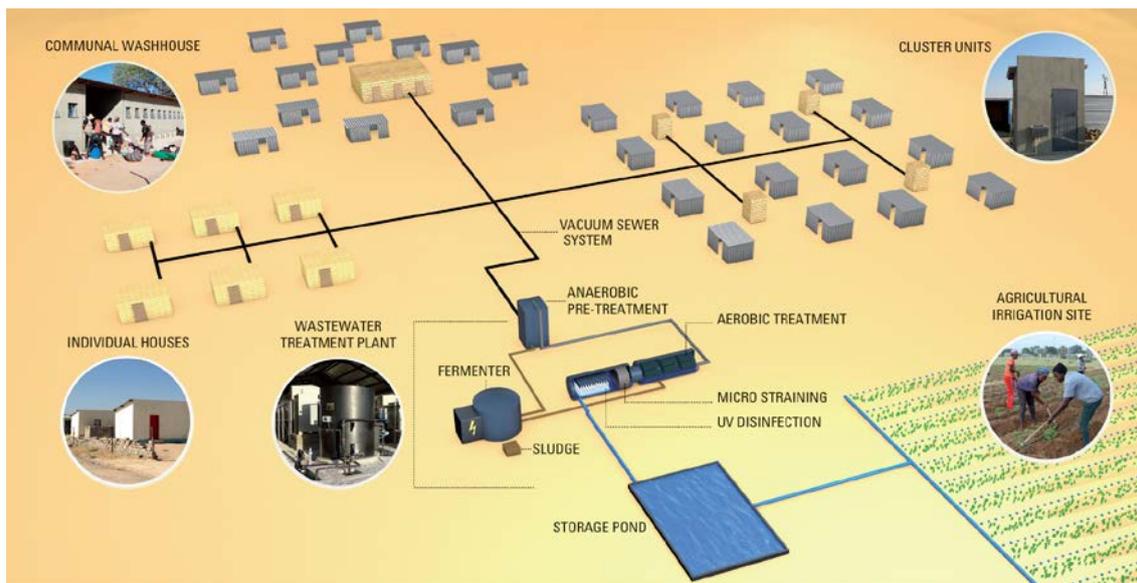


Abb. 10: Schaubild zum Konzept der Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung (Layout: tvf.film+vfx, 2013, modifiziert)

Das von CuveWaters entwickelte Sanitärkonzept umfasst Sanitäreinrichtungen, die Sammlung des Abwassers durch eine Vakuumkanalisation mit anschließender Behandlung und die daran anschließende Nutzung von Wasser und Nährstoffen im Bewässerungsfeldbau (siehe **Abb. 10**). Dabei werden die Abwässer aus drei siedlungsstrukturell unterschiedlichen Gebieten (mit jeweils unterschiedlichen Sanitäreinrichtungen) der Behandlung zugeführt. Die Abwasserbehandlung setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen: 1. anaerobe Vorbehandlung, 2. Aerobe Behandlung zur Kohlenstoff-Elimination mit Scheibentauchkörper (*rotating biological contactor*, RBC), 3. Lamellenklärer und Mikrosieb, 4. UV-Desinfektion. Die Speicherung des behandelten Abwassers erfolgt in einem eigens dafür angelegten Becken, so dass bedarfsgerecht be-

wässert werden kann. Die bei der Abwasserbehandlung anfallenden Schlämme können gemeinsam mit Pflanzenresten des landwirtschaftlichen Bewässerungsfeldbaus in einem Fermenter thermophil gefault und aus dem daraus erzeugten Biogas Strom und Wärme für den Anlagenbetrieb generiert werden. Der ausgefaulte Schlamm kann dann solar getrocknet und anschließend als Dünger verwendet werden (Zimmermann et al. 2015a,b).

Für die erfolgreiche Einführung des neuen Sanitärsystems ist neben der technischen Realisierung vor Ort und der Praktikabilität des Betriebs die Akzeptanz der Bewohner und die Anpassung der technischen und baulichen Umsetzung an Bedarf und Alltagspraktiken wichtig (Deffner et al. 2012). Auch ist nach Abschluss der physischen Baumaßnahmen die nachhaltige Etablierung eines an den Standort und die Institutionen vor Ort angepasstes Betreibermodell für die Abwasseranlage und den Bewässerungsfeldbau sowie ein an die sozio-ökonomischen Bedingungen angepasstes Tarifmodell erfolgsentscheidend. In den zu Phase III vorangegangenen Planungs- und Bauphasen wurden entsprechend dem bedarfsorientierten Ansatz die Bewohner der drei ausgewählten Stadtteile regelmäßig einbezogen und mit ihnen der aktuelle Planungsstand diskutiert, Anpassungen vorgenommen und Verabredungen getroffen (Deffner et al. 2012). Zusätzlich zum Partizipationsprozess erfolgten weitere Studien zu Alternativen im Vorgehen, sozialer Passung und Wirksamkeit sowie Ansätzen zur Veränderung von Gesundheitspraktiken im Bezug auf häusliche Wassernutzung (Deffner/Böff 2012).

Als Ergebnis wurde der *Community Health Club* (CHC) als geeigneter Ansatz identifiziert, um die Einführung avancierter Sanitärtechnologien bei den Bewohnern vorzubereiten. Als adaptierter Ansatz (Waterkeyn 2010, Whaley/Webster 2011) wurde der CHC in Phase II von CuveWaters zusammen mit der NGO AfricaAHEAD als gemeindeorientierter Lernprozess initiiert. Der adaptierte CHC-Ansatz hat zum Ziel, Normen und Werte im Gesundheits- und Hygieneverhalten der Nutzerhaushalte zu verändern. Den Anwohner/-innen wurde es ermöglicht, die Unterschiede verbesserter Wasser-/ Sanitärbedingungen zu sehen, zu fühlen und zu verstehen.

Erfahrungen aus der Planungs- und Bauphase zeigen, dass für Phase III von CuveWaters die Sicherstellung einer sachgerechten Nutzung der Sanitäreinrichtung, die Schaffung von Akzeptanz und Zahlungsbereitschaft der Bewohner bei einer geeigneten Tarifgestaltung in allen Gebieten der drei Arten von Sanitäreinrichtungen, die Generierung einer ausreichenden Nachfrage und ein gutes Management der gemeinschaftlich genutzten Cluster-Lösungen zentrale Herausforderungen sind.

Im Bewässerungsfeldbau wurden mit Vorstudien agrarökologisch und sozio-ökonomisch begründete Alternativen der Umsetzung erarbeitet. Auf dieser Grundlage wurden mögliche Pflanzenanbaulinien, Bewässerungs- und Bodenbearbeitungstechniken in Bezug auf ihre Eignung und Werthaltigkeit hin überprüft und ein Gesamtkonzept für den Bewässerungsfeldanbau entwickelt und implementiert. Merkmal dieses Konzeptes ist u.a. eine effiziente Tröpfchenbewässerung, die zusätzlich zur Auswahl geeigneter Nutzpflanzen in hygienischer Sicht eine weitere Sicherheitsbarriere darstellt. Im Vergleich zu Beregnungstechniken findet bei einer Tropfbewässerung kein direkter Kontakt des aufbereiteten Abwassers mit den erzeugten Nahrungsmitteln statt. Mit der Anordnung einer flächenhaften Drainage der bewässerten Fläche wurden die Grundlagen für ein nachhaltiges Salzmanagement des Bodens gelegt. Zusätzlich zum Freilandanbau wurden zwei Gewächshäuser errichtet, um auch qualitativ hochwertigere Produkte unter noch geringerem Wasser- und Chemikalieneinsatz erzeugen zu können.

Zur Erarbeitung eines geeigneten Bewirtschaftungsmodells wurden unterschiedliche Szenarien bezüglich des Nutzpflanzenanbaus anhand ausgewählter Kriterien (z.B. Marktwert der erzeugten Produkte) entwickelt. Die zu erwartenden Erlöse aus dem Verkauf landwirtschaftlicher Produkte wurden in einem volumetrischen Modell für Wasser-/Abwassertarife berücksichtigt und daraus resultierende Ergebnisse dem Outapi Town Council (OTC) vorgestellt und gemeinsam diskutiert. In enger Absprache mit dem OTC wurde eine lokale Gartenbauinitiative für den Betrieb der landwirtschaftlichen Nutzfläche ausgewählt. Die Erprobung des Betreibermodells wird u.a. hinsichtlich Tarife, Kooperationsstrukturen, Finanzierung und Verantwortlichkeiten wichtige Anforderungen an seine letztliche Gestaltung liefern.

I.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Die Zusammenarbeit mit Partnern außerhalb des Projektverbunds, insbesondere den namibischen Partnern, wurde vor allem durch die Projektleitung/-koordination am ISOE sichergestellt. Hierzu erfolgte eine enge Abstimmung innerhalb der Projektpartner ISOE, TUD und BWT. Im Folgenden sind die wichtigen Stellen der Zusammenarbeit aufgeführt.

- **MAWF und OTC:** Bei der Zusammenarbeit mit namibischen Entscheidungsträgern beim MAWF (und darin DAPEES und DWSSC) und dem OTC stand die Beratung für die Umsetzung der Exit-Strategie im Vordergrund. Mit einer sogenannten „Exit-Strategie“ wurde hierbei die Sicherung einer langfristig orientierten Perspektive über die reguläre Projektlaufzeit hinaus angesprochen. Konkrete Bereiche der Zusammenarbeit betrafen die Optimierung der Anlagen, Trainingsmaßnahmen und die Sicherung des Betriebs, Transfermaßnahmen wie *Roundtables* und Entscheider-Tour im Jahr 2015 sowie die Erstellung von Produkten für Öffentlichkeit und Medien und die Etablierung von Instrumenten zur Planung und Entscheidungsfindung. Eine zentrale Rolle spielten beide Institutionen bei der Übernahme der Pilotanlagen. Das MAWF/DWSSC hat die Entsalzungsanlagen formal und institutionell übernommen und hält im eigenen Haushalt ein Budget für Betrieb und Wartung vor. Das MAWF/DAPEES hat die Verantwortung für die fachliche Beratung und Begleitung der RFWH übernommen, wobei die Anlagen selber in den Besitz der *Communities* übergegangen sind. Das OTC hat die Anlage zur Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung in ihr Eigentum übernommen. Mit den Entscheidungsträgern und Ansprechpartnern in MAWF und OTC bestehen langjährig aufgebaute Kontakte.
- **MURD bzw. RDC:** Für die Durchführung von „*Train the Trainer*“-Schulung zu Technik und Gartenbau sowie bei weiteren Veranstaltungen wurde mit dem *Rural Development Center* (RDC) Okashana, dem *Rural Development Center* Ongwediva zusammengearbeitet, die beide dem *Ministry for Urban and Rural Development* (MURD) untergeordnet sind. Mit den RDC fand in Phase III zudem ein Austausch über die RFWH Working Group des Projekts statt.
- **UNAM, NUST:** Mit den Universitäten UNAM und NUST wurde auf mehreren Ebenen zusammengearbeitet. Für die Aufnahme der Projektergebnisse in die Lehrinhalte wurden Gespräche (teilweise gemeinsam mit der GIZ) geführt und die Prozesse an den Universitäten durch Materialien aus dem Projekt unterstützt. Das Projekt gestaltete und übernahm Vorlesungen (siehe AP4-1 in II.1.4.1) in laufenden Studiengängen an der UNAM und unterstützte in Beiträgen von OTC und NUST zu projektnahen Inhalten auf der IWA Fachtagung (siehe

AP3-4 in II.1.3.4). Die vom Projekt finanzierte und betreute PhD-Arbeit von Kaliki Kambanda konnte 2014 abgeschlossen werden. Der UNAM-Campus in Ongwediva war zudem in den Laborbetrieb der Wasseranalysen für die Pilotanlage in Outapi eingebunden und ist zusätzlich neuer Standort für eine in Kooperation mit der GIZ (Finanzierung) und den Universitäten Kaiserslautern und Berlin für Lehrzwecke errichteten Demonstrationsanlage zu RWH. Für eine Verstetigung dieser Arbeiten übernahm das ISOE die Initiative zur Einreichung eines Antrags in der BMBF-Bekanntmachung „Postgraduale Aus- und Fortbildung in Afrika“ in Kooperation mit NUST, TUD und SASSCAL.

- **Advisory Committee:** Das *Advisory Committee* übernahm eine wichtige Funktion hinsichtlich der Überprüfung des Projektfortschritts. Es setzte sich aus allen namibischen Projektbeteiligten zusammen und hatte bereits bei der Planung für Phase III mitgewirkt. Während des *Kick-off-Workshops* in Windhoek (Oktober 2013) wurden die namibischen Partner in drei Gruppen (gemäß der drei Technologielinien) aufgeteilt. Diese *working groups* hatten während der gesamten Phase III Bestand und erleichterten die Zusammenarbeit.
- **GIZ:** Bei der GIZ wurde CuveWaters vor Vertretern unterschiedlicher Fachabteilungen präsentiert und Synergien zu Aktivitäten der GIZ diskutiert. Hierbei kam es insbesondere zum Austausch über Schnittstellen zu CIM, den Grünen Innovationszentren Afrika, den Green Climate Fund und dem SADC-bezogenen Projekten. Weiter ermöglichte die Zusammenarbeit mit der GIZ (Transportvorhaben) den Bau einer RWH-Anlage an der UNAM in Ongwediva. Diese wurde in enger Kooperation mit der TU Kaiserslautern und der FU Berlin errichtet (siehe I.3).
- **BGR:** Nachdem in Phase II die gemeinsamen Feldarbeiten an den Standorten im Projektgebiet (v.a. in Amarika und Akutsima) abgeschlossen wurden, erfolgten in Phase III Gespräche über eine nachhaltige Ressourcenregulation im Projektgebiet. Anlass war u.a. die aktuelle Debatte in Namibia über die Erschließung der Grundwasserreserven im Projektgebiet (Tujchneider et al. 2013). Dies bereitete die Grundlage für eine Kooperation in der Antragserstellung im Rahmen der GROW-Bekanntmachung des BMBF, in der die Problematik der nachhaltigen Grundwassernutzung im Norden Namibias eines von mehreren internationalen Fallbeispielen darstellt.
- **AIM:** Das Programm *Assistance for Implementation* (AIM) am DLR unterstützte das Projekt maßgeblich im Bereich Ökonomie. Die AIM-Beraterin Ute Zimmermann begleitete die ProjektmitarbeiterInnen in Namibia bei Terminen mit Projektpartnern und Entwicklungsbanken. Dies diente als Grundlage zur Formulierung von Empfehlungen hinsichtlich zukünftiger Finanzierungsoptionen der Technologielinien des MRM. Als Fachexpertin stellte sie den namibischen Projektpartnern, insbesondere seitens des MAWF, auch die Ergebnisse von Kostenrechnungen und Finanzierungsoptionen vor.
- **GWP:** PD Dr. Thomas Kluge (Projektleitung) ist Mitglied der German Water Partnership (GWP) und leitet hier den Arbeitskreis *Capacity Development* und das Länderforum Afrika.
- **Deutsche Botschaft in Namibia:** Mit der Deutschen Botschaft in Namibia fanden regelmäßig Treffen statt, um über den Projektfortgang zu informieren und Aktivitäten abzustimmen. Vertreter der Botschaft nahmen an den Zeremonien zur Übergabe der Pilotanlagen und auf der Abschlussveranstaltung von CuveWaters teil.

- **DRFN:** Die langjährige Kooperation mit der *Desert Research Foundation of Namibia* (DRFN) wurde in Phase III weitestgehend reduziert. Dies war vor allem begründet durch personellen Wechsel beim DRFN.
- **Kenia:** Durch die intensive Einbindung des kenianischen Beraters Isaac Kariuki von *One World Consultants* (OWC) wurde der Süd-Süd-Austausch gefördert und neue Kontakte nach Kenia generiert. Zum Projektabschluss kam zudem durch Vermittlung des kenianischen Botschafters in Namibia ein Delegationsbesuch kenianischer Initiativen mit besonderem Interesse an den RWH-Anlagen und der dezentralen Entsalzung zustande. Der Kontakt wird über die Projektlaufzeit hinaus fortgesetzt, da er zukünftige Transferpotenziale bietet.
- **China:** Das ISOE, vertreten durch PD Dr. Thomas Kluge und Dr. Stefan Liehr, ist Partner der *Sino-German Cooperation Group* und bringen hier Erfahrungen aus CuveWaters zur Anbahnung eines internationalen Transfers in zukünftige Projekte ein.
- **Indien:** Das ISOE bringt Ergebnisse und Erfahrungen aus CuveWaters in die Indo-German-Austauschplattform des *Indo-German Science and Technology Centre* (IGSTC) ein, z.B. auf dem Indo-German Symposium on „*Smart Cities: Challenges & Opportunities*“ am 27.-29.04.2016 in Berlin.
- **SASSCAL:** Mit der SASSCAL-Initiative des BMBF wurde vereinbart, dass Produkte des Projekts CuveWaters über die Plattformen von SASSCAL verfügbar gemacht werden. Die Wirksamkeit der Produkte kann dadurch gestärkt werden und das Angebot von SASSCAL, vor allem für die relevanten Akteure im südlichen Afrika, erweitert werden. Eine erste Auswahl von Produkten aus CuveWaters (u.a. Factsheets, RFWH Toolkit, IWIP-CEB) wurde übergeben, deren Einbindung hat sich durch interne Prozess in SASSCAL (Umstrukturierung mit Verantwortungsübernahme durch afrikanische Stellen und die Vorbereitungen zur Folgephase) verzögert. Die in CuveWaters erarbeiteten Lösungsansätze in den drei Technologielinien finden zusätzlich Eingang in die Formulierung von Anpassungsoptionen zum Abschluss von Task 16 von SASSCAL, das im ISOE bearbeitet wird. Auch ist SASSCAL als Partner eingebunden in den oben (siehe UNAM, NUST) erwähnten Antrag in der BMBF-Bekanntmachung „Postgraduale Aus- und Fortbildung in Afrika“, womit auch strategisches Potenzial zukünftiger Kooperation deutlich wird.
- **OPTIMASS:** In das Projekt OPTIMASS innerhalb des BMBF-Förderschwerpunkts SPACES bringt das ISOE als Projektpartner seine langjährige Vernetzung in die namibische Institutionenlandschaft wie auch seine Erfahrungen und Kenntnisse zu den namibischen Bedingungen ein. Trotz anderem inhaltlichen Zuschnitt von OPTIMASS fließen in das Projekt hinsichtlich der Fragestellung von Maßnahmen zur Generierung von Pufferwirkungen im Ökosystemmanagement Ergebnisse aus dem Projekt CuveWaters, insbesondere RFWH, als bedeutsame Option des Managements ein.

Weitere Experten aus dem unmittelbar regionalen Kontext als auch aus internationalen Fachkreisen wurden über die Antragsteller hinaus in dem integrativ arbeitenden Projekt zu konkreten Einzelfragen eingebunden. Dies betraf gleichermaßen Experten aus Politik und Verwaltung, aus Wissenschaft und Wirtschaft und aus unterschiedlichsten gesellschaftlichen Gruppen.

II Eingehende Darstellung

II.1 Verwendung der Zuwendungen und erzielte Ergebnisse im Einzelnen, mit Gegenüberstellung vorgegebener Ziele

II.1.1 TPI Regen- und Flutwassersammlung

II.1.1.1 AP1-1 Sicherung

Die Ziele des AP1-1 beziehen sich auf die Sicherung und Optimierung des Langzeitbetriebs der Regen- und Flutwassersammelanlagen, sowie auf die Festigung der Institutionalisierung auf Organisationsebene. Dabei wird das gemeinsame Management nicht nur technisch verstanden, sondern auch als Organisationsentwicklung der Gruppen von FarmerInnen, um die Anlagen in die soziale Organisation des Dorfes zu integrieren.

Soziales Monitoring und Konstitution der Farmergruppe

Während der Projektlaufzeit wurde zu diesem Zweck das soziale Monitoring weitergeführt. Analog zu dem Vorgehen in Phase II wurden zu zwei Zeitpunkten (Sep. 2013 und 2014) qualitativ-sozialwissenschaftliche Interviews mit den FarmerInnen durchgeführt (Birzle-Harder/Deffner 2014). Die Gespräche wurden vor Ort an den *Green Villages* bzw. in Epyeshona auch an den Grundstücken geführt, an denen Regenwassersammelanlagen errichtet wurden. Die Befragungen erfüllten dabei zwei Zwecke: Zum einen wurden die sozio-kulturellen Wirkungen der Implementierung untersucht. Zum anderen wurden Bedarfe in Hinblick auf die organisationale Sicherung des Betriebes identifiziert und (Schulungs-) Angebote an die FarmerInnen gemacht. Während der Projektlaufzeit hat sich an beiden Standorten die Zusammensetzung der Gruppen erheblich verändert.

Ergebnis der Untersuchungen ist, dass dauerhaft zentrale Herausforderungen bestehen bleiben: Dies betrifft den Erhalt des Wissenspools, sowohl technisch als auch für das Management der Gruppe und zur Vermarktung, da entweder Gruppenzusammensetzung oder Leitungspersonen gewechselt haben. Auch die Kenntnisse und vor allem Bereitschaft zur Instandhaltung der Infrastruktur (z.B. des Gewächshauses) ist eine Herausforderung, da die Farmergruppen überwiegend aus Frauen bestehen. Grund hierfür ist, dass dabei verschiedene körperlich und/oder handwerklich schwerer zu verrichtende Tätigkeiten die Regel sind und es für Frauen nicht immer einfach ist, diese auszuführen. Zusätzlich tragen traditionelle Rollenbilder – was als Männer- oder Frauenarbeit von der Bevölkerung wahrgenommen wird – zu den Hindernissen im Betrieb bei; beispielsweise werden Gartenarbeiten als Frauensache oder Reparaturen am Gewächshausdach als Männersache eingestuft. Dies erschwert z.T. die Aufteilung und verantwortungsvolle Übernahme von Arbeiten.

Eine gemischte Gruppenzusammensetzung könnte diesen Effekt abmildern. Zwischen den beiden Standorten Iipopo und Epyeshona waren deutliche Unterschiede der Vermarktungsstrategien zu beobachten – der Marktzugang bzw. die Absatzmöglichkeiten sind im peri-urbanen Gebiet von Epyeshona erheblich einfacher als in dem entlegeneren Iipopo. Für die FarmerInnen stellen sich hier Transportmöglichkeiten und der zeitliche Aufwand für den Verkauf als eine wichtige Größe dar. Gleichermaßen lassen sich deutliche Verbesserungen und Vorteile des

kleinskaligen Gartenbaus auf der Ebene der FarmerInnen und deren Haushalten feststellen. Die Beteiligten geben an, persönlich und in den Familien von einer besseren, vielfältigeren Ernährungssituation zu profitieren. Die meisten Beteiligten geben darüber hinaus an, von den Erfahrungen der Zusammenarbeit und dem Zugewinn an Kenntnissen und Kompetenzen zu profitieren – sei es als Gruppe oder auch wenn ein Ausstieg vollzogen wird. Auch dann wird der Gartenbau vielfach weiter praktiziert, und es kommt zu Ausstrahlungseffekten (zu beobachten vor allem in Epyeshona). Die Wechselwirkungen zwischen materiellem und symbolischem Nutzen zeigen sich darin, dass die Beteiligten den Wert ihrer als sinnvoll erachteten Tätigkeit sehr hervorheben und gleichzeitig eine Verbesserung der ökonomischen Eigenständigkeit vor allem von Frauen erreicht werden kann.

Die Hinweise der FarmerInnen in den Erhebungen wurden auch dazu genutzt, um den technischen Anlagenbetrieb zu optimieren (Umsetzung durch die TUD). Gleichzeitig flossen auch zahlreiche Beobachtungen und Gesprächsergebnisse während der Besuche der TUD-Wissenschaftler vor Ort in die Aufarbeitung der Ergebnisse ein, die sich auf die sozialen Wirkungen, Schulungsbedarfe (siehe AP1-2) und die Übergabegestaltung bezogen. In dieser Hinsicht wurde auch die Erarbeitung einer Konstitution der FarmerInnengruppen gemeinsam aus dem Projekt heraus mit den FarmerInnen vorangetrieben (M2; vgl. auch AP1-2).

Evaluation

Die Evaluation des RFWH-Ansatzes basiert auf der Analyse verschiedener Daten des sozialen und des technischen Monitorings. Dazu wurde zwischen TUD und ISOE ein Konzept abgestimmt und eine Evaluationsmatrix mit Dimensionen, Bewertungsbereichen und Leitfragen sowie Indikatoren und Bewertungsregeln festgelegt und mit Erläuterungen versehen. Im Prozessverlauf wurden von TUD und ISOE Leitfragen, Indikatoren und Bewertungsregeln diskutiert und angepasst. Das Evaluationskonzept ist in seinem allgemeinen Aufbau mit den anderen Technologielinien im Projekt abgestimmt, wobei die Detailierung technologiespezifisch angepasst ist.

Nach einem ersten, vorläufigen Bewertungsdurchgang folgte am Projektende eine abschließende Auswertung mit aktuellen Monitoringdaten (technische Daten, Nutzerdaten und Einschätzungen von Experten) (Schulz et al. in preparation). Die oben beschriebenen Ergebnisse aus sozio-kultureller Sicht wurden in einem *Community-Workshop* im Frühjahr 2015 mit der Gemeinde diskutiert (M3). Mit der Auswertung des technischen Monitorings konnte der RFWH-Ansatz auch in dieser Hinsicht evaluiert werden, wobei als Vergleichswert der Zustand vor Ort vor Einführung von RFWH herangezogen wird und darüber hinaus das Erreichen von Zielvorgaben bewertet wird. Demnach konnte bei Betrachtung der ökologischen Dimension die Wassernutzungseffizienz gesteigert werden und ebenso die Pflanzenproduktion, wobei keine Auswirkungen biogeochemischer Belastungen z.B. durch Düngemittel und Pestizide auf das Umland der Infrastrukturen festgestellt wurden. Aus ökonomischer Sicht ist RFWH für die Farmergruppen eine kritische Investitionsfrage. Die Finanzierung des Baus einer Anlage ist oft zu teuer, als dass sie von den Gruppen selbst getragen werden könnte. Hier ist staatliche Unterstützung erforderlich, u.a. in Form von Förderprogrammen, die im Rahmen von CuveWaters nur angeregt werden konnten. Steht und läuft eine Anlage erst einmal, liegen die laufenden Kosten in einem Bereich, der von den Gruppen durch den Verkauf der Ernte mehr als ausgeglichen

werden kann. Dies bedeutet neben der besseren Versorgung mit Nahrungsmitteln auch einen finanziellen Gewinn. Laut Monitoring leben durch RFWH nun alle beteiligten Farmer oberhalb der Armutsgrenze. In der sozialen Dimension konnte gezeigt werden, dass die praktizierte Organisationform von RFWH überwiegend Vorteile hat. Die geringe bis mittlere Entfernung von den Siedlungen fördert ein häufiges Arbeiten an den Anlagen, und der durch *Capacity Development* Maßnahmen geförderte Kenntnisstand der Farmer in der relativ einfachen Technologie ermöglicht den eigenständigen Betrieb, der sich in nur geringen Ausfallzeiten niederschlug. Die Evaluierung von RFWH in der politischen und institutionellen Dimension zeigt, dass die Implementierung von RFWH in einem institutionell komplexen Umfeld erfolgt, in dem die Unterstützung mehrerer Institutionen für einen langfristigen Anlagenbetrieb notwendig ist. Allerdings sind diese Institutionen auf der lokalen bis nationalen Ebene nur teilweise mit entsprechenden Kenntnissen ausgestattet. Durch Beratungen und Fortbildungsmaßnahmen im Rahmen von CuveWaters wurde diese Situation angegangen, um eine passende institutionelle Ausgangslage für eine weitere Verbreitung von RFWH zu schaffen. Während rechtliche Fragen (Eigentum der Anlagen) beispielhaft geklärt wurden, konnten bei der Entwicklung staatlicher Förderprogramme bis Projektende keine abschließenden Ergebnisse erzielt werden. Die Evaluation der technischen Komponenten erbrachte durchwegs gute Resultate. So war die Dimensionierung der Tanks für den Gartenbau für die Überbrückung längerer Trockenzeiten ausreichend. Die regionale Verfügbarkeit von Baumaterial und Ersatzteilen ist gegeben, der CO₂-Fußabdruck ist daher gering. Weder Unfälle noch größere Fehlfunktionen wurden beobachtet, was auch in der einfachen Technologie begründet liegt. Die Anlagen zeigten sich robust gegen Wettereinflüsse, und die erwartete Lebensdauer von 30 Jahren (der zentralen und teuersten Komponente Wassertank) ermöglicht den langfristigen Betrieb. Einziger kritischer Punkt im technischen Bereich ist die Empfehlung eines Wasseranschlusses an das zentrale Verteilungsnetz, um in sehr trockenen Jahren die Bewirtschaftung der Gärten aufrechterhalten zu können.

Im Rahmen der Kooperation mit Institutionen in Namibia wurde ein Textbeitrag von DAPEES zum geplanten „*Small Scale Horticulture Programme*“ kommentiert und in der Folge regelmäßig Gespräche mit der Direktorin von DAPEES, Sophia Kasheeta, über eine Integration von RFWH in das Programm geführt. Neben dem Input von CuveWaters nahmen auch die zuständigen Vertreter der FAO in Namibia Einfluss auf die Ausgestaltung des Programms. Leider sind in der zur Veröffentlichung vorgelegten Version des Programmes die Techniken der Regen- und Flutwasserspeicherung nicht explizit erwähnt. Dennoch eröffnet das Programm (auch laut Aussage des Ministeriums) zahlreiche Finanzierungsmöglichkeiten für Techniken, welche der Bewässerung oder dem Pflanzenanbau dienen. Darüber hinaus regelt es eine deutliche Stärkung von DAPEES in Bezug auf die Betreuung und Unterstützung von Kleinfarmern.

Meilensteine

- M2 Konstitution der Farmergruppen ist erarbeitet [erreicht]
- M3 Evaluation ist abgeschlossen und mit den namibischen Partnern diskutiert [erreicht]

II.1.1.2 API-2 Schulungen

Die Schulungen stellen einen wichtigen Beitrag zur Absicherung des Betriebs der Pilotanlagen sowie allgemein zur Verankerung von RFWH in der Region dar. Dies wurde über Aktivitäten erreicht, die drei Teilziele verfolgten:

- Stärkung und Ausbau lokaler Kapazitäten bei den Gruppen an bestehenden Anlagen
- Aufbau und Vermittlung von Lehrinhalten an zukünftige Anlagenbauer („*Train the Trainer*“)
- Verankerung der Technologie und Lehrstandards bei regionalen und nationalen Institutionen

Stärkung und Ausbau lokaler Kapazitäten

Erstes Ziel der Schulungen war es, lokale Kapazitäten an den bereits vorhandenen Pilot- und Demonstrationsanlagen zu stärken und auszubauen, um somit den weiteren Betrieb der Anlagen durch die Familien und die Farmergruppen zu sichern. Zu den angestrebten Kapazitäten gehören sowohl anlage- und gartenbautechnische Fähigkeiten als auch Managementfähigkeiten.

Mit dem Ziel des Kapazitätsaufbaus zum gemeinschaftlichen Management wurden folgende Aktivitäten durchgeführt: Zu Beginn der Projektphase wurde ein Workshop in Iipopo mit der Betreibergruppe durchgeführt, da diese Gruppe durch die noch kurze Betriebszeit erst wenig Unterstützung in dieser Hinsicht erhalten hatte. Schwerpunkte der Schulung lagen auf Buchhaltung, Arbeitsplanung, Teamarbeit und Konfliktlösungsstrategien. Die Auswertung erfolgte zusammen mit der TUD. Im Rahmen dieser Schulung wurde auch die Gruppenkonstitution (siehe AP1-1) erarbeitet (M6). Später erfolgte ein Besuch vor Ort, um mit den FarmerInnen einen Austausch über den Stand und die Herausforderungen des Gruppenmanagements zu besprechen und getroffene Verabredungen nachzujustieren. Auch in Epyeshona fand ein solcher Besuch statt, da zu diesem Zeitpunkt eine neue Zusammensetzung der FarmerInnengruppe von der Dorfgemeinschaft beschlossen wurde. Gründe dafür waren Differenzen zwischen Gruppenmitgliedern und die Entscheidung, dass alle Dorfbewohner gleichberechtigt sind, um über einen gewissen Zeitraum vom Projekt zu profitieren. Hier wurden Bedarfe und Möglichkeiten der Schulung dieser neuen Gruppe eruiert, die dann in Zusammenarbeit mit OWC umgesetzt wurden. Die Gruppenkonstitution wurde hier neu gefasst.

Aufbau und Vermittlung von Lehrinhalten

Mit der Ausbildung von Multiplikatoren für Planung und Bau von RFWH-Anlagen über das „*Train the Trainer*“-Konzept wird erreicht, dass die zertifizierten Absolventen der Schulungen mit Unterstützung durch OWC oder einen anderen Berater und zusammen mit der lokalen Bevölkerung ein RFWH-Projekt umsetzen können. Ein wesentlicher Baustein bei den technischen Schulungen ist das *Technology Toolkit for Rain- and Floodwater Harvesting* (RFWH Toolkit, Schulz et al. 2015c), welches in Zusammenarbeit von ISOE und TUD mit namibischen Institutionen und OWC weiterentwickelt wurde (siehe AP1-4). Die Schulungen zum Toolkit fanden nicht wie ursprünglich geplant in eigenen Veranstaltungen statt, sondern wurden in die Schulungen zum Tank- und Gartenbau für angehende Trainer und Anlagenbetreiber durch die TUD integriert (Schulung zum Toolkit: M8; Schulung zu Tank- und Gartenbau: M9 im Schlussbericht der TUD). So waren die Veranstaltungen mit regionalen und nationalen Teilnehmern zugleich ein Praxistest für das Toolkit, der zu Anpassungen im Lehrmaterial führte.

Mit dem RFWH Toolkit (siehe AP1-4) wurden Lehrinhalte definiert und Standards gesetzt, die regionale und nationale Institutionen organisatorisch und inhaltlich bei der Implementierung und dem nachhaltigen Betrieb weiterer Anlagen unterstützen können. Verschiedene in Wind-

hoek und Nordnamibia mit dem Thema befasste Institutionen erhielten Exemplare des Toolkits. Die hohe Nachfrage zeigt, dass Interesse und Bedarf nach diesem Instrument sehr groß sind.

Die ursprünglich geplante Schulung durch Netafim fand nicht statt (M7 entfällt). Dafür wurde der Einsatz des Unterauftragnehmers OWC in Namibia ausgeweitet, weitere Schulungen in der Region unter Einsatz des RFWH Toolkits durchgeführt sowie eine längere Beratung und Unterstützung vor Ort durch OWC gewährleistet. Unter anderem behandelten die durch OWC geleiteten Gartenbauschulungen in Epyeshona und Iipopo Aspekte der Tröpfchenbewässerung.

Meilensteine

- M6 Kapazitätsaufbau im gemeinschaftlichen Management durchgeführt [erreicht]
- M7 Schulung zum Bewässerungssystem [entfällt, siehe oben]
- M8 Schulungen zum RFWH Toolkit („*Train the Trainer*“, Anlagenbetreiber) abgeschlossen [erreicht]

II.1.1.3 API-3 Übergabe

Ziele der Übergabe waren einerseits die Übergabe der Pilotanlagen in Epyeshona und Iipopo an geeignete Partner und andererseits die Institutionalisierung der Gartenbaubetriebe und Vorbereitungsarbeiten zu Überführung in eine rechtlich gesicherte Organisationsform.

Übergabe der Pilotanlagen

Vorbereitend zur Übergabe fanden mehrere Treffen und Verhandlungen mit dem MAWF und anderen relevanten Partnern statt, um eine Institution zu identifizieren, die die Anlagen übernehmen kann. Dabei wurde zunächst grundsätzlich über die Weiterführung des Projekts mit den namibischen Partnern entschieden und auch Kriterien für einen möglichen Abbruch festgelegt (M13). Als potentielle namibische Institution für die Übernahme der Anlagen wurden MAWF/DAPEES sowie die Traditional Authority (TA) Uukwambi identifiziert, in deren Zuständigkeitsbereich die Anlagen liegen (M12). Übergabeverhandlungen wurden letztlich mit der TA geführt, mit dem Ergebnis, dass die kleineren Anlagen des Haushaltsansatzes an die jeweiligen privaten Haushalte zu übergeben sind und die größeren Anlagen des *Community*-Ansatzes an die Dorfgemeinschaften, vertreten durch die TA und den *Headman*. Die Übergabedokumente wurden in Zusammenarbeit mit dem *Legal Assistance Centre* (LAC) erstellt und der TA zur Unterschrift vorgelegt. Im November 2015 wurden von der TA und dem MAWF ein *Memorandum of Agreement* unterzeichnet, in dem die Betreuung der Demonstrationsanlagen durch Mitarbeiter von DAPEES geregelt wird und die Farmer regelmäßig über Schulungs- und Trainingsmaßnahmen informiert werden (M16). Die Übergabe der FWH-Anlage erfolgte in Iipopo am 13.04.2015 in einer Veranstaltung mit Vertretern der Deutschen Botschaft, des MAWF/DAPEES, des *Regional Councils* und der Dorfgemeinschaft (siehe Presseschau bei AP4-2). Am 23.11.2015 wurden ebenfalls die RWH-Anlagen in Epyeshona offiziell übergeben. Beim Haushaltsansatz ging der Besitz der Anlagen an die jeweiligen Haushalte über. Die Gemeinschaftsanlage wurde entsprechend der FWH-Anlage in einer offiziellen Zeremonie der Dorfgemeinschaft übergeben. Zu allen Übergaben wurden Dokumente verfasst und unterschrieben.

Gegenstand der Gespräche mit Vertretern des MAWF war auch die Einbettung der Projektaktivitäten in namibische Planungs- und Budgetprozesse als eine Voraussetzung für den weiteren Betrieb. Die Gespräche führten leider nicht zum gewünschten Ziel und die Einstellung eines Budgets für RFWH in den Finanzplan für 2016 fand nicht statt (M15 wurde während der Projektlaufzeit nicht erreicht). Allerdings hat sich das Ministerium schriftlich bereit erklärt, die bestehenden sowie zukünftige RFWH Farmer im Rahmen der vom Ministerium durch DAPEES und die *Agricultural Extension Officers* (AEO) ohnehin durchgeführten Beratungsdienstleistungen mit zu betreuen. Praktisch bedeutet das, dass die RFWH Farmer sich bei den AEOs melden können und diese ihnen dann mit Rat und Tat zur Seite stehen. Zur Unterstützung dieser Aktivitäten fanden Schulungen durch CuveWaters für die AEOs in 2015 statt, um deren Wissen im Bereich Bewässerungsfeldbau zu erweitern. Dabei wurden zusätzlich zu Mitarbeitern von DAPEES, die als AEOs arbeiten, auch Mitarbeiter des RDC geschult (das RDC ist dem Ministerium MRLGHRD untergeordnet).

In 2015 wurde das Implementierungskonzept (IK) für RFWH fertig gestellt. Es enthält Empfehlungen, welche die planenden und ausführenden Institutionen bei der Durchführung von RFWH-Projekten unterstützen (M14, siehe Anlage). Das IK wurde auf dem Abschlussworkshop an die *Traditional Authority* sowie weitere namibische Institutionen übergeben (M18).

Als Erfolgsfaktoren für die Übernahme stellten sich durch die Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem Monitoring und Schulungen folgende Aspekte dar, die in die Implementierungskonzepte eingingen:

- Einbeziehung des Ältestenrates der Dorfgemeinschaft als *Steering Committee* der Gruppe;
- ausreichende und fortwährende Schulungen, die explizit auch Fragen des Managements und der Teamführung betreffen;
- bei jeglicher Art von Schulungen auch Kommunikation in der lokalen Sprache.

Eine Kosten-Nutzen-Analyse/Wirtschaftlichkeitsanalyse wurde fertig gestellt (Volvendo) und dem MAWF/DAPEES zur Verfügung gestellt und erläutert (M17).

Institutionalisierung und Überführung in rechtlich gesicherte Organisationsform

Zur Absicherung des Anlagenbetriebs wurde John Hazam (*Legal Assistance Centre, LAC*) beauftragt, ein Konzept für rechtlich gesicherte Organisationsformen für Farmergruppen von RFWH zu erarbeiten (M11). Damit sollte erreicht werden, dass Unsicherheiten bei Besitz und Betrieb beseitigt würden. Weiterhin sollte ein „*new-paths-concept*“ erarbeitet werden, um die Weiterentwicklung des Projektkonzepts und dessen Umsetzung in die Praxis zu ermöglichen. Schließlich wurden die Farmer an den Anlagen über die Ergebnisse informiert. Ergebnis der Untersuchung war, dass eine informelle Lösung mit der traditionellen und kommunalen Verwaltung angestrebt werden sollte, da rechtlich gesicherte Lösungen wie zum Beispiel die Gründung einer Genossenschaft bisher nicht erprobt sind. Des Weiteren wurden in Zusammenarbeit mit dem LAC eine aktuelle Satzungen für Farmer erarbeitet.

Meilensteine

- M11 Konzepte für die Institutionalisierung der Gartenbauanlagen als gesetzlich tragfähige Institutionen sind erstellt [erreicht]
- M12 Identifikation einer Übernahmehinstution [erreicht]

- M13 Beschluss über die Weiterführung des Projekts zusammen mit namibischen Partnern (basierend auf einer Zwischenprüfung, Kriterien für den Abbruch des Projekts, Implementationskonzept etc.) [erreicht]
- M14 Implementierungskonzepte (inkl. Handlungsempfehlungen) [erreicht]
- M15 Das Budget der namibischen Partner beinhaltet Mittel für die Anlagen [nicht erreicht]
- M16 Vereinbarung zur Übernahme bzw. Betreuung der Farmer liegt vor [erreicht]
- M17 Wirtschaftlichkeitsanalyse (Q3 2015) [erreicht]
- M18 Lokale Verwaltungsbehörden (TA Uukwambi) übernimmt die Eigentümerschaft, und das Implementierungskonzept zu RFWH wurde an namibische Institutionen auf verschiedenen Hierarchieebenen übergeben [erreicht]

II.1.1.4 AP1-4 Diffusion

Das übergeordnete Ziel im Arbeitspaket Diffusion war es, die Voraussetzungen zu schaffen, um die RFWH-Technologien an anderen Orten zu überprüfen bzw. zu implementieren. Aktivitäten umfassten die Analyse regional-ökonomischer Bedingungen und Finanzierungsoptionen für RFWH, die Analyse zum Beitrag von RFWH zur Anpassung an den Klimawandel sowie die Weiterentwicklung, den Einsatz und die Übergabe eines Planungs- und Schulungsinstruments zum Bau von RFWH-Anlagen.

RFWH Toolkit

Zu diesem Zweck wurde das RFWH Toolkit (Schulz et al. 2015c) weiterentwickelt, welches auch ein wesentlicher Baustein bei den technischen Schulungen war (siehe AP1-2). Der Bedarf für ein entsprechendes Instrument wurde bereits in der zweiten Projektphase ermittelt und ein Konzept in einer deutsch-namibischen Arbeitsgruppe entwickelt. In Anbetracht von Schulungserfahrungen, Handhabbarkeit und Produktionskosten wurde das Konzept in der aktuellen Projektphase in Abstimmung mit den namibischen Partnern sowie OWC überarbeitet.

Das RFWH Toolkit besteht in seiner Endversion aus einem Aktenordner mit einer Sammlung von Informationsblättern und Bauanleitungen zu Regen- und Flutwasserspeicherung. Neben spezifischen Angaben zu den bereits realisierten Pilotanlagen (Ausstattung, Anfahrtsbeschreibung, Kontaktpersonen) besteht der größte Teil des Toolkits aus planungsunterstützenden Informationsblättern und detaillierten Bauanleitungen, die standortunabhängig sind. Nur die Lage zukünftiger Standorte für Flutwasseranlagen direkt an Oshanas wird als Voraussetzung betont.

Der erste Teil enthält eine Einführung in die Technologien, Planungshilfen zu Wahl und Dimensionierung der Anlagen, Anfahrtsbeschreibungen zu den Pilotanlagen, Listen mit Ansprechpartnern in Namibia und Deutschland sowie Internet-Links zu RFWH in Afrika. In einem zweiten Teil werden bebilderte Konstruktionsanleitungen zur Verfügung gestellt, welche lokale Schulungsteilnehmer Schritt-für-Schritt vom Tank- und Teichbau über den Bau von Gewächshäusern und den notwendigen Pump- und Bewässerungsanlagen bis zur Anlage von Gärten und deren Bewirtschaftung führen. Regelmäßige Wartungs- und Reparaturaufgaben werden erläutert und Kosten für Material und Werkzeug aufgelistet.

Die erste Version des RFWH Toolkits wurde bei Schulungen zum Tankbau seit Oktober 2014 eingesetzt und nach Evaluierung durch Teilnehmer und Lehrende angepasst und ausgebaut. In

der Endversion bildete es die Grundlage für die Tank- und Gartenbauschulungen im letzten Projektjahr (M8, M9, M10). Die Endversion des Toolkits wurde an die übernehmende Institution RDC Ongwediva übergeben. Eine zukünftige Erweiterung durch RDC in Zusammenarbeit mit der Außenstelle der UNAM in Ongwediva ist durch den modularen Aufbau in einem Aktenordner leicht möglich.

Anpassung an den Klimawandel

Die Implementierung von RFWH-Anlagen leistet einen Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel. Dies wurde in einer Analyse bestätigt (Woltersdorf et al. 2015, Liehr et al. 2015c) (M25), in das auch Untersuchungsergebnisse eines Unterauftragnehmers (AIM) eingeflossen sind. Die Ergebnisse wurden den namibischen Partnern zur Verfügung gestellt und erläutert.

Analysen zu Ökonomie und Finanzierungsmöglichkeiten

Für eine erfolgreiche Verbreitung (Diffusion) der Technologie in Namibia und darüber hinaus ist die Beachtung der ökonomischen Situation und der Finanzierungsmöglichkeiten von zentraler Bedeutung. Für eine Analyse und Darstellung regional-ökonomischer Chancen und Risiken von RFWH wurden wegen der nötigen Fachexpertise Unteraufträge vergeben: Volvendo hat eine Wirtschaftlichkeitsanalyse durchgeführt (AP1-1). AIM hat Finanzierungsoptionen untersucht (AP1-4) und die Ergebnisse den namibischen Partnern im August 2014 zur Verfügung gestellt und erläutert (M28).

Der Bericht zur regional-ökonomischen Wirkungsanalyse wurde durch Detlof von Oertzen angefertigt, die auch mit der Wasserwiederverwendung verbunden ist (AP1-4, auch TP3) (M20). Die Ergebnisse der Studie haben gezeigt, dass es eines Aufwandes von 600 Mio. N\$ im Jahre 2015 bedarf, um 5% der 165.000 Haushalte im zentralen Norden Namibias zu befähigen, Regenwasser von deren Dächern zu speichern und mit Hilfe von Tröpfchenbewässerung Gemüse anzubauen.

Basierend auf Hochrechnungen empirischer Daten würde eine solche Investition circa 2.000 direkte neue Vollzeitstellen kreieren und etwa 330 indirekte Vollzeitstellen. Weiterhin würde ein Nettoeinkommen von ungefähr 44 Mio. N\$ im Jahre 2015 entstehen und 5.600 Tonnen frischen Nahrungsmittel produziert werden. Zum Vergleich: Investitionskosten von circa 613 Mio. N\$ (im Jahre 2015) werden benötigt, um 5% aller Haushalte im zentralen Norden Namibias zu befähigen, an der kommunalen Regenwasserspeicherung und in Gartenbauaktivitäten zu partizipieren. Ein solcher Ausbau würde circa 2.190 direkte und 365 indirekte Vollzeitstellen schaffen und ein Nettoeinkommen von 48 Mio. N\$ in 2015 für ungefähr 6100 Tonnen frische Lebensmittel pro Jahr generieren. Ausgaben in Höhe von 386 Mio. N\$ im Jahre 2015 würden benötigt, um 5% aller Haushalte im zentralen Norden Namibias zu ermöglichen, Flutwasserspeicherung und angeschlossene Gartenbaumöglichkeiten zu schaffen. Dies würde circa 1.450 direkte Vollzeitstellen und 240 indirekte Stellen generieren und ein Nettoeinkommen von 32 Mio. N\$ durch den Verkauf von 4.100 Tonnen frischer Lebensmittel pro Jahr.

Basierend auf der nationalen Armutsbemessungsgrenze würde ein zusätzliches Nettojahreseinkommen von 5.300 N\$ jeweils circa 40%, 30% und 22% zu einem 5-Personen Haushalt beitragen, der als „food poor“, „severely poor“ oder „poor“ klassifiziert ist.

Einen einkommensabhängigen Eigenkonsum angenommen, wird geschätzt, dass Produkte mit einem Marktwert von mehr als 15 Mio. N\$ in 2015 substituiert würden für 5% der zentral-nördlichen Haushalte, die Regenasser sammeln und einen privaten Garten unterhalten.

Der Ertrag würde Produkte substituieren, die zurzeit anderswo produziert werden und darüber hinaus 24 Mio. N\$ zum regionalen Bruttosozialprodukt im Jahre 2015 beitragen. Private Gartenbauaktivitäten würden 6,5 kg frische Produkte pro Person beitragen. Dies entspräche, laut der FAO, circa 13% des jährlichen Pro-Kopf-Konsums an frischem Obst und Gemüse.

Meilensteine

- M20 Der Bericht zur regional-ökonomischen Wirkungsanalyse wurde durch einen Consultant fertiggestellt [erreicht]
- M25 Die Analyse zur Adaption an den Klimawandel ist verfügbar [erreicht]
- M27 Die Technology Toolkits sind an die namibischen Partner übergeben [erreicht]
- M28 Die Wirtschaftlichkeits- und Finanzanalyse, sowie das Finanzierungskonzept wurden an die namibischen Organisationen übergeben [erreicht]

II.1.2 TP2 Entsalzung

II.1.2.1 AP2-1 Sicherung

Die Aktivitäten in AP2-1 zielten auf das Sicherstellen eines nachhaltigen Anlagenbetriebs und legten damit eine wichtige Grundlage für den Weiterbetrieb nach Projektende. Neben den technischen Sicherungsaktivitäten im Verantwortungsbereich der TUD umfassten die Arbeiten (1) die Verbesserung der Kenntnisse der lokalen Bevölkerung in Bezug auf die Nutzung des entsalzten Wassers, (2) die Untersuchung der Auswirkung auf die Gesundheitssituation, (3) die Eingliederung der Anlagen in die DWSSC/MAWF Strukturen und (4) die Evaluation.

(1) Zur Aktualisierung der Nutzungsmuster und Wirkungen (für die Evaluation) an den Entsalzungsanlagen war eine empirische Studie vorgesehen. Die letzten Erhebungen im Jahr 2012 hatten gezeigt, dass in dem spezifischen Umfeld eine standardisierte Erhebung nicht wiederholt werden sollte, die Studie sollte mit qualitativen Methoden durchgeführt werden. Durch die langen Stillstandzeiten der Entsalzungsanlagen (siehe Schlussbericht der TUD und Abschnitt III.4) konnte jedoch kein geeigneter Zeitpunkt für eine Erhebung gefunden werden. Es erschien nicht sinnvoll, die Nutzer zu Wassernutzungsgewohnheiten und gesundheitlichen Auswirkungen zu befragen wenn kein längerer, regelmäßiger Konsum des Wassers gewährleistet ist. Hierfür wurde eine Mindestbetriebslaufzeit von drei Monaten angesetzt.

(2) Zur Weiterbearbeitung der Gesundheitswirkungen des entsalzten Wassers war eine quantitativ-empirische Studie im Rahmen einer Masterthesis angestrebt. Angesichts der Stillstandszeiten der Anlagen wurde auch hier das Vorgehen adaptiert (siehe Schlussbericht der TUD und Abschnitt III.4). Im Projektverlauf wurde daher zwischenzeitlich keine empirische Studie sondern die volkswirtschaftliche Betrachtung von Gesundheitskosten im Vergleich zu Kosten für die sichere Wasserversorgung für die Projektregion anvisiert. Aufgrund der mittelnutralen Verlängerung und einer Umpriorisierung der Aktivitäten in Abstimmung mit dem Projektträger wurde der Werkvertrag für eine solche Studie schließlich nicht an die FH Fulda vergeben.

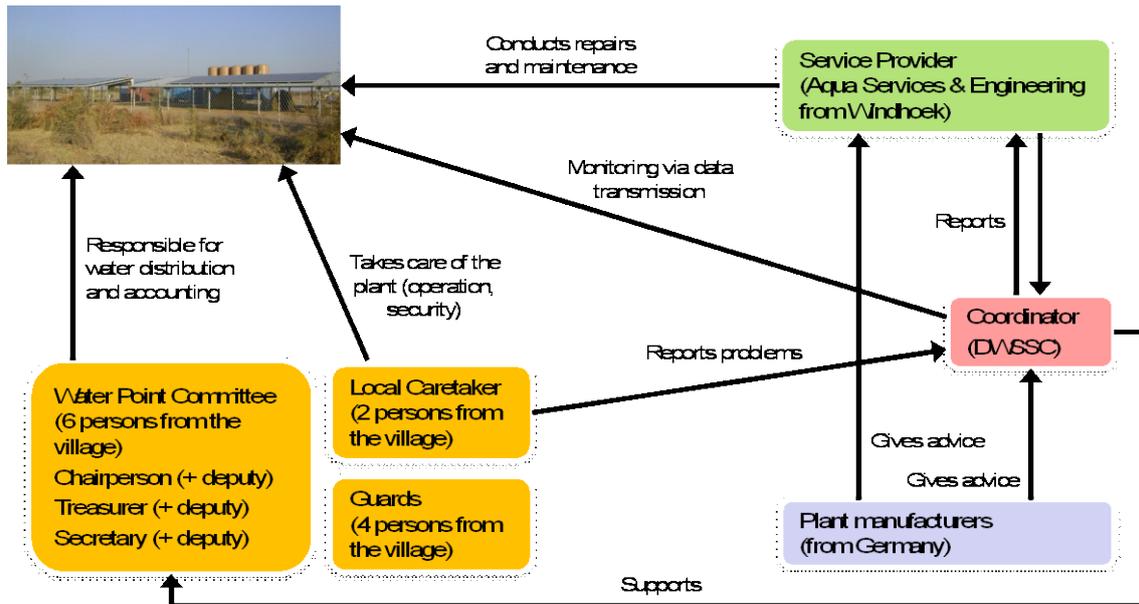


Abb. 11: Das Konzept zum Betrieb der Entsalzungsanlagen

(3) Auf dem *Kick-off-Workshop* zu Phase III in Windhoek wurde gemeinsam mit den namibischen Partnern die institutionelle Verankerung mit Blick auf Kommunikations-, Delegations-, Verantwortungsstrukturen und Finanzflüssen abgestimmt (siehe **Abb. 11**). In einer Reihe von Treffen und Einzelgesprächen vor Ort sowie per Telefon zwischen Projektleitung/-koordination und den namibischen Partnern beim DWSSC (Victor Slinger, Deputy Director des DWSSC) wurden dieses Betriebskonzept nachjustiert, Umsetzungsprobleme diskutiert und auf eine Festigung hingearbeitet. Im Ergebnis ist DWSSC für das Management der Anlagen verantwortlich. DWSSC allokiert das Finanzbudget, erhält Informationen über Probleme und entscheidet über das weitere Agieren, insbesondere über die Einbindung externer Dienstleister oder die Umsetzung von Wartungs- und Reparaturarbeiten mit internen Ressourcen. Die WPC sind eine formal einberufene, ehrenamtliche Institution zum lokalen Management des *Water Points*. Sie sind lokal unmittelbar verantwortlich für das Verteilen und Verkaufen von Wasser aus den Entsalzungsanlagen sowie für die Nutzung des eingenommen Geldes. Die *Local Caretakers* (LC) sind Dorfbewohner, die für alltägliche Wartungen, Sauberkeit und Funktionieren der Anlagen verantwortlich sind. Sie werden von der *Community* gewählt, erhalten ein Training zur Funktionsweise und einfachen Wartungs- und Reparaturarbeiten und werden für ihre Arbeitsaufwendungen entlohnt. Unterstützt werden sie durch *Guards*, die für die Sicherung der eingezäunten Anlage gegen Diebstahl, Vandalismus und Wildtierschäden verantwortlich sind und dafür entlohnt werden. Der *Service Provider* oder Dienstleister ist ein professionelles Unternehmen, das vom DWSSC bei Bedarf zu Wartungs- und Reparaturarbeiten herangezogen werden kann. Dieser *Service Provider* ist durch das Projekt im Umgang mit den Anlagen geschult. Die deutschen Industriepartner und während der Projektlaufzeit auch die TUD können beratend in diesen Abläufen einbezogen werden.

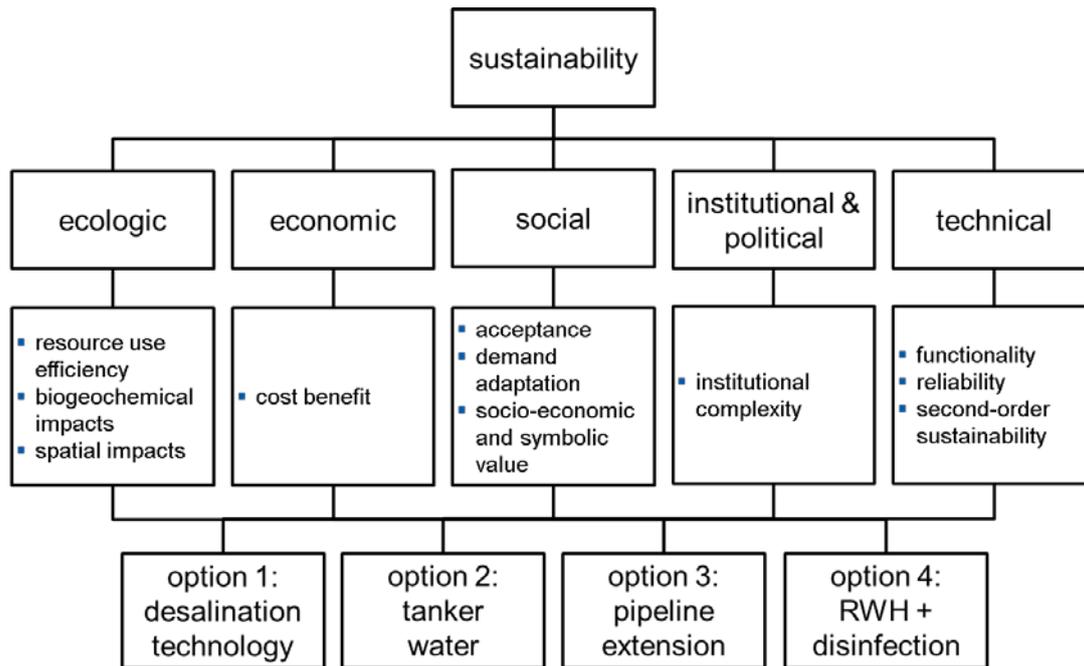


Abb. 12: Die fünf Dimensionen und darunter liegenden Kriterien zur Bewertung der Nachhaltigkeit der Grundwasserentsalzung im Vergleich zu alternativen Versorgungsoptionen.

(4) In der Projektphase II fand ein intensiver Diskussions- und Entwicklungsprozess zu einem Bewertungskonzept und angepassten Indikatoren einer nachhaltigen Implementierung aller Technologien statt. Die hierbei berücksichtigten Dimensionen der Bewertung gehen zurück auf den Stakeholder-Workshop in Oshakati im Oktober 2008, auf dem in einem gemeinsamen Arbeitsprozess mit namibischen Partnern und Akteuren die Grundlinien hierzu festgelegt wurden. In Phase III wurde das Konzept spezifisch für die Evaluation der drei Technologielinien angepasst. Für die Entsalzung erfolgten dazu die Identifikation der für die Nachhaltigkeit besonders relevanten Bewertungskriterien (siehe **Abb. 12**) und die Festlegung von Indikatoren, die eine ausreichende Operationalisierung erlauben. Zusätzlich wurden als Vergleich drei alternative Optionen der Wasserversorgung herangezogen, die in den der ökonomischen Studie von Frau Dr. Pfeiffer ebenfalls vergleichend aufgegriffen wurden – die Versorgung über Tanklaster, einen Ausbau des zentralen Versorgungsnetzes (Pipelines) und die Regenwasserspeicherung und chemische Nachbehandlung mit Chlorpräparaten (Pfeiffer 2014).

Im Vergleich mit den unterschiedlichen technischen Optionen zeigt (siehe **Abb. 13**), dass die Entsalzungstechnologie in ökonomischer und technischer Hinsicht relativ gut abschneidet (Liehr/Papangelou in preparation). Aus ökologischer Perspektive wirken sich jedoch die Entsorgungsfrage zum salzigen Konzentrat, der hohe Ressourcenumsatz im Vergleich zum produzierten Frischwasser und die räumliche Ausdehnung der Wirkung der Grundwasserentnahmen nachteilig aus. Institutionell führen die eingebundenen Akteure zu einer erhöhten Komplexität, die in dieser Dimension im Vergleich zu den anderen Optionen zum tragen kommt. Für die Akzeptanz und Bedarf an entsalztem Wasser braucht es im Vergleich umfangreichere Maßnahmen zur Einbettung, Gewöhnung und Änderungen von Praktiken (z.B. durch Geschmack, Veränderungen im Prozess des Bierbrauens). Daraus ergibt sich ein differenziertes Bild mit Anforderungen, die für mögliche zukünftige Implementierungen dezentraler Grundwasserentsalzung ver-

bunden sind. Die Ergebnisse gehen in das Implementierungskonzept für die namibischen Partner ein und werden darüber hinaus für eine Publikation aufbereitet.

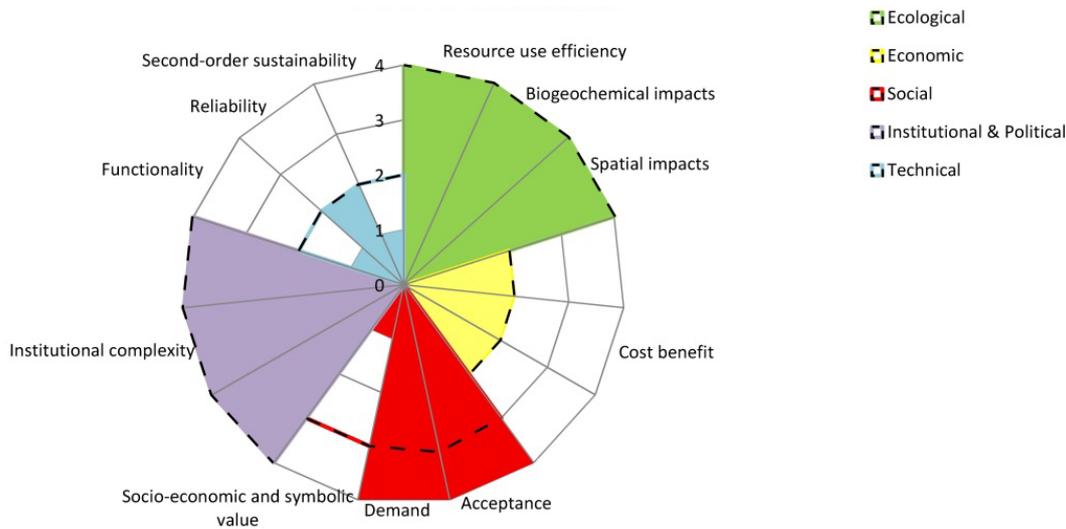


Abb. 13: Bewertung der Grundwasserentsalzung im Projekt CuveWaters. Aus dem relativen Vergleich mit der Bewertung alternativer Versorgungsoptionen ergibt sich die Endbewertung (Liehr/Papangelou in preparation).

Meilensteine

- M29 Konzept zu institutioneller Verankerung ist komplettiert und mit den namibischen Partnern vereinbart [erreicht]
- M31 Die Arbeiten zur Verbesserung der Arbeitssicherheit und Benutzerfreundlichkeit sind beendet [erreicht]
- M34 Evaluation ist abgeschlossen und die Ergebnisse an die Namibischen Partner übergeben [erreicht]

II.1.2.2 AP2-2 Schulung

Ziel des Arbeitspakets ist die Verbesserung der lokalen Kapazitäten von Nutzern, *Caretaker* und WPC bezüglich Nutzung und Management der Entsalzungsanlagen sowie die Verbesserung der regionalen und nationalen Kapazitäten durch Trainings von DWSSC und dem Einbringen von Ausbildungsinhalten in eine national anerkannte Berufsausbildung. Die Arbeiten des ISOE erfolgen in Aktivitäten zur (1) lokalen Verbesserung der Nutzung und (2) Initiierung einer nationalen Berufsausbildung „*Water Operator*“.

(1) Während der offiziellen Übergabe an das MAWF fand ein *Community-Workshop* mit mehreren Zielstellungen statt: Zum einen verfolgte der Workshop das Ziel der Einbindung der *Communities* vor Ort, um deren Sichtweisen und Einschätzungen zum Betrieb aufzunehmen und damit die Entwicklung des Operational Plans anzureichern. Zum anderen sollten im Rahmen des Workshops Wiederholungsschulung zum Nutzen des Wassers und den möglichen gesundheitlichen Verbesserungen thematisiert werden. Auch wenn die BewohnerInnen seit dem Jahr 2010 den Umgang mit dem entsalzten Grundwasser vertraut sind, zeigten die Ergebnisse der empirischen Studie aus dem Jahr 2012, dass es große Defizite im Bereich der Wasseraufbewahrung und Fragen in Bezug auf die Einsatzmöglichkeiten des Wassers gab. Diese Aspekte wur-

den in dem Workshop thematisiert. Eine Wiederholung konnte auf Grund der in AP2-1 und Abschnitt III.4 geschilderten Umstände nicht erfolgen.

Zudem wurden bei der Übergabe Vereinbarungen mit DWSSC zur weiteren Zusammenarbeit getroffen. Die Verabredungen mit DWSSC sahen vor, dass der Einbezug der *Communities* nur in Abstimmung mit DWSSC erfolgen kann und diese das Projekt anfragen würden, wenn sie *Community*-Aktivitäten ausführen würden. Im Verlauf der Phase III wurde seitens DWSSC kein Bedarf für eine partizipatorische Unterstützung gegenüber dem Projekt formuliert. Es konnten deshalb außer den Übergabe-Workshops keine weiteren *Community*-Workshops durchgeführt werden.

(2) In einer namibisch-deutsch initiierten Bedarfserhebung für Trainingsinhalte hat das Projekt Input in Form von Fachexpertise und Materialien für Module für die Lehrlingsausbildung gegeben. Hierzu wurden verantwortliche Institutionen für die Berufsausbildung identifiziert und gemeinsame Meetings abgehalten. Das Projekt hat dabei initiiierend für eine interdisziplinäre Initiative zwischen MAWF, Universitäten und weiterer Partner gewirkt, um schließlich Ausbildungsinhalte des Trainings von CuveWaters in eine national anerkannte Berufsausbildung zu überführen. Der Input von CuveWaters ist in den „*Needs Assessment Report on Water and Sanitation*“ von Wenz (2015) eingeflossen.

Es entfiel das von der TUD verantwortete Training der Dienstleister, da das MAWF nicht der Empfehlung des Projekts folge, einen Dienstleister (*Service Provider*) zur regelmäßigen Wartung und Reparatur unter Vertrag zu nehmen. Daher konzentrierten sich dann alle Schulungen während Phase III (Oktober 2014, März/April 2015) auf die DWSSC-Mitarbeiter (M36, siehe Schlussbericht TUD). Hier ist eine mögliche Schwachstelle in der Governance der Anlagen vom Projekt identifiziert und an das MAWF kommuniziert worden, weil die fachlich ausgewiesenen Kompetenzen des *Service Providers* vom Projekt mit aufgebaut wurden und nicht direkt durch DWSSC-Kapazitäten substituiert werden können.

Meilensteine

- M37 Initiierung einer übergreifenden Initiative zwischen MAWF, Universitäten, etc. um Ausbildungsinhalte des CuveWaters Trainings in eine national anerkannte Berufsausbildung zu überführen wurde durchgeführt und das weitere Vorgehen vereinbart [erreicht]

II.1.2.3 AP2-3 Übergabe

Ziel des Arbeitspakets war die Übergabe der Pilotanlagen an DWSSC bzw. MAWF als zukünftig verantwortliche Institution für das Management der Anlagen. Für die Erreichung des Ziels strukturierten sich die Arbeiten des ISOE in Aktivitäten zur (1) zur Übergabe mit Gesprächen mit Vertretern des DWSSC/MAWF, (2) Begleitung des Prozesses zur Einbettung der Pilotanlagen in Planungs- und Budgetierungsprozesse des DWSSC/MAWF und (3) Erstellung eines Implementierungskonzepts (IK).

(1) Nach der Inbetriebnahme im Juli 2010 wurden die Entsalzungsanlagen im Oktober 2010 offiziell vom Vizeminister des MAWF, Honourable Petrus Ilonga, eingeweiht. Die offizielle Übergabe der Entsalzungsanlagen erfolgte im November 2013, indem die Thomas Kluge (Projektleitung, ISOE) und Wilhelm Urban (TUD) die Anlagen vor Ort an den Staatssekretär des MAWF, J. Iita, übergaben. Die Zeremonie wurde maßgeblich von Mitarbeitern des DWSSC

organisiert. Diese formale, institutionelle Übernahme in das Eigentum und die Verantwortung des MAWF wurde durch einen Brief des MAWF vom 05.08.2014 bestätigt (siehe Anhang). Begleitend fanden vor und nach der Übergabe Abstimmungsgespräche zwischen Projektleitung und –koordination und den Verantwortlichen bei DWSSC/MAWF statt, um die neu eingerichteten Strukturen und Prozesse bei den namibischen Partnern beratend zu unterstützen und abzusichern.

(2) Auf dem *Kick-off-Workshop* von Phase III in Windhoek wurden mit den namibischen Partnern Kommunikations-, Delegations- und Verantwortungsstrukturen sowie Finanzflüsse gemeinsam abgestimmt (M29). In weiteren intensiven Gesprächen wurden diese mit den zuständigen Verantwortlichen des MAWF (Abraham Nehemia, Leopold Niipare, Victor Slinger, Martin Petrus) gefestigt und schließlich in einer mündlichen und schriftlichen Bestätigung (Brief vom 05.08.2014, siehe Anlage) als Bestandteil der Übergabe niedergelegt. Darin eingeschlossen ist die Gewährleistung der Bereitstellung von Budget und Personal für Wartung und Betrieb (M38/M39). Aufgrund des neuen Status der Anlagen beschränkte sich das Projekt daraufhin vor allem auf Beratungsleistungen „on demand“. Den namibischen Projektpartnern wurde somit in Anerkennung ihrer Verantwortlichkeit auf Augenhöhe begegnet.

(3) Das Implementierungskonzept (IK) gibt einen Überblick zu den Rahmenbedingungen, Prozessanforderungen und Ergebnissen in Bezug auf die Pilotimplementierung der Entsalzungsanlagen in CuveWaters. Hierbei finden technische, institutionelle, sozio-ökonomische und ökologische Dimensionen Berücksichtigung. Das IK liefert Informationen und Wissen aus den Erfahrungen von CuveWaters und verweist auf weitere Publikationen (des Projekts) für tiefere Details. Ziele des IK sind eine Unterstützung der Kommunikation zwischen den Partnern in Namibia und Deutschland, die Sicherung strategischer Planungen für zukünftige Implementierungen der Entsalzungsstechnologien des Projekts, die Unterstützung interner Arbeitsprozesse und des Wissensmanagements und zuletzt die Bereitstellung von Referenzen zu entsprechenden Dokumenten mit den Ergebnissen zu den pilothaft implementierten Technologien.

Auf dem *Mid-Term-Workshop* in Phase III wurde mit den namibischen Partnern Struktur und Vorgehen bei der weiteren Erstellung des IK geklärt. Hierbei wurden insbesondere Hinweise auf knappe Informationen mit Verweisstrukturen auf weitere Projektdokumente angesprochen und aufgenommen. Das finale IK zur Grundwasserentsalzung wurde zum Abschluss-Workshop von CuveWaters im November 2015 in Windhoek präsentiert. Die Veröffentlichung erfolgte zum Projektende in der projekteigenen Publikationsreihe der CuveWaters Papers (Liehr et al. 2015).

Über diese Aktivitäten hinaus verantwortete das ISOE koordinierend den Prozess (u.a. Vertragserstellung, Budgetverwaltung, Logistik, Kontakte und Gespräche zu namibischen Partnern, Präsentation der Ergebnisse) der Erstellung einer ökonomischen Analyse der Entsalzungsanlagen im Unterauftrag durch Volvendo Consulting, Frau Dr. Verena Pfeiffer. Die Fachverantwortung für den Unterauftrag lag bei der TUD. Der Bericht wurde von Frau Pfeiffer im Juli 2014 vorgelegt.

Meilensteine

- M38 Namibische Partner planen Finanzierungsmittel für Betrieb und Management im jährlichen Haushaltsbudget ein [erreicht]

- M39 Pilotanlagen in Amarika und Akutsima sind im Besitz der namibischen Partnerinstitution und der nachhaltige Weiterbetrieb ist gesichert [erreicht]
- M40 Eine gemeinsame Evaluierung mit den namibischen Partnern und Entscheidung über das weitere Vorgehen [erreicht]
- M41 Implementierungskonzepte sind fertiggestellt [erreicht]
- M42 Kosten-Nutzen und Wirtschaftlichkeitsanalysen sind fertig gestellt [erreicht]

II.1.2.4 AP2-4 Diffusion

Ziel des Arbeitspaketes ist die Schaffung einer vorteilhaften Umgebung für den Transfer der Entsalzungstechnologien an andere Standorte. Als Voraussetzung hierzu umfassen die Arbeiten des ISOE (1) die Erstellung von Finanzierungskonzepten und (2) das Setzen von Impulsen zur Verbreitung der Projektergebnisse in entsprechende Zielgruppen.

(1) Finanzierungskonzept: Komplementär zur ökonomischen Analyse wurde die Erarbeitung und Anfertigung einer Studie zu Finanzierungsoptionen für eine Verbreitung der Entsalzungstechnologie durch das ISOE koordiniert und durch die TUD fachlich beraten. Im Rahmen von zwei Reisen in nach Namibia und erfolgte durch AIM die Identifikation von möglichen Finanzierungen und eine bewertende Klärung der Relevanz und Passfähigkeit. Im Ergebnis zeichnen sich die Entwicklungsbanken als aussichtsreichste Optionen für eine Finanzierung (insbesondere für die Investition, nicht für den Betrieb) mit angepassten Krediten ab. Zudem können für Investition und O&M die namibische Regierung und öffentliche Einrichtungen im Rahmen ihrer Haushaltsbudgets sowie private Investoren (z.B. für die Nutzung von Entsalzung auf Farmen, Lodges und in Minen) eine weitere Option darstellen. Die Ergebnisse sind als Bericht durch Zimmermann/Lorek (2014/2015) veröffentlicht und wurden von Frau Dr. Zimmermann in Windhoek am 28.07.2014 den namibischen Partnern von DWSSC/MAWF präsentiert.

(2) Impulse, Netzwerke und Potenziale für das *Scaling-up*: Das ISOE hat eine Reihe von Aktivitäten initiiert, koordiniert und umgesetzt, um die Projektergebnisse im Bereich Entsalzung an Entscheider und Planer für einen potenziellen Transfer zu verbreiten. Hierzu erfolgte eine Vorstellung der Ergebnisse auf der IFAT 2015 in Johannesburg vorgestellt (siehe Schlussbericht TUD) sowie zeitlich daran angeknüpft ein von CuveWaters zusammen mit den namibischen Partnern gemeinsam durchgeführter *Roundtable* in Windhoek. Hier wurden vor allem beratende Ingenieure und institutionelle Entscheider in Namibia angesprochen. Das vom Projekt entwickelte Implementationskonzept (Liehr et al. 2015b) und das Factsheet (Liehr et al. 2015a) liefern zudem wichtige Grundlagen für Banken, Investoren oder auch für internationale Ausschreibungen im Rahmen der Klimaanpassung. In diesen Produkten sind auch die Ergebnisse der ökonomischen Analyse mit unterschiedlichen Anwendungsfällen (*market cases*) (Pfeiffer 2014) und der AIM-Studie zu Finanzierungsoptionen (Zimmermann/Lorek 2015) eingeflossen.

Ergänzend:

Die Pilotanlagen der Industriepartner mit den jeweils unterschiedlichen technologischen Ansätzen haben gezeigt, dass die solar-gekoppelte Entsalzung unter den in Nord-Namibia vorherrschenden Bedingungen erfolgreich implementiert werden kann. Die in Phase III durchgeführte Optimierung und Wartung der Industriepartner haben dabei die Betriebsstabilität grundsätzlich erhöht. In Phase III kam es aufgrund des Zeitbedarfs für die Umsetzung der vereinbarten Ver-

antwortungsstrukturen und Verzögerungen in den regulären Wartungsintervalle zu längeren Stillstandzeiten bei den Entsalzungsanlagen. Dennoch zeichneten sich Potenziale für die zukünftige Verbreitung entsprechender Technologien ab. Dabei ist insbesondere das Ansinnen der namibischen Regierung (bzw. des MAWF) einer Implementierung von ca. 30 Entsalzungsanlagen im sogenannten Salt Block im südlichen Namibia sowie die Anfrage des Olushandja Sub-Basin Management Committee zu erwähnen. Die Initiative zur Einführung der Entsalzungs-technologie im Salt Block ist jedoch stark von politischen Faktoren abhängig und war aus diesem Grund zum Projektende von Phase III in ihrem zeitlichen Fortgang unklar.

Die Projektleitung und –koordination nahm zum Projektende die Vermittlung des kenianischen Botschafters in Namibia auf und empfing einen Delegationsbesuch einer kenianischer Initiativen. Diese Initiative zeigt ein besonderes Interesse u.a. an der dezentralen Entsalzung. Der Kontakt über die Projektlaufzeit hinaus zukünftige Transferpotenziale.

Mit Blick auf Netzwerke für die Verbreitung der Entsalzungstechnologien wurden vom Projekt folgende Kontakte etabliert, die in Zukunft Partner für Transferprozesse darstellen können: MAWF/DWSSC, ASE, NamWater, Lund Engineers, UNAM, NUST, University of the Western Cape (South Africa), GIZ, DME Deutsche Meerwasserentsalzung e.V.

Meilensteine

- M45 Finanzierungskonzepte und Businesspläne wurden diskutiert und fertig gestellt [erreicht]
- M46 Übergabe der Finanzierungskonzepte und Businesspläne an die namibischen Partner [erreicht]

II.1.3 TP3 Sanitation

II.1.3.1 AP3-1 Sicherung

Die übergeordneten Ziele des Arbeitspakets sind:

- Sicherung des nachhaltigen (technischen) Betriebs der Pilotanlagen; Optimierung des Master-Plans für die Abwasserbehandlung und –wiederverwendung;
- Absicherung und Optimierung des nachhaltigen Betriebs des Bewässerungsfeldbaus (inkl. Handlungsempfehlungen).

Die Sicherung des Betriebs in Phase III setzt damit ein, dass einige Anlagenteile erst zu Beginn der Phase III endgültig in Betrieb genommen werden konnten. Die Inbetriebnahme der *Cluster Units* in Tobias Hainyeko und der Anschlüsse in der Shack Dweller Siedlung erfolgte im November 2013. Hierfür wurden für die Sicherung des Betriebs zusammen mit OTC und einem externen Moderator Nutzerworkshops durchgeführt. Ziel der Workshops war neben der Eröffnung, die BewohnerInnen über Nutzen, Organisation der Cluster, Verfahrenswege zum Anschluss in der Shack Dweller Siedlung, Verantwortung und Kommunikationswege mit dem OTC zu besprechen. Im Januar wurde in Tobias Hainyeko ein *Follow-up* zum Nutzertraining durchgeführt.

Während der Phase III wurde das sozialwissenschaftliche Monitoring weitergeführt. Die Erkenntnisse daraus flossen in die kontinuierliche Beratung des OTC ein. Das sozialwissenschaftliche Monitoring umfasste verschiedene empirische Erhebungen:

- im April 2014 semistrukturierte Erhebungen zur Nutzung der Anlagen in Tobias Hainyeko und des Waschhauses;
- im September 2014 qualitative Explorationen mit NutzerInnen in Tobias Hainyeko und Shack Dweller Federation;
- im April 2015 standardisierte Erhebung in allen drei Gebieten;
- kontinuierliche Explorationen und Nutzerzählungen am Waschhaus ab April 2014.

Die semi-strukturierte Erhebung in Tobias Hainyeko hatte zum Ziel, Aufschluss über die sozio-ökonomische Haushaltsstruktur, Nutzung der sanitären Anlagen, Organisationsstrukturen der Haushalte eines Clusters sowie das Verhältnis von OTC und NutzerInnen der Cluster-Waschhäuser zu erlangen (Kramm/Deffner 2014). Zentrale Ergebnisse waren unter anderem die Ermittlung der Durchschnittshaushaltsgröße, die wichtig war, um den Wasserverbrauch pro Person und somit die entstehende Abwassermenge besser einzuschätzen sowie Fehlinformationen bzgl. des Wasserpreises aufseiten der Haushalte zu berichtigen. Wichtige Empfehlungen an das OTC umfassten unter anderem die Schaffung von Transparenz und Aufklärung der Bewohner bzgl. der Wasserpreisstruktur und der Vorzüge der *Cluster Units* gegenüber öffentlichen Wasserzapfstellen sowie die stetige und schnelle Instandhaltung der sanitären Infrastruktur.

Das Monitoring des Waschhauses beinhaltete verschiedene explorativ angelegte Befragungen der Waschhausnutzer/-nutzerinnen während des ganzen Jahres 2014. Themen der Befragungen waren Nutzung und Bewertung der Einrichtung, Öffnungszeiten, Eintrittspreise und Wegzeiten. Es konnte ein unterschiedlicher Tagesverlauf der Nutzungen festgestellt werden, was wiederum eine hilfreiche Information für den Betrieb der Abwasseraufbereitungsanlage war, da somit eingeschätzt werden konnte, wann vermehrt mit Abwasser zu rechnen ist. Des Weiteren ergab die Nutzerbefragung, dass eine intensivere Nutzung durch elektrisches Licht in den Abendstunden zu erwarten sei. Das Monitoring ließ vor der Einführung eines erhöhten Eintrittspreises (von 50 Cent auf 2 N\$) auf eine hohe Nutzung und Beliebtheit des Waschhauses in der Bevölkerung schließen. Im Durchschnitt hatte das Waschhaus pro Tag 235 Besucher mit Peaks von bis zu 350 Besuchern. Mit der Einführung des neuen Eintrittspreises sank die durchschnittliche Besucherzahl drastisch auf durchschnittlich 130 Besuchern pro Tag. Viele Bewohner gaben an, dass dieser Eintrittspreis zu teuer für sie sei. Nach Beratungen mit dem OTC hat das OTC geplant, den Eintrittspreis auf 1,5 N\$ pro Besuch ab 2016 zu senken. Es wird mit einer Steigerung der Benutzerzahlen dadurch gerechnet. Des Weiteren hat das OTC 10er Karten eingeführt, die zwar keinen Rabatt, wie empfohlen beinhalten, aber die Möglichkeit bieten bargeldlos das Waschhaus zu betreten, was vor allem für Kinder gedacht sei laut OTC.

In der Shack Dweller Federation wurden ebenfalls Befragungen zu Themen der Nutzung, zum Anschluss- und Rechnungsverfahren sowie zur Haushaltsstruktur als Teil des Monitorings durchgeführt.

Eine abschließende qualitative und quantitative Erhebung wurde zu den drei Sanitäreinrichtungen in den vier Siedlungen (Tobias Hainyeko, Onhimbu, Okayekongwe, Shack Dweller Federation) vorgenommen (Kramm et al. 2015). Die Inhalte und der Fragenkatalog wurden mit der TUD abgestimmt. Ziel war es unter anderem, die Entwicklungen und Verbesserungen im Bereich der Beseitigung von „*open defecation*“ (Defäkieren im öffentlichen Raum) und gesundheitlichen Aspekten zu dokumentieren sowie Hinweise bzgl. der Einführung von neuen Tarifmöglichkeiten.

ten (z.B. Familienkarte für das Waschhaus) zu bekommen. Einige Fragen bauten auf denen des *Household Inventory Survey* von 2012 auf (Dez 2011-Jan 2012 durchgeführt), der somit als *Baseline* (Vorher-Befragung) für diese Befragung diente. Auf die Frage nach Durchfallerkrankungen von Haushaltsmitgliedern waren es 2012 noch 58% der Haushalte in allen Gebieten, die einen oder mehrere Durchfallerkrankte zu verzeichnen hatten, während es im Februar-März 2015 nur 12% waren. Vor allem in Tobias Hainyeko sank die Rate von 80% auf 7%. Bezüglich „*open defecation*“ gab 2015 ein Viertel aller Befragten an dies zu praktizieren, während es 2012 noch die Hälfte war. Eine Aufschlüsselung nach den Siedlungen zeigt, dass in Okayekongwe die Rate um mehr als die Hälfte gesenkt werden konnte (von 96% auf 46%) und in den Siedlungen Shack Dweller und Tobis Hainyeko jeweils um 45%.

Durch das Monitoring konnte somit zum einen Barrieren für die Nutzung identifiziert und Empfehlungen zur Steigerung der Nutzung und den daraus resultierenden Einnahmen an das OTC gegeben werden (z.B. Tarifierpassungen) und zum anderen Ergebnisse über die Wirkung des Projekts geliefert werden.

In kontinuierlichen Gesprächen mit dem *Health and Environment Officer* des OTC, aber auch in Treffen mit weiteren OTC-Beamten und in den Workshops (siehe AP3-2) konnten die Ergebnisse und Informationen weitergegeben und diskutiert werden, um verbessert auf Probleme reagieren zu können und eine stetige Anpassung des Managements für einen erfolgreichen Betrieb und eine erfolgreiche Wartung zu gewährleisten. Des Weiteren wurde das OTC zur Optimierung von Prozessen, Verantwortlichkeiten, Entscheidungswege und Informationsketten beraten.

Der Bewässerungsfeldbau wurde von einem technischen, wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Monitoring begleitet. Die Ablaufwerte der Abwasserbehandlungsanlage entsprechen der Badegewässerrichtlinie, weshalb das behandelte Abwasser für Bewässerungszwecke geeignet ist und entsprechend genutzt werden kann. Die Kläranlage produziert dabei mittels eines Multi-Barrieren-Konzeptes – bestehend aus Abwasserreinigung, Desinfektion, Speicherung/Schönung in Ponds, Tröpfchenbewässerung sowie persönliche Schutzausrüstung der Farmarbeiter – stetig Wasser von hoher Qualität. Im ersten Halbjahr 2014 konnte daher der Bewässerungsfeldbau komplett auf aufbereitetes Abwasser zur Bewässerung umgestellt werden. Ferner wurde das Speicherbecken zwischen Abwasserbehandlung und Bewässerungsfeldbau (*irrigation pond*) in Betrieb genommen.

Seit dem zweiten Halbjahr 2014 wurden verschiedenen Maßnahmen zum wirksameren Betrieb der Anlage, insbesondere zur Senkung der Betriebskosten, ergriffen. Seit Juli 2014 wurde die Anlage einstrahlig betrieben und seit Oktober 2014 lief die Anlage nur noch tagsüber. Den Einsparungen waren allerdings enge Grenzen gesetzt, da ca. 80% der Kosten Fixkosten sind (Personalkosten, Stromanschlusskosten etc.). Die spezifischen Kosten konnten nur durch eine höhere Auslastung gesenkt werden. Für die Bezuschussung durch das OTC bedeutete dies, dass diese nur durch die Erhöhung des Deckungsbeitrags, d.h. mehr Nutzer, gesenkt werden konnten. Für die Bewässerungslandwirtschaft hatte die Unterauslastung (ca. 27 m³/d bei einer Kapazität von 90 m³/d) zur Folge, dass nur etwa ein Drittel der 3 ha Nettoackerfläche konstant mit Bewässerungswasser beschickt werden konnte.

Gegen Ende 2013 wurde ersichtlich, dass der Fortbestand der bestehenden Farmergruppe Ekoti geprüft werden musste und gegebenenfalls der Bedarf besteht, diese zu ersetzen. Die Leistung der Farmergruppe (Ekoti) ließ im Laufe mehrerer Monate nach. Es gab u.a. Lücken in der

Fruchtfolge und dadurch Mindererträge. Der Grund hierfür lag in erster Linie nicht im mangelnden Wissen und *Know-how*, sondern in Spannungen innerhalb der Gruppe. Darüber hinaus stand in Frage, ob der Ernteertrag ausreichend für die Beschickung des Fermenters war, um die Gasschiene der Anlage zu eröffnen. Im Rahmen eines Workshops mit OTC und Ekoti wurden die bis dato erreichten Ergebnisse erörtert und der gemeinsame Beschluss gefasst, die Testphase der Betreibergruppe vorerst bis Ende Juni 2014 zu verlängern. Jedoch wurde ein Optimierungsbedarf hinsichtlich des Farm-Managements identifiziert, der insbesondere den Abbau der Spannungen innerhalb der Gruppe betraf. Bis zum Ende des ersten Halbjahres 2014 wurde die Testphase gemeinsam von OTC und Ekoti bewertet. Ein entsprechender Bericht wurde an das OTC übergeben. Es wurde beschlossen, dass der Betrieb der bestehenden Bewässerungsfläche für das zweite Halbjahr 2014 neu ausgeschrieben werden sollte.

Darüber hinaus wurde im ersten Halbjahr 2014 durch das OTC entschieden, die Bewässerungsflächen zu erweitern. Die entsprechende Planung und bauliche Umsetzung der Erweiterung des Bewässerungsfeldbaus wurde von Seiten des Projekts in Zusammenarbeit mit OWC (Isaac Kariuki Mwangi) durchgeführt. Bis zum November 2014 wurden die baulichen Maßnahmen zur Erweiterung der bisherigen Bewässerungsfläche von 1,5 ha (Nettoanbaufläche ca. 1 ha) um 2,7 ha (Netto ca. 2 ha) fertiggestellt. Die landwirtschaftlichen Flächen waren somit vollständig mit einer Ver- und Entsorgungsinfrastruktur ausgestattet (insbesondere Zuleitungen, Hochtanks, Tröpfchenbewässerungsschläuche, Drainagesystem, Verdunstungsbecken) und eingezäunt. Außerdem wurden die Pachtverträge zwischen dem OTC und dem neuen Farmer David Iileka (Okavu Agric Centre) unterschrieben. Letzterer hat Ende 2014 damit begonnen, seine Felder zu bestellen. Parallel dazu wurden die Aktivitäten des Farmers auf den Bewässerungsflächen projektseitig begleitet und ggf. unterstützt.

Der geplante Unterauftrag an die Universität Kassel zum Verfassen von Handlungsempfehlungen und zur Adaptierung mit dem Fokus auf die Versalzungsdynamik sowie die Pflanzenauswahl wurde im ersten Halbjahr 2014 zugunsten des für die Erweiterung der Bewässerungsfläche notwendigen Mittelbedarfs auf ein Minimum reduziert. Entsprechende Monitoringmaßnahmen wurden stattdessen vom Projekt mit Eigenmitteln durchgeführt.

Die Nachhaltigkeitsbewertung des Sanitation-Konzepts umfasst technische, ökologische, ökonomische, soziale sowie institutionelle und politische Kriterien. Das System wurde (a) mit der existierenden Sanitär- und Wasserinfrastruktur und (b) mit der Implementierung einer konventionellen Abwasseraufbereitungsanlage mit angeschlossener Bewässerungsfläche (mittels aufbereitetem Abwasser) verglichen. Hierfür wurde der *“Analytical Hierarchy Process”* (AHP nach Saaty 1990) benutzt, um die drei unterschiedlichen Anlagenkonfigurationen in Hinblick auf ihre Nachhaltigkeit zu bewerten. Die Studie deckte Zielkonflikte und Trade-offs zwischen den Dimensionen und Kriterien auf. Kritische Faktoren für die Nachhaltigkeit des Projektansatzes sind die Energiegewinnung sowie die Balance zwischen Betriebs- und Instandhaltungskosten einerseits und bezahlbaren Tarife für die Nutzer andererseits. Die Bewertung hat gezeigt, dass eine *Win-Win*-Strategie für die soziale und ökologische Nachhaltigkeit erreicht werden kann.

Vom Projekt wurde zusätzlich eine Kooperation zwischen OTC und WinGoc, dem Betreiber der Abwasseraufbereitungsanlage von Windhoek, erfolgreich angestoßen. Diese „Kläranlagennachbarschaft“ mit der *Ujams Waste Water Treatment Plant* der Stadt Windhoek zielt auf eine langfristige Absicherung des Betriebs der Abwasseraufbereitungsanlage in Outapi. Sie ist ein Er-

gebnis der Abstimmungen mit den namibischen Partnern und waren in dieser Form ursprünglich nicht geplant.

Meilensteine

- M49 Die Monitoring Ergebnisse sind verfügbar (vorläufige Ergebnisse) [erreicht]
- M50 Die Gesamtevaluation ist beendet und die Ergebnisse wurden dem OTC übergeben [erreicht]
- M51 Handlungsempfehlungen und Empfehlungen für die Adaption basierend auf den Analysen ist abgeschlossen [erreicht]

II.1.3.2 AP3-2 Schulungen

Die Ziele dieses Arbeitspakets umfassen (beinhaltet auch Ziele die von der TUD bearbeitet wurden):

- „Operation safeguarding“ der kompletten Anlage und Übergabe an die namibische Partnerinstitution; Vorbereitung der Verbreitung der Technik
- Kapazitätsentwicklung Veränderung des Gesundheits- und Hygieneverhaltens
- Kapazitätsentwicklung Bewässerungsfeldbau

Um diese Ziele zu erreichen, wurden folgende Aktivitäten ausgeführt und Ergebnisse erzielt:

In einem Workshop mit dem OTC im Oktober 2014 wurden folgende Themen bearbeitet: Technisches Wissen (TUD, BWT), operationales Management (ISOE), Verkauf von Bewässerungswasser (ISOE), *Community*-Einbindung (ISOE), Wasserqualitätsmonitoring (TUD), Prozesskontrolle und Qualitätsmanagement (BWT) und Betriebsmanagement (TUD, ISOE). In den Blöcken des ISOE ging es um Zuständigkeiten und Aufgaben des OTC bzgl. des technischen Monitorings und der Wartung von Sanitäreanlagen, des Managements des Ersatzteillagers, des Monitorings des Wasserverbrauchs, der Kommunikationsketten innerhalb des OTC und zwischen OTC und den Stadtbewohnern sowie der Tarifplanung.

Der Zustand der Sanitäreanlagen (Waschhaus und *Cluster Units*) wurde an mehreren Zeitpunkten überprüft (Februar 2014, Juni 2014, Juli 2014, Oktober 2014, Februar 2015) und für gut befunden. Das Reinigungspersonal sorgt für saubere Sanitäreanlagen im Waschhaus. Die *Cluster Units* waren ebenfalls in einem sauberen Zustand. Laut den Befragungen waren die Nutzer sowie das OTC zufrieden mit der Reinlichkeit der *Cluster Units* und des Waschhauses. Da die Sanitäreanlagen in der Shack Dweller Federation in Privatbesitz sind, konnten nur vereinzelt Badezimmer in Augenschein genommen werden. Diese machten ebenfalls einen guten Eindruck. Der Indikator „gut erhaltene Cluster Units“ kann somit als erfüllt gelten.

(Auffrischungs-) Schulungen zum Thema Gesundheits- und Hygieneverhalten und zur Nutzung der Sanitäreinrichtungen, die an die Aktivitäten der *Community Health Clubs* (CHC) aus Phase II anknüpften, wurden in die Nutzerworkshops im November 2013 und Januar 2014 eingebettet. Dabei wurde auch mit den BewohnerInnen der Siedlungen und OTC diskutiert, inwiefern eine Fortführung der CHC sinnvoll und möglich ist. Dabei stellte sich heraus, dass weitere Aktivitäten zwar sehr gewünscht sind, aber weniger die Vertiefung der Hygiene und Gesundheitsthemen. Mit OTC wurde im Verlauf des Jahres 2014 mehrfach besprochen, welche weiteren Aktivitäten sich anbieten würden, auch unter Einbezug lokaler Organisationen wie dem Roten

Kreuz, um eine weitere Hygienesensibilisierung der BewohnerInnen zu erreichen. Leider konnte hier via OTC keine Kooperationen aufgebaut werden und der Projektverbund entschloss sich, keine weiteren Aktivitäten umzusetzen.

Das Multiplikatortraining konnte nicht wie geplant umgesetzt werden, da die etwa 20 zum CHC ausgebildeten Moderatoren der Beruflichen Schule von DAPP ihre Ausbildung im Sommer 2013 abgeschlossen haben, und in Outapi nicht mehr zur Verfügung standen. Die Ausbildung einer gesamten neuen Kohorte von ModeratorInnen zum CHC konnte nicht bewerkstelligt werden, da hierzu keine Mittel vorgesehen waren. Es gab mehrfach einen Austausch mit der Ansprechpartnerin bei DAPP, die insgesamt weiterhin dem Projekt interessiert gegenüberstand und wo möglich, z.B. bei der Suche von geeigneten Interviewern für die Befragungen, unterstützte.

Weiterhin wurden zielgruppenspezifische Informationsmaterialien erstellt: Für die KäuferInnen von Produkten an der Irrigation Site wurde eine Verbraucherinformation erstellt, für die Beschäftigten auf der *Irrigation Site* Informations-/Schulungsunterlagen zur Handhabung des Bewässerungswassers und zur Arbeitssicherheit sowie für die interessierte Öffentlichkeit ein Factsheet über das Sanitär-Abwasserwiedernutzungskonzept in Outapi. Die Inhalte für die Farmer wurden im Rahmen eines Workshops trainiert.

Im Rahmen der Bewässerungslandwirtschaft erhielt die Ekoti-Farmergruppe einmal im Jahr dreitägige Schulungen zur Bewässerungsanlage, wobei im ersten Jahr Grundlagen vermittelt wurden und im zweiten ein Auffrischungstraining für Fortgeschrittene stattfand. Die Workshops wurden jeweils durch den Moderator R. Shigweda geleitet und behandelten u.a. die Themen Buchhaltung, Planung, Teamarbeit sowie Konfliktlösungsstrategien. Im ersten Halbjahr 2014 wurde entschieden, dass die Schulungen zur Bewässerungstechnik nicht durch Netafim, sondern über das DAPEES sowie OWC sichergestellt werden. Aufgrund des Farmerwechsels erfolgte eine Schulung des neuen Farmers durch Isaac Kariuki Mwangi von OWC während der Bauarbeiten im Oktober und November 2014. Ferner begleitete und beriet er den neuen Farmer auch punktuell während seiner Aufenthalte im Frühjahr 2015.

Ferner erfolgten Schulungen im Bereich Gartenbau, wobei Schwerpunkte in den Themen ökologischer Gartenbau sowie Vermarktung lagen. Die Maßnahmen wurden im zweiten Halbjahr 2013 mit der TU Darmstadt abgestimmt und zusammengeführt. Im Frühjahr 2014 fanden die Schulungen dann in Outapi, Iipopo und Epyeshona unter der Leitung von Isaac Kariuki Mwangi von OWC und in Kooperation mit der *Namibian Organic Association* (NOA) statt.

Die ursprünglich geplanten Multiplikatoren-Schulungen zur Tröpfchenbewässerung und Kapazitätsentwicklung im Bewässerungsfeldbau durch Netafim, das DAPEES sowie die NOA wurden zunächst aufgrund des Betreiberwechsels auf die zweite Jahreshälfte 2014 verschoben und dann jedoch ersatzlos gestrichen. Sie hätten sowohl ein Grundlagentraining im ersten Jahr als auch eine Auffrischungsschulung im zweiten Jahr umfassen sollen, wurden aber aufgrund organisatorischer Komplikationen bei einem der Veranstalter und letztendlich zugunsten des Mittelbedarfs für die Erweiterung der landwirtschaftlichen Fläche abgesagt.

Meilensteine

- M52 Schulungen zu Bewässerungsfeldbau wurden durchgeführt [erreicht]
- M54 Auffrischungsschulungen zu Gesundheits- und Hygieneverhalten (CHC) wurden durchgeführt [nicht erreicht, siehe Text]

II.1.3.3 AP3-3 Übergabe

Im Mitte 2013 fand die offizielle Einweihung und Übergabe der *Oswin O. Namakalu Wastewater Treatment Plant* mit Vertretern des OTC, des Regional Councils, des MAWF sowie des Projekts statt. In diesem Rahmen wurden auch die Anlagen des Bewässerungsfeldbaus an das OTC einschließlich einer Bestandsliste aller Materialien offiziell übergeben. Die Übergabe der weiteren Komponenten der Anlage erfolgte im April 2014. Die abschließende feierliche Zeremonie fand am 27.11.2015 unter Beteiligung u.a. des Bürgermeisters der Stadt Outapi, Matheus Ndeshitila und des deutschen Botschafters in Namibia, Christian Schlaga in Outapi statt.

Das Tarifsystem der sanitären Einrichtungen (Wash house, cluster units, shack dwellers) und die Pacht für die Bewässerungsfläche sind mit entsprechenden Modellen monetärer sowie materieller Bestands- und Flussgrößen hinterlegt worden und wurden im laufenden Betrieb der Anlagenteile mit empirischen Werten abgeglichen und feinjustiert. Dadurch ließen sich Aussagen zu den Tarifen sowie zur Kostendeckung des Gesamtsystems treffen. Sowohl für das Haushaltsjahr 2014/2015 als auch 2015/2016 konnten auf diese Weise gemeinsam mit dem OTC die jeweiligen Tarife erarbeitet und angepasst werden. Auf Basis der Analyse der Tarifstruktur wurde ferner mit dem OTC die Umsetzung von Maßnahmen zur Steigerung der Nutzung der Sanitäreinrichtungen abgestimmt. Ende 2014 erfolgte dann die Übergabe des Tarifmodells an das OTC.

Seit der Übergabe der Gesamtsystems im April 2014 hat CuveWaters das OTC beim Management der Anlage, der Sanitäreinrichtungen und der Bewässerungsfläche beraten und unterstützt. Dies betrifft insbesondere eine ausführliche Ersatzteilliste zur Erzeugung eines Stocks, das Tarifsysteem sowie stellvertretende Operatoren. Sowohl die deutschen als auch die namibischen Partner setzten sich mindestens zwei- bis dreimal im Jahr zusammen, um intensive Gespräche zu führen und Probleme sowie offene Themen zu diskutieren. Im Rahmen der sogenannten Sanitation Working Group wurden Verantwortungen, Entscheidungswege und Informationsketten innerhalb des OTC zum Betrieb und Wartung der gesamten Anlage (sanitäre Einrichtungen, Wiederaufbereitungsanlage, Bewässerung) gemeinsam erarbeitet und festgelegt. Der Fokus für das letzte Projektjahr lag auf der Beratung zum Betrieb und der gemeinsamen Erarbeitung von Betriebsführungs- und Betriebsüberwachungskonzepten, so dass das OTC in die Lage versetzt werden konnte, das Sanitär- und Wasserwiederverwendungssystem nach Projektende effektiv und unabhängig betreuen zu können. Zu diesem Zweck sind alle systembezogenen Prozesse (Management, Monitoring, Betrieb und Wartung usw.) eng begleitet und beraten worden. Außerdem wurden entsprechende Tools (z.B. Tarifsysteem, Geschäftsmodelle, Implementierungskonzepte, Dokumentation von Wasserqualität sowie Betrieb der Anlage) bereitgestellt und angepasst. Im letzten Projektjahr wurden die Maßnahmen zur Optimierung des Betriebs ausgewertet und entsprechende Empfehlungen an das OTC formuliert. Des Weiteren erfolgte eine Auswertung der Betriebskosten sowie die Erstellung verschiedener Szenarien.

Gegen Ende 2013 wurden zunächst die Vertragsinhalte für die ökonomische Bewertung mit den Consultants Prof. Rudolph (IEEM) und Frau Zimmermann (im Auftrag von AIM) erarbeitet. Die Ergebnisse der Kosten-Nutzen- und Wirtschaftlichkeitsanalysen sowie der Untersuchungen der Finanzierungsoptionen sind bis zum Frühjahr 2015 erarbeitet worden. Hierzu wurden alle relevanten Daten projektseitig vorbereitet und bereitgestellt sowie der Projektstandort mehrfach für Gespräche besucht.

Das Implementierungskonzept (IK) zur Techniklinie Sanitation fasst die bei der Umsetzung gemachten Erfahrungen und Erfolgsfaktoren zusammen und enthält Handlungsempfehlungen für die Replikation des Systems. Es wurde im Projektverlauf erarbeitet und bis zum Ende des Projekts 2015 fertig gestellt. Auf der Abschlussveranstaltung am 26.11.2015 in Windhoek wurde das IK sowohl den namibischen Partnern, insbesondere dem OTC, als auch den Vertretern des BMBF sowie des Projektträgers überreicht.

Auf Anfrage des OTC „on demand“ hat das ISOE Schulungs- und Absicherungsmaßnahmen an der Bewässerungsfläche unterstützt, indem es einen Aufenthalt von Isaac Kariuki von OWC zwischen August und Dezember 2015 vor Ort organisiert und inhaltlich begleitet hat.

Meilensteine

- M55 Einbettung von CuveWaters Aktivitäten in Planungs- und Budgetprozesse des OTC ist abgeschlossen [erreicht]
- M56 Entscheidungen über den Fortlauf gemeinsam mit den namibischen Partnern (basierend auf der Zwischenevaluation, Kriterien für den Abbruch des Projekts, IK etc.) [erreicht]
- M57 Implementierungskonzept fertiggestellt [erreicht]
- M58 Analyse und Anpassung der Tarifstruktur des OTC abgeschlossen [erreicht]
- M59 Der “Letter of Intent for plant takeover” ist unterschrieben [erreicht]
- M60 Wirtschaftlichkeitsanalyse abgeschlossen [erreicht]
- M61 Kosten-Nutzen-Analyse auf Grundlage einer Wirtschaftlichkeitsanalyse des Gesamtsystems abgeschlossen [erreicht]
- M62 Die Anlage ist im Besitz und in der Verantwortung des OTC und der Langzeitbetrieb ist gewährleistet [erreicht]

II.1.3.4 AP3-4 Diffusion

In Bezug auf die Diffusion wurden das Verbreitungspotenzial der Technologie untersucht, Kriterien hinsichtlich der Eignung des Sanitärkonzepts für andere Standorte entwickelt und die Übertragbarkeit des Konzepts in die Zielregion eingeschätzt. Darüber hinaus wurden zu diesem Zweck die Forschungsergebnisse auf Konferenzen und Tagungen präsentiert.

So wurde u.a. die Techniklinie Sanitation am 17. September 2015 auf dem “1st IFAT Environmental Technology Forum” in Johannesburg im Rahmen der Session der German Water Partnership durch Prof. Cornel (TU Darmstadt, Institut IWAR, Fachgebiet Abwassertechnik) vorgestellt. Der Vortrag umfasste die Implementierung des Konzeptes der Abwasserbehandlung und -wiederverwendung in Nordnamibia und trug damit zur Vorbereitung der Verbreitung des Ansatzes an anderen Standorten bei.

Das Betriebs- und Geschäftsmodell für das Gesamtkonzept wurde angepasst und verallgemeinert. Das Betriebs- und Geschäftsmodell sieht vor, dass OTC der Betreiber der Sanitationseinheiten und der Abwasserkläranlage ist. Das geklärte Abwasser verkauft das OTC als Bewässerungswasser an einen privaten Farmbetreiber. Die erzielten Erlöse konnte das OTC nutzen, um die Kosten für die Abwasserklärung teilweise zu subventionieren. Jedoch leisten die Einnahmen aus dem Verkauf von Bewässerungswasser einen relativ niedrigen Beitrag im Vergleich zu den hohen Kosten der Bewässerungsanlage.

Von November 2012 bis Oktober 2014 wurde die Farm vom OTC an eine Vereinigung von fünf Kleinbauern (Ekoti) verpachtet, die zusammen gemeinschaftlich Betreiber der Farm waren. Die Gruppe der fünf Kleinbauern bestand aus vier gleichberechtigten Personen und einem informellen Gruppenchef. Die Farmbetreiber haben monatlich einen Betrag an das OTC für die Nutzung der Bewässerungsinfrastruktur und der Gebäude auf der Farm abgeführt, die vom OTC gestellt und instandgehalten werden. Für die Nutzung des Bewässerungswassers zahlen die Kleinbauern dem OTC einen verbrauchsabhängigen Preis. Die Erlöse aus dem Verkauf der landwirtschaftlichen Produkte gehören dem Farmer. Im ersten Drittel (November 2012 bis Juni 2013) verlief das Management der Farm sehr vielversprechend und es wurden ordentliche Erträge und Einnahmen erzielt. Jedoch gegen Ende 2013 bzw. Anfang 2014 verschlechterte sich das Management aufgrund von Spannungen innerhalb der Gruppe. In einem Workshop zur Erörterung der Ergebnisse mit dem OTC und der Ekoti-Gruppe wurde ein gemeinsamer Beschluss gefasst, die Testphase der Betreibergruppe vorerst bis Ende Juni 2014 zu verlängern, dann jedoch den Betreiber zu wechseln. Ab November 2014 wurde das Betreibermodell gewechselt und angepasst. Der Farmer David Iileka wurde mit Hilfe einer öffentlichen Ausschreibung, die vom OTC durchgeführt wurde, von mehreren Bewerbern ausgewählt, fortan die Farm zu betreiben. Unterschiedlich zum vorherigen Betreibermodell mit den Kleinbauern (Ekoti) ist, dass es sich bei ihm um einen Betreiber mit landwirtschaftlicher Erfahrung handelt, der als alleiniger Betreiber die Farm pachtet und Bauern anstellt. Die Kosten für den Kauf des Bewässerungswassers vom OTC machen einen Großteil der Ausgaben des Farmers aus, jedoch ist der jetzige Preis für geklärtes Abwasser niedriger als der für Trinkwasser.

Der Bericht zu den regional-ökonomischen Wirkungen des Verkaufs der landwirtschaftlichen Produkte wurde fertiggestellt. Die Ergebnisse der Studie haben gezeigt, dass für je 10% der circa 6.000 Einwohner von Outapi, die an das lokale Abwassersystem angeschlossen sind und somit Abwasser in die Anlage einspeisen, 0,5 Hektar Land bewässert werden können. Nach aktuellem Stand (2015) können so, auch ohne Weiterentwicklung der Managementmethoden, jeden Monat 730 kg frische Waren mit einem Verkaufserlös von mindestens N\$ 10 pro Kilogramm produziert werden. Damit werden weiterhin wenigstens zwei direkte und mehr als zwei indirekte Vollzeit äquivalente Jobs mit einem potentiellen Jahreseinkommen von 14.600 N\$ generiert. Der jährliche Output pro 0,5 Hektar Land, das mit aufgearbeitetem Wasser bewässert wurde, beinhaltet weitere 1,45 kg frische Waren pro Kopf in Outapi, bzw. circa 3% des jährlichen Pro-Kopf-Konsums frischer Waren (basierend auf FAO Schätzungen). Eine Produktion dieser Größenordnung impliziert einen zusätzlichen Beitrag von circa 62.000 N\$ im Jahr 2015 für die lokale Wirtschaft. Jedoch zeigt die Auswertung der Wirtschaftlichkeit eine Sensitivität gegenüber den Wasserkosten. Es zeigt sich, dass das Projekt nicht mehr wirtschaftlich ist, wenn die Wasserkosten 0,95/m³ N\$ überschreiten, selbst wenn keine weiteren Kosten für die Anlagen und deren Wartung veranschlagt werden. Die Ausbreitung der Aktivitäten im Bereich Wasserwiederverwendung in Outapi schafft beträchtliche Potenziale für einen wirtschaftlichen Mehrwert. Dies umfasst verschiedene positive Einflüsse auf die lokale und regionale Wirtschaft, wie beispielsweise die Schaffung neuer Stellen, die Verbesserung der Gesundheit und Ähnliches. Dennoch kann der wirtschaftliche Mehrwert nur geschaffen werden, wenn ein qualifizierter Betreiber identifiziert und beibehalten werden kann, der Willens ist in weitere Anlagen, Ausstattung, Trainings und weitere Bedarfe zu investieren, die nötig sind, um wertschöpfende Produkte

auf die Märkte zu bringen. Dies ist nur dann realistisch, wenn sich die generelle Herangehensweise an Produktion und Management der Wasseraufbereitungsanlagen fundamental ändert.

Die Wassersammlung- und Speicherung für die Bewässerung privater Gärten und kommunaler Einrichtungen und die Flutwasserspeicherung ermöglichen generell erhebliche Potenziale für die Verbreitung und generieren zahlreiche wirtschaftliche Vorteile im zentral-nördlichen Namibia. Die Komplexität und Kosten für den großformatigen Ausbau der Wasserspeicherung auf Haushalt- und Kommunalebene sind beträchtlich und sollten nicht unterschätzt werden. Bei der Verbreiterung der oben genannten Vorgehensweise ist es besonders wichtig, die unzuverlässigen und unbeständigen Regenfälle im zentral-nördlichen Namibia zu beachten. Selbst ohne die Effekte des Klimawandels schwanken die Regenfälle in der Region deutlich und werden dies auch in der Zukunft tun. Dieser Aspekt ist von besonderer Bedeutung für die Flutwassersammlung und den damit verbundenen Gartenbauaktivitäten, die vom jährlichen Vorkommen der „Ejfundas“ (Überschwemmungen) abhängig sind. Weiterhin wird festgehalten, dass sowohl die individuelle (Haushaltslevel) als auch die kommunale Wasserspeicherung lediglich das Wasser ersetzen kann, dass für die regelmäßige Bewässerung von Nöten ist. In Dürrezeiten kann eine ausgedehnte Nutzung dieses Verfahrens dazu führen, dass eine erhöhte Belastung für die Zuführung von Wasser aus Rohren entsteht.

Als Vernetzungs-, Informations- und Präsentationsmöglichkeit wurde von CuveWaters eine Delegation von drei Vertretern des OTC nach Deutschland organisiert. Die Delegation traf sich mit den Projektpartner TUD und ISOE für gemeinsame Diskussionen und Abstimmungen sowie mit BWT verbunden mit einer Besichtigung von Referenzanlagen in dem Unternehmen. Darüber hinaus erfolgte ein Besuch der Internationalen Fachmesse „Wasser Berlin 2015“ und eine Teilnahme an den Feierlichkeiten zur 25-jährigen Unabhängigkeit Namibias am 25. März in der Namibischen Botschaft in Berlin.

Als Beitrag zur Diffusion der Ergebnisse und Außenpräsentation von OTC von NUST unterstützte das ISOE die Vorbereitung der Präsentationen von H. Neumbo von OTC zum CHC-Konzept und von C. Ntesa von der NUST zum *Demand-Responsive Approach* auf der Internationalen Fachtagung *IWA – International Conference on Water Reuse*.

Meilensteine

- M63 Der Bericht zur regional-ökonomischen Wirkungsanalyse wurde durch einen Consultant fertiggestellt (Q3/2015) [erreicht]
- M65 Die Adaptation und Generalisierung des operationalen und des Businessmodells für das Gesamtkonzept ist abgeschlossen [erreicht]
- M66 Finanzierungskonzept für die Anlage ist abgeschlossen [erreicht]

II.1.4 TP4 Transferförderung, Integration, Koordination

II.1.4.1 AP4-1 Akademische Ausbildung

Ziel des AP war die Verankerung des Projektwissens in den Lehrinhalten der akademischen Ausbildung und die Unterstützung von Forschungsarbeiten an den Pilotanlagen.

Mit der Beteiligung an Vorlesungen an der UNAM, der Weitergabe von Materialien zur Einbindung in die Curricula und die Betreuung von Abschlussarbeiten wurde dieses Ziel erreicht. An

der UNAM hat Thomas Kluge in zwei Seminaren an den Departments für Hydrogeologie und für Soziologie Gastvorlesungen gehalten: in einem Seminar am 27. März 2014 zu den Ergebnissen und Erfahrungen von CuveWaters im Bereich „*Urban Development and Sanitation*“ aus sozialwissenschaftlicher Perspektive und in einer Vorlesungsreihe am 28./29. März 2014 zu „*Challenges and Barriers of IWRM*“. Zudem wurden Berichte und Veröffentlichungen aus dem Projekt für die Gestaltung zukünftiger Lehrinhalte zur Verfügung gestellt.

Mit dem Bau einer RWH-Anlage am UNAM Campus in Ongwediva (siehe III.3 und **Tabelle 1**) wurde eine wichtige Grundlage geschaffen, um Regenwassersammlung und landwirtschaftliche Produktion in den akademischen Betrieb einzubeziehen und auch eine Basis für studentische, praktische Arbeiten zu schaffen. Die Anlage wurde in Kooperation von CuveWaters mit der UNAM, TU Kaiserslautern, FU Berlin und der GIZ aufgebaut und von der GIZ finanziert. Der Betrieb erfolgt durch die UNAM.

Im Projekt wurden zudem in Phase III folgende Qualifikationsarbeiten abgeschlossen, an denen das ISOE in der Betreuung eingebunden war: Janosch Birkert (Masterarbeit), Kaliki Kambanda (Dissertation), Karoline Kickler (Masterarbeit), Mario Reichenbach (Bachelorarbeit), Laura Woltersdorf (Dissertation). Darüber hinaus entstanden an der TU Darmstadt 9 Bachelor- und 5 Masterarbeiten. Zwei Dissertationen an der TU Darmstadt (Alexander Jokisch, Katharina Müller) befinden sich in der Abschlussphase.

Meilensteine

- M67 Lehrinhalte für die Technologien des Multi-Ressource-Mix mit einem integrativen Fokus [erreicht]
- M68 Studentische Abschlussarbeiten sind abgeschlossen [erreicht]

II.1.4.2 AP4-2 Wissenstransfer

Ziel dieses Arbeitspakets war die erfolgreiche Gestaltung des Wissenstransfers in die verschiedenen Zielgruppen. Dadurch sollten Projektergebnisse erfolgreich in der Fachöffentlichkeit und bei relevanten namibischen Projektpartnern publik gemacht werden und Planern und Entscheidern in leicht zugänglichen und benutzerfreundlichen Inhalten und Formaten, und als Instrumente zur Entscheidungsunterstützung zur Verfügung stehen. In Phase III wurden die nachfolgenden Aktivitäten umgesetzt. Zudem wurde ein Monitoring zur Resonanz zu CuveWaters in der Presse durchgeführt, dessen Ergebnis ist in einer Presseschau bzw. Medienspiegel aufgeführt (hier nur für Phase III, im Anhang für die gesamte Laufzeit CuveWaters).

Pressemitteilungen

Alle größeren bzw. bedeutsameren Projektaktivitäten wurden durch Pressearbeit begleitet. Hierzu gab es englische und deutsche Pressemitteilungen, die vor allem in der namibischen Presse sehr positiv aufgenommen wurden (siehe unten der Medienspiegel). Oft gab es zusätzliche Interviews für Presse und Radio. Auch in Deutschland war die Resonanz durchaus positiv.

- Press release „Completion of the CuveWaters research and development project. Adapting to climate change using the example of Namibia: natural water sources in the driest regions on earth“, Pressemitteilung zum Abschluss des Forschungs- und Entwicklungsprojekts CuveWaters, Frankfurt am Main/Windhoek, 23.11.2015

- Pressemitteilung „Abschluss des CuveWaters Forschungs- und Entwicklungsprojekts. Anpassung an den Klimawandel am Beispiel Namibia: natürliche Wasserquellen in der trockensten Regionen der Erde nutzen“, Pressemitteilung zum Abschluss des Forschungs- und Entwicklungsprojekts CuveWaters, Frankfurt am Main/Windhoek, 23.11.2015
- Invitation to the media „German-Namibian research project CuveWaters: Handover of the rainwater harvesting plants in Epyeshona“, Einladung für die Medien zur Übergabeveranstaltung der Regenwassersammelanlage in Epyeshona, 19.11.2015
- Press release „Water for the dry season – Handing over the rainwater harvesting plants in Epyeshona, central-northern Namibia“, Presseinformation zur Übergabe der Regenwassersammelanlage in Epyeshona, 19.11.2015
- Invitation to the media „German-Namibian research project CuveWaters: Farewell event in Windhoek“, Einladung für die Medien zur Abschlussveranstaltung in Windhoek, 19.11.2015
- Pressemitteilung „Wasser für die Trockenzeit – Übergabe der Flutwassersammelanlage in Namibia“, 15.04.2015
- Pressemitteilung „Abwasser als Ressource: Innovatives Sanitärkonzept für Namibia“, 28.10.2013
- Press release „Wastewater as a resource: Innovative sanitation concept for Namibia“, 28.10.2013
- Press release „Official handover in Namibia: Desalination plants generate drinking water“, 11.08.2013
- Presseinformation Nr. 135 „Film-Premiere im Murnau-Filmtheater: WaterChanges, Forum Wissenschaft + Kunst zeigt die Erfolgsgeschichte des Wasser-Forschungsprojekts CuveWaters im Norden Namibias“, 20.09.2012
- Pressemitteilung „Wasser für Namibia: Innovative Technologien für die trockenen Regionen Afrikas“, 07.09.2012

Presseschau bzw. Medienspiegel

- Mit Tomaten zu mehr Jobs, Gesundheit und Sicherheit, Perspectives Daily (online), 22.06.2016
- Wasser für Namibia - Cuve Waters, Leo from the Blog, 13.04.2016
- Leading green development at Epyeshona. The Namibian, 19.01.2016
- Wasserspeicher in Namibia: Mit deutscher Hilfe gegen die Dürre, Wirtschaftswoche – Green Economy (online), 07.12.2015
- Namibia: Cuvewaters Delivers the Goods, AllAfrica.com (online), 03.12.2015
- CuveWaters Project ends, Economist Namibia (online), 27.11.2015
- CuveWaters-projek sluit af na tien jaar, Republikein (online, print), 27.11.2015
- Großer Wassertag für Outapi, Allgemeine Zeitung Namibia (online, print), 26.11.2015
- Natürliche Wasserquellen in extrem trockenen Regionen nutzen, cleanenergy project (online), 26.11.2015
- Rainwater harvesting a money-spinner, Namibian Sun (online), 25.11.2015

- Anpassung an den Klimawandel: Natürliche Wasserquellen in den trockensten Regionen der Erde nutzen, FONA (online), 25.11.2015
- Completion of the CuveWaters Project in Namibia, Lelamobile.com (online), 24.11.2015
- Anpassung an den Klimawandel: Natürliche Wasserquellen in den trockensten Regionen der Erde nutzen, Botschaft der Republik Namibia in der Bundesrepublik Deutschland (online), 23.11.2015
- Namibia: Catching water when it rains, Allafrica.com (online), 20.11.2015
- Catching water when it rains. Namibia Economist (online), 20.11.2015
- Rainwater harvest assists during drought. The Namibian / Allafrica.com (online), 24.09.2015
- Better water resources translate into opportunities, Prime Focus (print), 01.09.2015
- Einfach hilfreich – Es kann so simpel sein – Sechs Ideen die die Welt ein wenig besser machen, Technology Review (online), 01.08.2015
- CuveWaters – Regenwasser auch bei Trockenheit nutzen. Allgemeine Zeitung Namibia (online, print), 01.07.2015
- Agriculture officials trained on harvesting rainwater, Leleamobile.com (online), 09.06.2015
- Wasser für die Trockenzeit – Übergabe der Flutwassersammelanlage in Namibia, Deutsche Botschaft Namibia (online), 11.05.2015 (Reaktion auf ISOE Pressemitteilung)
- Flood water harvesting plant for Iipopo, Namibian Economist (print), 25.04.2015
- Für die Trockenzeit Wasser sichern, Springer Professional (online), 24.04.2015
- Oshigwana shomlipopo sha pewa oprojeka yomeya, Namibian mOshiwambo (print), 21.04.2015
- Flood Water harvesting plant for Iipopo, Namibian Economist (online), 17.04.2015
- Harvesting Floodwater for Farming. New Era (online, print), 15.05.2015
- Community gets Floodwater Harvesting The Sun Moshiwambo (print), 15.04.2015
- Harvesting Floodwater for Farming, New Era (online), 15.04.2015 (Reaktion auf ISOE Pressemitteilung)
- Wasser für die Trockenheit - Flutwassersammelanlage in Iipopo feierlich übergeben, Allgemeine Zeitung Namibia (online, print), 14.04.2015 (Reaktion auf ISOE Pressemitteilung)
- Wasser für die Trockenzeit – Übergabe der Flutwassersammelanlage in Namibia. Namibian Press Agency (online), 14.04.2015 (Reaktion auf ISOE Pressemitteilung)
- Wasser für die Trockenzeit – Übergabe der Flutwassersammelanlage in Namibia, BMBF – Kooperation International (online), 14.04.2015 (Reaktion auf ISOE Pressemitteilung)
- Wasser für die trockene Jahreszeit, Deutsche Botschaft Windhoek (online), 15.03.2015
- Relaunch: Neue Website des deutsch-namibischen Forschungsprojekts CuveWaters, Green-Tech Germany (online), 11.12.2014
- Why natural resources matter for improving governance in Namibia, Devex.com (online), 09.12.2014
- ISOE – CuveWaters: Integriertes Wasserressourcen-Management in Namibia, GWP-News 06/2013 (online, print), 01.12.2013

- The MAWF takes over Akutsima and Amarika desalination plants, MAWF Newsletter (online), 01.12.2013
- Abwasser als Ressource, Wasser, Luft und Boden / wld.de (online), 21.11.2013
- Wastewater as a resource – Innovative sanitation concept for Namibia, Medizin Aspekte (online), 15.11.2013
- Namibian Project Team Succeeds in Using Wastewater for Agriculture, Namibian News Network (online), 15.11.2013
- Govt takes over Akutsima, Amarika, The Namibian (online), 15.11.2013
- Late Outapi CEO honoured with treatment plant, The Villager (online), 15.11.2013
- Innovative Water reuse In Outapi, Economist Namibia (online), 08.11.2013
- Namibia - Innovative Water reuse in Outapi, All African (online), 08.11.2013
- Govt takes over Akutsima, Amarika desalination plants, New Era (print), 05.11.2013
- Govt takes over Akutsima, Amarika desalination plants, The Namibia (print), 05.11.2013
- Sauberes Wasser in Siedlungen – Anlage übernommen, Allgemeine Zeitung Namibia (print), 05.11.2013
- Wasterwater Used For Irrigation, Sun Namibia (print), 05.11.2013
- Abwasser Als Ressource Innovatives Sanitärkonzept, Umweltdialog (online), 04.11.2013
- Wasterwater Used For Irrigation, Sun Namibia (online), 04.11.2013
- Outapi turns waste water into resource, Windhoek Observer Business (online) – 01.11.2013
- Water for Namibia – Innovative technologies for Africa's dry regions, Flamingo (print), 01.11.2013
- Namibian project team succeeds in using wastewater for agriculture, Nam News Network (online), 30.10.2013
- Namibian project team succeeds in using wastewater for agriculture, Informante (print), 30.10.2013
- Late Outapi CEO honoured with treatment plant, The Villager (print), 30.10.2013
- Wet op waterbestuur kry steun, Republikein (print), 29.10.2013
- Herwinningsprojekte vir water neem toe, Republikein (online), 29.10.2013

Radiobeiträge

- Iono.fm, CuveWaters – Wasser für den Norden, 25.11.2016
- Hessischer Rundfunk (Hörbeitrag), 09.05.2015
- Hitradio Namibia (Hörbeitrag), 16.04.2015
- HR-Info, Interview mit Jutta Deffner zu CuveWaters, Sendung zum Welt-Toiletten-Tag am 22.11.2014
- NBC German Radio, Interview mit Prof. P. Cornel, 05.11.2013
- Hitradio Namibia, Kurzmeldung Outapi (online), 03.11.2013
- Hitradio Namibia, Kurzmeldung Outapi (online), 01.11.2013
- Hitradio Namibia, Kurzmeldung Outapi (online), 29.10.2013

Fernsehbeiträge und Kinoproduktionen

- Hessischer Rundfunk, Sendung „Alle Wetter“, Studio-Interview (live) mit Thomas Kluge am 14. 12.2015, 19:15, in Frankfurt, Vorstellung des Projekts CuveWaters
- Hessischer Rundfunk, Sendung „Alle Wetter“, Studio-Interview (live) mit Thomas Kluge am 07.05.2015, 19:15, in Frankfurt, Vorstellung des Projekts CuveWaters

Projektfilme und Präsentation

- CuveWaters Kurzfilm (Sanitation and Reuse) and Dokumentarfilm WaterChanges – Culture Unplugged Filmfestival (> 100 Zuschauer) von Juni bis Juli 2015
- CuveWaters Kurzfilme (RFWH) – Art Night Venezia (Zuschauerzahl unklar) am 20. Juni 2015
- CuveWaters Kurzfilme und Dokumentarfilm – Testvorstellungen im Entertain-Programm bei AirNamibia (> 100 Zuschauer) von Mai bis Juli 2015
- CuveWaters Kurzfilme auf der Nacht der Museen in Frankfurt, Veranstaltungsort Senckenberg Institut, Titel „Nachhaltige Wassernutzung in Namibia - Das Beispiel CuveWaters“, Stefan Liehr, 25.04.2015
- CuveWaters Kurzfilme (alle) - Tag der offenen Tür Bik-F (ca. 150 Zuschauer) am 20.09.2014
- CuveWaters Kurzfilme (RFWH) – Think Forward Film Festival Contest – Film wurde ausgewählt und vorgeführt (Zuschauerzahl unklar) September 2014
- Dauerpräsentation auf der Annual Trade Fair 2014 in Ongwediva/Namibia, 22.-30.08.2014

Transfer von Projektergebnissen in die Fach-Community

- CuveWaters Broschüre „Water is Life – Omeya ogo omwenyo, CuveWaters Report“, Oktober 2015
- Factsheets on
 - Rainwater Harvesting
 - Floodwater Harvesting
 - Groundwater Desalination
 - Sanitation and Water Reuse
 - Interactive Water Information and Planning Tool for the Cuvelai-Etosha Basin
- Factsheets zu den Technologien von CuveWaters für Entwicklungsbanken und Investoren, abgestimmt mit AIM
- Poster „ISOE Projects in Africa“
- ISOE Policy Brief 1/2015 „Water security and climate adaptation through storage and reuse“
- BMBF-Project data sheet

Erstellung von Print-Produkten

Siehe vorangehenden Abschnitt „Transfer von Projektergebnissen in die Fach-Community“

Entwicklung von multimedialen Angeboten und Cross-Media Verwertung

Konkret wurde dieser Bereich des Wissenstransfers u.a. durch die Erstellung von drei Kurzfilmen mit Bildungscharakter (M72) umgesetzt. Die Kurzfilme erschienen in Englisch und Deutsch. Sie wurden auf verschiedenen Internet-Plattformen sowie Filmfestivals, Projekt-Events, Messen und öffentlichen Ereignissen (Nacht der Museen 2015 in Frankfurt am Main) eingesetzt (siehe oben). Sehr erfolgreich war die Platzierung der Filme im Air Namibia „on-board entertainment“ System, ab Juli 2015. Eine Statistik zum Abruf der Filme auf der Online-Plattform Vimeo zeigt **Abb. 14**.

Die Filme wurden auch auf der CuveWaters Homepage (M73) eingebunden, um neben Fakten und Informationen auch die namibischen Nutzer vor Ort selbst zu Wort kommen zu lassen. Die Homepage wurde zu dem mit Projektergebnissen und regelmäßigen „News“ aktuell gehalten. Die Homepage wird auch nach Projektende vorerst weiter aufrechterhalten und entsprechend umgestellt, um als langfristiger Wissensträger zu dienen.

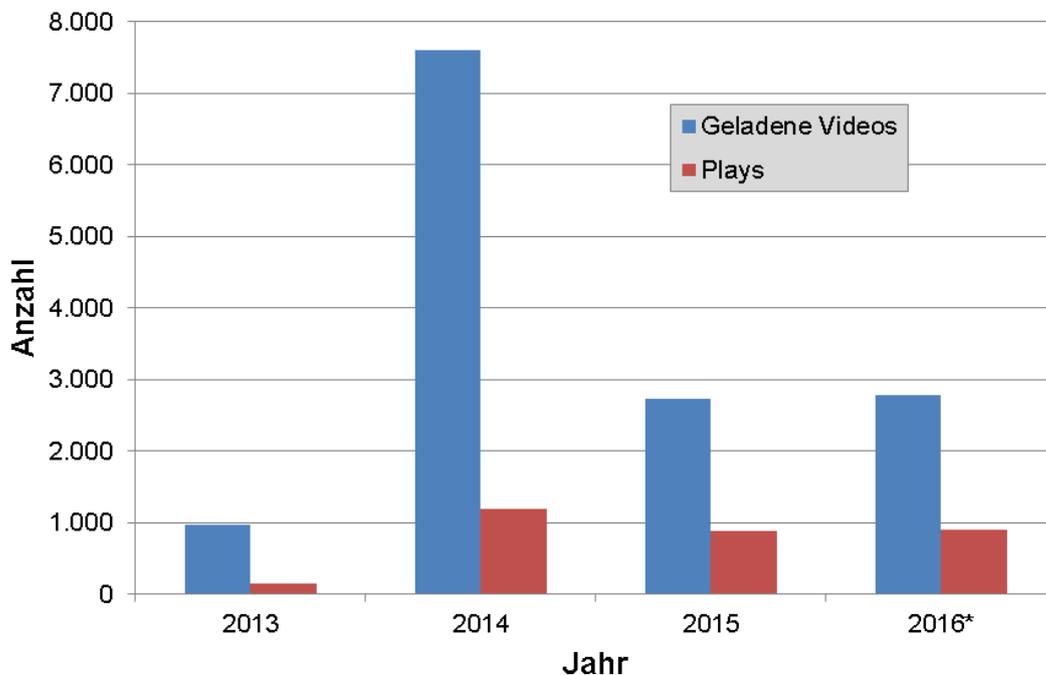


Abb. 14: Anzahl der geladenen bzw. abgespielten Filme von CuveWaters auf der Plattform Vimeo (* für 2016 erfolgte eine Hochrechnung anhand der Zugriffe des 1. Quartals)

Digitaler Multimedia-Atlas / Interactive Water Information and Planning Tool for the Cuvelai-Etosha Basin (IWIP-CEB)

Der Ansatz und Umfang des Digitalen Multimedia Atlas für das Cuvelai-Etosha Basin (CEB) wurde in der abschließenden Projektphase inhaltlich geöffnet. So wurden einerseits die Übernahme durch das MAWF vorbereitet und die Übertragbarkeit der Technologie in andere Regionen gezeigt und andererseits weitere Inhalte auch von außerhalb des CEB integriert. In diesem Zusammenhang wurde der Atlas umbenannt in *Interactive Water Information and Planning Tool for the Cuvelai-Etosha Basin (IWIP-CEB)*. Die erweiterten und aktualisierten Inhalte sind sowohl über die IWRM website des MAWF zugänglich (<http://www.iwrm-namibia.info.na/projects/cuvewaters/index.php>), als auch über das Portal des „Environmental

Information Service Namibia“ (www.the-eis.com). Die Übergabe an das MAWF wurde begleitet von Schulungen für Mitarbeiter des MAWF, die im November 2014 und April/Mai 2015 stattfanden. Bei der zweiten Schulung wurde ein Pilotprojekt am MAWF gestartet, um mit dem IWIP die in Datenbanken des MAWF vorhandenen Daten von Abflusspegeln und Messstellen zur Wasserqualität räumlich darzustellen. Zusätzlich wurde ein Factsheet erstellt, in dem das IWIP

Entscheider-Tour & Roundtable

Der langfristige und nachhaltige Transfer von Projektwissen für Planer und Entscheidungsträger mit leichtem Zugang und nutzerfreundlichen Formaten wurde in Abstimmung mit dem Projektträger durch zwei Aktivitäten gestärkt: eine Entscheider-Tour zum Pilotstandort Outapi und *Roundtables* zu den Technologien im Anschluss an die IFAT 2015 in Johannesburg. (siehe Abschnitt III.5 zu den Punkten Entscheider-Tour und *Roundtable*).

Zur Entscheider-Tour: Um die Ergebnisse des TP3 möglichen Entscheidern vorzustellen, fand am 30.07.2015 eine ganztägige Veranstaltung in Outapi statt. Zu der Veranstaltung waren Entscheider aus Gemeinde- und Stadtverwaltungen von Städten mit Anwendungspotenzial, Leitungspersonen aus Ministerien und NGOs eingeladen. Fokus der Veranstaltung war die Vorstellung des Konzepts der Pilotanlage einschließlich technischer Hintergrundinformationen sowie die Möglichkeiten der Übertragbarkeit und Anwendung des Ansatzes in anderen Städten. Insgesamt nahmen 28 Personen teil, darunter CEOs aus Nkurenkuru und Stampriet, städtische Vertreter aus Okahao und Eenhana, zwei Vertreter des MAWF sowie NGO-Vertreter. Am Vormittag erhielten die Teilnehmer eine Führung zur Wasseraufbereitungsanlage, der Bewässerungsfläche und den verschiedenen Sanitäranlagen in Outapi. Nach der Besichtigung wurden die Kerndaten und Informationen zu Ansatz, der Technologie, der Umsetzung und Finanzierung von Experten aus dem Projekt, aus dem OTC und von BWT in einem Tagungshotel vorgestellt. Die Veranstaltung erhielt ein positives Feedback von allen Teilnehmern. Abschließend erhielten alle Teilnehmer umfassendes Informationsmaterial.

Zum *Roundtable*: Die Ergebnisse des Projekts wurden im Rahmen von Runden Tischen (*Roundtable*) Unternehmen aus dem Wasseringenieurbereich in Namibia vorgestellt. Ziel war es, das im Projekt generierte Wissen zu den Technologien Wasseraufbereitung und Wasserwiederverwendung, Grundwasserentsalzung und Regen- und Flutwassersammlung an Experten im Privatsektor in Namibia weiterzureichen. Die *Roundtable* zu den Technologien fanden am 15.09.2015 von 9-14 Uhr in Windhoek statt und wurde von Mitarbeitern der TU Darmstadt (u.a. Prof. Urban) geleitet. Zu den anwesenden Firmen gehörten WML Consulting Eng., Lund Consulting Eng., Ecotech, Consulting Services Africa sowie Teilnehmer vom namibischen Wasserversorger NamWater und der UNAM. Die Teilnehmer zeigten großes Interesse und erhielten umfassendes Informationsmaterial zur Anwendbarkeit, den technischen Daten und der Finanzierung.

Pressekonferenz

Die ursprünglich angedachte Pressekonferenz verbunden mit einer Pressereise wurde des hohen Aufwands und des unsicheren Ertrags in eine intensivere Pressearbeit modifiziert. Die hohe Präsenz des Projekts in den Medien im Zuge des *Farewell Events* und bis über den Projektab-

schluss hinaus (siehe Pressespiegel in AP4-2) zeigt mit der hohen die gute Effizienz und Effektivität dieses Vorgehens.

Meilensteine

- M69 Zwischenversionen und zugehörige finale Version des IWIP/Digitalen Atlas ist vorhanden [erreicht]
- M70 Schulungen für IWIP/Digitalen Atlas für Entwickler und Nutzer sind beendet [erreicht]
- M71 Übergabe des IWIP/Digitalen Atlas [erreicht]
- M72 Kurzfilme mit Bildungscharakter [erreicht]
- M73 Cross-Media-Nutzung des Filmmaterials [erreicht]
- M74 Pressekonferenz, um den Projektabschluss feierlich zu begehen [modifiziert erreicht]

II.1.4.3 AP4-3 Leitung, Koordination und Integration

Mit dem AP verfolgte das ISOE das Ziel der Prozesssteuerung entsprechend der Arbeits- und Ressourcenplanung sowie der Einbindung aller relevanter Partner, insbesondere der namibischen Partner, in notwendige Entscheidungsprozesse.

Da in Phase III die Einbindung der namibischen Entscheidungsträger mehr in den Fokus gerückt werden sollte, lag ein hoher Kommunikationsaufwand (regelmäßige Telefonate, Reisen und Arbeitstreffen) bei der Projektkoordinatorin. Abgesehen von den bilateralen Gesprächen mit den einzelnen namibischen Projektpartnern wurde großen Wert auf die Organisation des *Kick-off-Workshop* (Okt. 2013), des *Mid-Term-Workshops* für eine Zwischenbilanz nach einem Jahr (Okt. 2014) und des *Farewell Events* zum Projektabschluss (Nov. 2015) gelegt (siehe **Abb. 15**, **Abb. 16**, **Abb. 17**). Hierzu wurden alle namibischen Entscheidungsträger eingeladen und die Workshops stellten wichtige Stationen der Phase III dar, bei denen im gemeinsamen Austausch eine Abstimmung zum weiteren Vorgehen bzw. eine Bewertung und Würdigung der Ergebnisse erfolgte. An allen Workshops nahmen zudem auch Vertreter des deutschen CuveWaters-Beirats teil. Johannes Schade folgte als Vertreter des PtJ der Einladung zum *Kick-off-Workshop* nach Windhoek. Am *Farewell Event* nahm Herr Dr. Löwe vom BMBF sowie Herr Dr. Fitting vom PtJ und Frau Dr. Höckele vom PTKA teil.

Zusätzlich zu den drei großen Workshops (M76) wurden die namibischen Partner in drei Technologie-Gruppen aufgeteilt, um sich regelmäßig (ca. vierteljährlich) in Namibia zu treffen. Diese „*Working Groups*“ wurden in enger Abstimmung mit den KollegInnen der TUD vorbereitet und durchgeführt. Auf dem *Mid-Term-Workshop* sowie auch in den *Technology-Working-Groups* wurde der Exit der deutschen Projektpartner offen und konstruktiv diskutiert. Die namibischen Partner (OTC und DWSSC) identifizieren sich mit den Anlagen (Grundwasserentsalzung, Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung) und integrieren diese in ihren Arbeitsalltag.



Abb. 15: *Kick-off-Workshop* am 25.10.2013



Abb. 16: *Mid-Term-Workshop* am 23.10.2014



Abb. 17: *Farewell Event* am 25.11.2015

Die Anstellung von namibischem Personal in Windhoek und im Norden des Landes (M75) erfolgte nicht, da keine geeigneten Kandidaten in den ersten 6 Monaten der Phase III rekrutiert werden konnten. Der Aufwand der Einarbeitung wäre anschließend zu groß gewesen für die verbleibende relative kurze Laufzeit des Projekts. Daher entschied sich die Projektleitung in Absprache mit den Partnern, die geplanten Arbeiten der beiden Personen auf die Projektleitung und –koordination sowie auf die WiMis zu verteilen. Dies wirkte sich insbesondere auf eine vermehrte Reisetätigkeit aus.

Weitere Aufgaben der Projektleitung und –koordination bezogen sich auf die administrative Begleitung des Projekts. Hierzu zählten die Vergabe von Unteraufträgen, Budgetcontrolling und regelmäßige Berichterstattung (telefonisch/schriftlich) über den Projektfortschritt an PtJ/BMBF. Die Zwischenpräsentation (M77) beim PtJ/BMBF nach dem ersten Projektjahr erfolgte schriftlich nach Absprache mit dem Projektträger. Die korrekte Bewirtschaftung der finanziellen Ressourcen wurde durch die Projektleitung und stellvertretende Leitung sichergestellt, auch im Hinblick auf notwendige Umsteuerungen aufgrund veränderter Planungen (u.a. kostenneutrale Umwidmung). Die Abstimmung mit allen Verbundpartnern erfolgte über das ISOE in regelmäßigem, direktem Austausch durch Telefonate, Emails, informelle und formelle Treffen. Regelmäßig (alle 2 Monate) wurden Projekttreffen der Verbundpartner am ISOE oder der TUD durchgeführt, um über den Stand der Arbeiten und Planungen zu berichten, diese zu diskutieren und über das weitere Vorgehen zu entscheiden.

Der Projektbeirat, zusammengesetzt aus Alexander Grieb (KfW), Hans Hartung (FAKT) und Michael Rosenauer (GIZ), kam am 04.07.2014, 02.03.2015 und 16.12.2015 zu gemeinsamen Treffen mit der Projektleitung, stellvertretenden Leitung am ISOE, Projektkoordination und

Teilprojektleitungen zusammen. Auch war es Herrn Grieb und Herrn Hartung möglich am *Farewell Event* teilzunehmen.

In Zusammenarbeit mit den technischen Teilprojektleitungen und –mitarbeitenden sowie den namibischen Partnern wurden Implementierungskonzepte (M78) erstellt und auf dem *Farewell Event* übergeben, die über das Projektende hinaus eine wichtige Dokumentation der Arbeiten und Wissensbestände darstellen. Hierbei wurden insbesondere Hinweise der namibischen Partner auf dem *Mid-Term-Workshop* aufgenommen, die Implementierungskonzepte über Verweise auf die bestehenden Materialien und Ergebnisdokumente zu strukturieren und damit eine Übersicht über die Materialien zu schaffen.

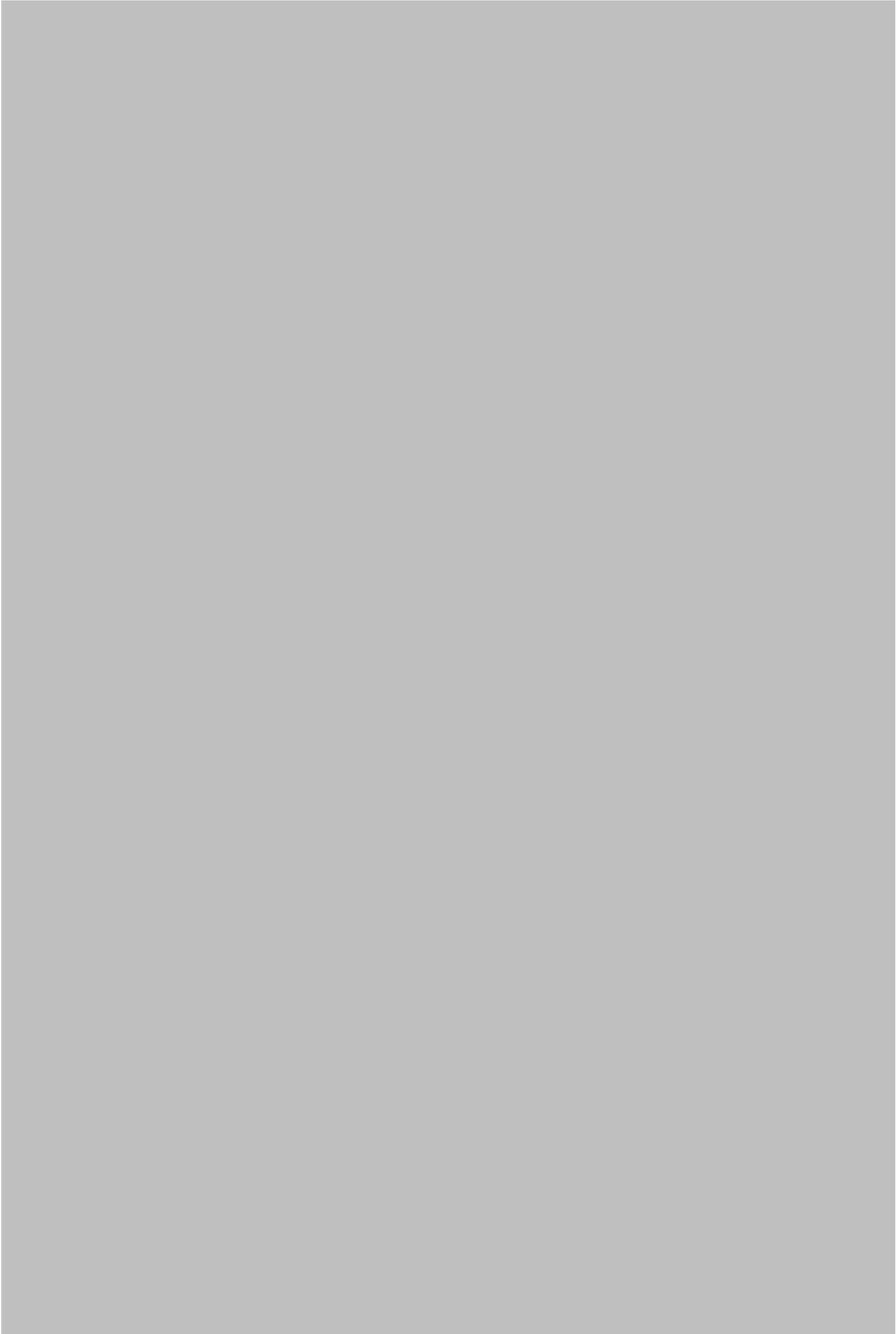
Meilensteine

- M75 Mitarbeiterauswahl in Namibia [entfällt]
- M76 Beiratstreffen [erreicht]
- M77 Zwischenpräsentation bei PtJ/BMBF [erreicht]
- M78 Finale und harmonisierte Implementierungskonzepte, Übergabe bei Abschlussveranstaltung [erreicht]

II.2 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises – VERTRAULICH







II.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die dargestellten geleisteten Arbeiten waren in ihrer Form und im Umfang notwendig, um die vorgegebenen Ziele der Phase III zu erreichen und damit das Gesamtprojekt zu einem erfolgreichen Abschluss zu führen.

II.4 Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere der Verwertbarkeit der Ergebnisse im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans

Aus wissenschaftlicher Perspektive wurden auf der Basis von Wissen und Daten sowie Konzepten und Methoden neue Erkenntnisse geschaffen. Diese sind mit Blick auf die weltweite Zuspitzung von Problemen und (grenzüberschreitenden) Konfliktpotenzialen im Umfeld des Managements der Wasserressourcen von hoher Relevanz. Das Projekt CuveWaters verbindet innovative Technologien für die Wasserversorgung und Abwasserbehandlung mit den Grundbedürfnissen Ernährung, Gesundheit, Arbeit, Bildung (und Wohnen). Damit wird auf allen Handlungsebenen ein Mehrwert erreicht.

Wirtschaftliche Verwertung

Durch die Langzeiterfahrungen unter realen Bedingungen war ein optimales Anpassen der Technologielinien möglich. Dadurch ergibt sich ein funktionaler und wirtschaftlicher Vorteil gegenüber Konkurrenzlösungen, woraus sich ein erhöhtes Marktpotenzial durch das Projekt ergibt.

Aus der Perspektive der wirtschaftlich-technischen Verwertung lag ein Schwerpunkt von CuveWaters im erfolgreichen Aufbau von Pilotanlagen, die aufgrund ihres Leuchtturmcharakters auch in anderen Regionen Namibias, im SADC-Raum und anderen Trockengebieten ein-

setzbar sind. Sowohl die Diffusion der innerhalb des F&E-Vorhabens entwickelten, angepassten Technologielinien wie auch deren Monitoring und Wartung enthalten ein beträchtliches Potenzial zur Stützung von Exporttätigkeit und Lizenzverwertung der deutschen Industriepartner (Technologie-Unternehmen). Durch das umfassende Einbinden in die Prozesse der Institutionenbildung und des *Capacity Development* erhöhen sich die Marktchancen und Potenziale der Pilot-Technologielinien deutscher Hersteller.

Unterstützt wird dies u.a. durch die Aufnahme von Trainingsinhalten (*Water Operators*) in das namibische *Vocational Training Curriculum*. In einer Bedarfserhebung für Trainingsinhalte hat das Projekt Input in Form von Interviewbeiträgen und in Form von Materialien für Module für die Lehrlingsausbildung gegeben. Diese sind in den *Needs Assessment Report on Water and Sanitation* von Wenz (2015) eingeflossen.

Wissenschaftliche Verwertung

Die wissenschaftliche Verwertung der Ergebnisse erfolgt, wie im bisherigen Projektverlauf bewährt, auf unterschiedlichen Wegen: wissenschaftliche Qualifikationsarbeiten innerhalb des Verbunds in Deutschland sowie in Kooperation mit namibischen Einrichtungen, eigene Publikationsreihen, Präsentationen auf Fachtagungen, Seminare, Symposien, projekteigene Austausch-Plattform, wissenschaftliche Beiträge in Journals und auf Konferenzen.

Besonders hervorzuheben ist das RFWH Toolkit und das IWIP-CEB, welche in Namibia u.a. vom MAWF genutzt werden und in Netzwerken bereitgestellt wurden. Durch die Zusammenarbeit mit den zuständigen Ministerien und anderen Forschungsstellen, wie der DRFN, SASSCAL und den Hochschulen UNAM und NUST können die Ergebnisse weiter genutzt werden.

Die Verfestigung der Kooperation von Wissenschaft und Wirtschaft auf nationaler (deutscher) und internationaler Ebene wurde erreicht. Dieser Prozess wurde durch gemeinsame Aktivitäten wie der Abstimmung zu Beiträgen auf der IWA Fachtagung, der Entscheider-Tour oder den *Roundtables* fortgesetzt.

II.5 Fortschritte auf dem Arbeitsgebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Während der Projektlaufzeit gab es eine intensive Vernetzung mit anderen, auf dem Gebiet arbeitenden Forschungsprojekten, darunter der Forschungsinitiative SASSCAL des BMBF, dem Projekt OPTIMASS und den Aktivitäten von GIZ und BGR.

Die Initiative „*Southern African Science Service Centre for Climate Change and Adaptive Land Management - SASSCAL*“ des BMBF hat zum Ziel, durch den Aufbau eines regionalen Kompetenzzentrums für Klimawandel und nachhaltiges Landmanagement im südlichen Afrika beim Aufbau entsprechender wissenschaftlicher Strukturen zu helfen, damit die Staaten vor Ort selbst valide Entscheidungen etwa im Hinblick auf ihre Landnutzung und Wasserversorgung treffen können. Das Kompetenzzentrum ist als eine überstaatliche Einrichtung mit langfristiger Perspektive angelegt. Die beteiligten Staaten Angola, Botswana, Namibia, Sambia, Südafrika und Deutschland kooperieren in einer Vielzahl von Einzelprojekten in den Themenfeldern Land- und Forstwirtschaft, Wasser, Klima und Biodiversität. Das ISOE war bereits in der Vorbereitungsphase von SASSCAL an der inhaltlichen Ausrichtung und der Koordination des Themenfelds Wasser beteiligt. Seit 2013 bearbeitet es einen Task zur Erforschung der Vulnerabilität bei der Wasserverfügbarkeit im Norden Namibias.

Im Rahmen des Programms „Forschung für nachhaltige Entwicklung“ des BMBF starteten in 2014 „Forschungspartnerschaften für die Bewertung komplexer Prozesse im System Erde in der Region Südliches Afrika – SPACES“. Das südliche Afrika wird als eine der Schlüsselregionen gesehen, die voraussichtlich besonders starke Veränderungen durch den Klimawandel erfahren werden. Diese Gefährdung wird durch die Wechselwirkung einer Reihe von belastenden Faktoren hervorgerufen, die sich bereits deutlich in den lokalen Ökosystemen abbilden. Die Wechselwirkungen zwischen Geosphäre, Atmosphäre und Ozean sowie die Interaktionen zwischen Land und Meer sowie Biosphäre und Atmosphäre stehen im Mittelpunkt des systemischen Forschungsprogramms SPACES. Das Programm zielt auf die Durchführung von wissenschaftlichen Kooperationsprojekten in der Region Südliches Afrika, die zur Formulierung wissenschaftsbasierter Empfehlungen für das Erdsystem-Management an die Politik beitragen und die nachhaltige Nutzung sowie den Erhalt der verschiedenen Ökosystemdienstleistungen der Region sichern. Das ISOE ist Projektpartner im SPACES-Projekt OPTIMASS und erforscht in Kooperation mit deutschen und namibischen Hochschulen die Wechselwirkungen zwischen Geo- und Biosphäre am Beispiel der namibischen Savanne. Im Fokus des vom ISOE geleiteten Teilprojekts stehen das Wasser- und Landmanagement der namibischen Farmer sowie die Frage, wie deren lokales Wissen zu ökosystemaren Zusammenhängen zum Aufbau einer nachhaltigen Landnutzung beitragen kann.

Die Zusammenarbeit mit der GIZ intensivierte sich durch die Tätigkeit des ISOE im International Water Stewardship Programm (IWaSP), das wesentlich durch das BMZ und das britische DFID finanziert wird. IWaSP ist ein länderübergreifendes Programm der GIZ mit dem Ziel, Wasserpartnerschaften aufzubauen und zu unterstützen. Die GIZ arbeitet hier mit einem neuen Ansatz: Ziel ist es, die Anpassungsfähigkeit aller Wassernutzer an die Auswirkungen des Klimawandels zu stärken. Dazu wird die private Wirtschaft verstärkt zur Reduzierung von kollektiven Wasserrisiken angehalten. In Form von Multi-Stakeholder-Partnerschaften sollen gemeinsame Lösungen für eine sichere Wasserversorgung gefunden werden. Während Phase III von CuveWaters war das Programm vor allem in Subsahara-Afrika aktiv, wobei Partnerships in weiteren Regionen sich bereits im Aufbau befinden. Das ISOE evaluierte im Zeitraum 10/2013–12/2014 Wasserpartnerschaften zwischen Privatwirtschaft, Zivilgesellschaft und öffentlichem Sektor in verschiedenen Ländern. Dazu entwickelt das Projektteam im ISOE in Kooperation mit dem *Overseas Development Institute* (ODI) ein Evaluationskonzept und führt eine erste Studie zur Ausgangssituation (*baseline study*) durch.

Weiterhin erfolgte ein stetiger Austausch mit den Projekten von GIZ, besonders „Bewirtschaftung der namibischen Wasserressourcen“ am MAWF (beendet Ende 2013), und BGR „Grundwassererkundung für den Norden Namibias (CEB), Phase 2“ (2010-2015) und „Grundwassermanagement im Norden Namibias“ (seit 2014). Hauptziel des BGR-Projekts ist das Verbessern des Grundwassermanagements. Es leistet damit einen Beitrag zu dem namibischen Ziel, Zugang zu sauberem Trinkwasser für alle zu sichern. Und es trägt damit auch dazu bei, dass die ländliche Bevölkerung im CEB sauberes Trinkwasser in ausreichender Menge zur Verfügung hat, die Wasserversorgungsnetze verbessert werden, Grundwasserreserven vor dem Verschmutzen geschützt werden, die landwirtschaftliche Produktion gesteigert wird und eine mögliche Nutzung von Grundwasserleitern mit erhöhtem Salzgehalt untersucht wird.

Bei Veranstaltungen des WATSAN-Forums und bei den *CEB Coordination Workshops* gab es immer einen regen Austausch mit anderen Projekten und Institutionen über die Arbeiten im Bereich IWRM in Namibia.

II.6 Veröffentlichungen

Da sich Veröffentlichungen aufgrund der teilweise längeren Prozesse nicht immer eindeutig einer Projektphase zuordnen lassen, sind in diesem Abschnitt all die Veröffentlichungen von CuveWaters angeführt, deren Veröffentlichungsdatum im Zeitraum 2013 bis 2016 liegt.

II.6.1 Publikationen – peer-reviewed

Müller, Katharina/Peter Cornel (2015): Salt content of reclaimed water from sanitation facilities in informal settlements and management options for sustainable agricultural irrigation. *Water Practice and Technology* 10(1): 99-109, IWA-Publishing
<http://dx.doi.org/10.2166/wpt.2015.012>

Deffner, Jutta/Thomas Kluge (2013): Participatory implementation of sanitation infrastructure in urban areas of north-central Namibia. *WHOCC Newsletter*: 21: 1-6.
<http://www.ihph.de/whocnews.php>

Kirschke, Sabrina/Lena Horlemann/Marian Brenda/Jutta Deffner/Alexander Jokisch/Shahrooz Mohajeri/Janina Onigkeit (2016): Benefits and Barriers of Participation: Experiences of Applied Research Projects in Integrated Water Resources Management. In: D. Borchardt/J. Bogardi/R. Ibisch (eds.): *Integrated Water Resources Management: Concept, Research and Implementation*. Springer International Publishing

Kluge, Thomas (2015): Water Gap: The Overuse of Fresh Water. In: Hartard, S.; Liebert, W. (Eds.): *Competition and Conflicts on Resource Use. Natural Resource Management and Policy*, Vol. 46, 213-229, Springer International, Switzerland

Kluge, Thomas (2014): Water Reuse, Rainwater Harvesting and Decentralization as Elements to Mitigate the Water Crisis in Israel and the Middle East Region. In Hubertus Fischert; Sarah Ozacky-Lazar & Joachim Wolschke-Bulmahn (Eds.): *Environmental Policy and Landscape Architecture*, 257-273, AVM.edition, München

Kluge, Thomas/Alexia Krug von Nidda (2013): Abwasser als Ressource: Innovatives Sanitärkonzept für Namibia, *gwf-Wasser/Abwasser*, 12/2013, 1304

Liehr, Stefan/Marian Brenda/Peter Cornel/Jutta Deffner/Jörg Felmeden/Alexander Jokisch/Thomas Kluge/Katharina Müller/Julia Röhrig/Vanessa Stibitz/Wilhelm Urban (2016): From the Concept to the Tap – Integrated Water Resources Management in Northern Namibia. In: D. Borchardt/J. Bogardi/R. Ibisch (eds.): *Integrated Water Resources Management: Concept, Research and Implementation*. Springer International Publishing

Müller, Katharina/Peter Cornel. (2015): Salt content of reclaimed water from sanitation facilities in informal settlements and management options for sustainable agricultural irrigation. *Water Practice & Technology* 10(1): 99-109.

Woltersdorf, Laura/ Ruth Scheidegger/ Stefan Liehr/ Petra Döll (2016): Municipal water reuse for urban agriculture in Namibia: Modeling nutrient and salt flows as impacted by sanitation user behavior. *Journal of Environmental Management*, 169: 272–284

- Woltersdorf, Laura/Alexander Jokisch/Thomas Kluge (2015): Benefits of rainwater harvesting for gardening and implications for future policy in Namibia, *Water Policy* 16(1):124–143
- Woltersdorf, Laura/Stefan Liehr/Ruth Scheidegger/Petra Döll (2014): Small scale water re-use for urban agriculture: Modeling water flows and productivity in a semi-arid region. *Urban Water Journal* 12(5): 414-429
- Woltersdorf, Laura/Alexander Jokisch/Thomas Kluge (2014): Benefits of rainwater harvesting for gardening and implications for future policy in Namibia. *Water Policy*, Vol. 16, Issue 1, 124–143 <http://www.iwaponline.com/wp/aop/>
- Woltersdorf, Laura/Stefan Liehr/Petra Döll (2015): Rainwater Harvesting for Small-Holder Horticulture in Namibia: Design of Garden Variants and Assessment of Climate Change Impacts and Adaptation. *Water* 7(4): 1402-1421
- Zimmermann, Martin/Katharina Müller/Peter Cornel/Johanna Kramm/Anastasia Papangelou/Thomas Kluge/Jutta Deffner/Markus Gerlach (2016): Sanitation and water reuse in central-northern Namibia. *Watersolutions* 1: 115-117
- Zimmermann, Martin/Marian Brenda/Alexander Jokisch/Wilhelm Urban (2015): The Management of Water Resources under Conditions of Scarcity in Central Northern Namibia. In: Hartard, S.; Liebert, W. (Eds.): *Competition and Conflicts on Resource Use. Natural Resource Management and Policy*, Vol. 46, 231-242, Springer International, Switzerland.
- Zimmermann, Martin/Marian Brenda/Alexander Jokisch/Wilhelm Urban (2015): The Management of Water Resources under Conditions of Scarcity in Central Northern Namibia. In: S. Hartard, W. Liebert (Ed.): *Competition and Conflicts on Resource Use*. Springer, London.

II.6.2 Publikationen – nicht peer-reviewed

Allgemein

- Brenda, Marian/Alexander Jokisch/Silke Kirschke/M. Lee-Peuker/J. Onigkeit/K Sigel/H. Walk (2013): Partizipationsprozesse in Forschungsprojekten zum Integrierten Wasserressourcenmanagement. Eckpunktepapier.
https://www.ufz.de/export/data/1/63037_IWRM_Eckpunkte_2013_Partizipation_final.pdf
- Schulz, Oliver/ Helvi Shalongo/ Julia Röhrig (2015): Interactive Water Information and Planning Tool for the Cuvelai-Etoshia Basin. Factsheet, ISOE – Institute for Social-Ecological Research (ed.). Frankfurt/Main, Germany
- Birzle-Harder, Barbara/ Jutta Deffner: Farmers experiences with small scale irrigation (rain and flood water harvesting), Cuvewaters Project Report, November 2014
- CuveWaters – sustainable use of scarce water resources in Namibia. Integrated Water Resources Management: From Research to Implementation – IWRM. Project Management Resources and Sustainability Project Management Jülich (PtJ) (2014). German Federal Ministry for Education and Research (BMBF) (Ed.). Bonn/Berlin
- CuveWaters – Integriertes Wasserressourcen-Management in Namibia. Integriertes Wasserressourcen-Management: Von der Forschung in die Umsetzung – IWRM. Projektträgerschaft Ressourcen und Nachhaltigkeit Projektträger Jülich (PtJ) (2014). Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Hg.). Bonn/Berlin

- CuveWaters (2014): Fact Sheet on Safety and Quality of Irrigation Water from Oswin O. Namakalu Treatment and Reuse Facility Fact Sheet
- Jokisch, Alexander/Alexia Krug von Nidda/Clarence Mazambani-Ntesa/Thomas Kluge/Marian Brenda/Wilhelm Urban (2015): CuveWaters – Looking at ways to make the most of a variable and scarce resource. ROAN NEWS Special Edition on Water 2015. Namibian Environment and Wildlife Society. Windhoek, Namibia
- Kramm, Johanna/ Jutta Deffner (2014): Water and sanitation use patterns at the CuveWaters sanitation facilities in Outapi. Internal Project Report on Social Monitoring Activities.
- Liehr, Stefan/Oliver Schulz/Thomas Kluge/Alexander Jokisch (2015): Water security and climate adaptation through storage and reuse. ISOE Policy Brief No. 1/2015. ISOE – Institute for Social-Ecological Research (ed.). Frankfurt/Main, Germany
- Zimmermann, Ute/Stephanie Lorek (2014/2015): Bericht Finanzierungsoptionen für das IWRM-Verbundvorhaben CuveWaters. Report. Projektträger im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (PT-DLR), Assistance for Implementation (AIM), Bonn.
- Regen- und Flutwassernutzung*
- Birzle-Harder, B., J. Deffner (2014): Farmers' Experiences with Small Scale Irrigation (Rain and Flood Water Harvesting). 4rd Socio-Cultural Monitoring in Epyeshona, 2nd Socio-Cultural Monitoring in Ipopo, Okatana Constituency. CuveWaters Internal Project Report.
- Birzle-Harder, Barbara/Jutta Deffner (2013): Social and Cultural Monitoring. Experiences of Farmers with Small Scale Irrigation (Rain and Flood Water Harvesting). 3rd Socio-Cultural Monitoring in Epyeshona, 1st Socio-Cultural Monitoring in Ipopo, Okatana Constituency. CuveWaters Internal project report.
- Jokisch, Alexander/ Oliver Schulz/ Isaac Kariuki/ Alexia Krug von Nidda/ Jutta Deffner/ Stefan Liehr/ Wilhelm Urban (2015): Rainwater Harvesting in Central-Northern Namibia. Fact-sheet, ISOE – Institute for Social-Ecological Research (ed.). Frankfurt/Main, Germany.
- Jokisch, Alexander/ Oliver Schulz/ Isaac Kariuki/ Alexia Krug von Nidda/ Jutta Deffner/ Stefan Liehr/ Wilhelm Urban (2015): Oku hakela omeva odula moNooli-upokati yaNamibia. Omauelele, ISOE – Institute for Social-Ecological Research (ed.). Frankfurt/Main, Germany.
- Jokisch, Alexander/ Oliver Schulz/ Isaac Kariuki/ Alexia Krug von Nidda/ Jutta Deffner/ Stefan Liehr/ Wilhelm Urban (2015): Floodwater Harvesting in Central-Northern Namibia. Fact-sheet, ISOE – Institute for Social-Ecological Research (ed.). Frankfurt/Main, Germany.
- Jokisch, Alexander/ Oliver Schulz/ Isaac Kariuki/ Alexia Krug von Nidda/ Jutta Deffner/ Stefan Liehr/ Wilhelm Urban (2015): Oku hakela omeva efundja moNooli-upokati yaNamibia. Omauelele, ISOE – Institute for Social-Ecological Research (ed.). Frankfurt/Main, Germany.
- Kariuki, Isaac/A. Müller/Alexander Jokisch, A. (2015): Manual on Training in „Extension Services in Horticulture and Irrigation with Special Reference to Rainwater Harvesting in Namibia“. CuveWaters (50 Seiten)
- Kariuki, Isaac/A. Müller/Alexander Jokisch/M. Zurmühl (2015): Proposal for a Rainwater Harvesting Builder's Yard. CuveWaters RFWH Technology Toolkit. CuveWaters (29 Seiten)

- Kariuki, Isaac/A. Müller/Alexander Jokisch (2015): Cost Sheet for Rain- and Floodwater Harvesting. Construction, Operation and Maintenance of Rainwater Harvesting Facilities: Ferrocement Tank. CuveWaters Technology Toolkit. CuveWaters (9 Seiten)
- Kariuki, Isaac/A. Müller/Alexander Jokisch (2015): Cost Sheet for Rain- and Floodwater Harvesting. Construction, Operation and Maintenance of Rainwater Harvesting Facilities: Drip Irrigation and Horticulture. CuveWaters Technology Toolkit. CuveWaters (10 Seiten)
- Kariuki, Isaac/A. Müller/Alexander Jokisch (2015): Cost Sheet for Rain- and Floodwater Harvesting. Construction, Operation and Maintenance of Rainwater Harvesting Facilities: Pond. CuveWaters Technology Toolkit. CuveWaters (8 Seiten)
- Kariuki, Isaac/A. Müller/Alexander Jokisch (2015): Cost Sheet for Rain- and Floodwater Harvesting. Daily Used Material and Tools for Operation of RWH and Horticulture Sites. CuveWaters Technology Toolkit. CuveWaters (10 Seiten)
- Lütke-meier, Robert/Stefan Liehr (2013): Model-based Impact Assessment of Rain- and Floodwater Harvesting on Ecosystem Services relevant to Food Security in Namibia. Conference on Transdisciplinary Research and Modeling, Munich, 10.4.-11.4.2013
- Pfeifer, Verena (2014) Economic and financial analysis of small scale desalination and rain and flood water harvesting – Final Report
- Schulz, Oliver/Alexander Jokisch (2015): The Technology Toolkit for Rain- and Floodwater Harvesting (RFWH), Version 2.0. CuveWaters (90 Seiten)
- Schulz, Oliver/Alexander Jokisch/Jutta Deffner/Laura Woltersdorf/Stefan Liehr/Wilhelm Urban/Thomas Kluge (2015): Rain- and Floodwater Harvesting Implementation Concept. ISOE – Institute for Social-Ecological Research, Frankfurt am Main/German
- Jokisch, Alexander (2014): Water harvesting from ephemeral river streams for small scale agriculture as a climate change adaption strategy in central-northern Namibia. Conference Proceedings IWA Young Water Professionals Conference „East meets West“, 27.05.2014-30.05.2014, Istanbul, Türkei

Grundwasserentsalzung

- Brenda, Marian/ Christoph Treskatis/ Kateryna Skrypka/ Wilhelm Urban (2013) Desalination Pilot Plants in the Omusati Region – Final Technical Report
- Liehr, Stefan/ Anastasia Papangelou/Marian Brenda/Wilhelm Urban/Thomas Kluge (2015): Desalination Implementation Concept. ISOE – Institute for Social-Ecological Research, Frankfurt am Main/German
- Liehr, Stefan/ Anastasia Papangelou/ Jutta Deffner/ Alexia Krug von Nidda/ Wilhelm Urban (2015): Groundwater Desalination in Central-Northern Namibia. Factsheet, ISOE – Institute for Social-Ecological Research (ed.). Frankfurt/Main, Germany
- Pfeifer, Verena (2014) Economic and financial analysis of small scale desalination and rain and flood water harvesting – Final Report

Sanitärsystem mit Abwasserwiedernutzung

- IEEM (2015): Ökonomische Bewertung mit Kostenberechnungen, Nutzenbetrachtungen, Finanzierungsperspektiven zur Komponente “Wasserwiederverwendung“ in Outapi. Schlussbericht

Kramm, Johanna/Elisa Brummel/Jutta Deffner (2015): Using Patterns and Health Situation of Users of the CuveWaters Sanitation Facilities in Tobias Hainyeko, Shack Dweller Federation, Onhimbu and Okayekongwe. Monitoring February- March 2015. CuveWaters Internal Report

Kramm, Johanna/Jutta Deffner (2014): Water and sanitation use patterns at the CuveWaters sanitation facilities in Outapi. Report on Social Monitoring Activities. CuveWaters Internal Report

Zimmermann, Martin/Jutta Deffner/Katharina Müller/Johanna Kramm/Anastasia Papangelou/Peter Cornel (2015): Sanitation and Water Reuse Implementation Concept. ISOE – Institute for Social-Ecological Research, Frankfurt am Main/German

Zimmermann, Martin/ Johanna Kramm/ Jutta Deffner/ Katharina Müller/ Anastasia Papangelou/ Markus Gerlach/ Peter Cornel (2015): Sanitation and Water Reuse in Central-Northern Namibia. Factsheet, ISOE – Institute for Social-Ecological Research (ed.). Frankfurt/Main, Germany

II.6.3 Vorträge

Jahr 2015

Cornel, Peter/H. Neumbo/Martin Zimmermann (2015): Closing the Water Loop: Sanitation, Water Reuse and Irrigation in Outapi. Präsentation im Rahmen des CuveWaters Abschlusssevents, Windhoek (Namibia), 25.11.2015

Jokisch, Alexander/Wilhelm Urban (2015): Rain- and Floodwater harvesting in Namibia – Research project CuveWaters. Präsentation im Rahmen des Scientific Side Events “Rainwater Harvesting and its research potential for the UNAM” anlässlich der Übergabe des Rainwater Harvesting Field Laboratory, UNAM Jose Eduardo dos Santos Campus, Ongwediva (Namibia), 14.04.2015

Jokisch, Alexander (2015): Small scale rain and floodwater harvesting for horticulture in central-northern Namibia for livelihood improvement and as a climate change adaptation strategy. Präsentation im Rahmen des „World Symposium on Climate Change Adaptation“ Manchester/UK, 02.- 04.09.2015

Jokisch, Alexander: Using local water for crop production. Rain- and floodwater harvesting. Präsentation im Rahmen des Farewell Event zum Abschluss von Cuvewaters, Windhoek/Namibia, 25.11.2015

Kluge, Thomas (2015): Integriertes Wasser(ressourcen)management – Beispiel Cuvelai-Etoshia Basin/Nordnamibia. Begehung des ISOE anlässlich der Evaluation des ISOE durch den Wissenschaftsrat, Frankfurt am Main, 27./28.10.2015

Kluge, Thomas (2015): Sustainable cities: closing the urban sanitation loop. Stockholm Water Week, WG Cities, 26.08.2015

Kluge, Thomas (2015): Closing the urban sanitation loop in practice – an example from Namibia. Stockholm Water Week, SuSaNa-Meeting, 22.08.2015

Kluge, Thomas (2015): Blaue Zukunft – Die kostbare Ressource Wasser und wie wir damit umgehen (müssen) – Bürger Uni Frankfurt 10.06.2015

- Kluge, Thomas (2015): Einführung und Abschlussrede. Farewell Event zum Abschluss von Cuvewaters, Windhoek/Namibia, 25.11.2015
- Liehr, Stefan (2015): Lessons Learnt. Rede im Rahmen des Farewell Event zum Abschluss von Cuvewaters, Windhoek/Namibia, 25.11.2015
- Müller, Katharina/Peter Cornel (2015): Water quality monitoring for agricultural water reuse. Presentation at IWA International Conference On Water Reclamation and Water Reuse. Harbin, China, 06.07.2015
- Müller, Katharina/Peter Cornel (2015): Water quality monitoring for agricultural water reuse. Presentation at DAAD funded thematic network “Clean Water China and Southeast Asia”, Summer School and Workshop “Low-cost and sustainable sanitation solutions for developing countries”, Hanoi, Vietnam, 31 August 2015 - 18 September 2015. Hanoi, Vietnam, 14.09.2015
- Müller, Katharina/Peter Cornel/Anastasia Papangelou/Jochen Sinn (2015): Implementation of a sanitation and water reuse concept in North Namibia. CuveWaters – Technology Roundtable. Windhoek, Namibia, 15.09.2015
- Müller, Katharina/Peter Cornel/Anastasia Papangelou/Jochen Sinn (2015) Implementation of a sanitation and water reuse concept in North Namibia. IFAT Johannesburg 2015 – GWP Forum „German Solutions to African Challenges“ Johannesburg, 17.09.2015
- Papangelou, Anastasia/Marian Brenda/Wilhelm Urban (2015): Implementation and operation of small-scale solar-powered groundwater desalination plants in rural areas – A case study from Northern Namibia. IWA Balkan Young Water Professionals 2015. Thessaloniki, Greece 10.-12.05.2015
- Sinn, Jochen/Katharina Müller/Peter Cornel, P. (2015): A sanitation concept adapted to the pre-conditions in lowdensity urban areas of semi-arid environments – an example from North Namibia. Presentation at DAAD funded thematic network “Clean Water China and Southeast Asia”, Summer School and Workshop “Low-cost and sustainable sanitation solutions for developing countries”, Hanoi/Vietnam, 31.08.- 18.09.2015. Hanoi, Vietnam, 14.09.2015
- Urban, Wilhelm/Anastasia Papangelou/Alexander Jokisch (2015): Tackling water poverty. Experiences with O&M from small scale groundwater desalination and rain- and floodwater harvesting technologies. Präsentation im Rahmen des CuveWaters Roundtable, Windhoek (Namibia), 15.09.2015
- Urban, Wilhelm/Anastasia Papangelou/Alexander Jokisch (2015): Tackling water poverty. Experiences with O&M from small scale groundwater desalination and rain- and floodwater harvesting technologies. Präsentation im Rahmen des CuveWaters Roundtable, Windhoek (Namibia), 15.09.2015
- Urban, Wilhelm/Anastasia Papangelou/Alexander Jokisch (2015): Tackling water poverty. Experiences with O&M from small scale groundwater desalination and rain- and floodwater harvesting technologies. Präsentation im Rahmen der IFAT Africa, Johannesburg (Südafrika), 17.09.2015
- Urban, Wilhelm/Leopold Niipare (2015): Fresh water for all: Small-scale Groundwater Desalination in Northern Namibia. Präsentation im Rahmen des CuveWaters Abschlussevents, Windhoek/Namibia, 25.10.2015

Jahr 2014

- Jokisch, Alexander: "Water harvesting from ephemeral river streams for small scale agriculture as a climate change adaption strategy in central-northern Namibia"; Präsentation im Rahmen der IWA Young Water Professionals Conference „East meets West“, Istanbul/Türkei, 27.-30.05.2014
- Jokisch, Alexander: "CuveWaters: Integrated Water Resources Management in Central-Northern Namibia. Rain- and Floodwater Harvesting (RFWH)"; Präsentation im Rahmen des CuveWaters RFWH 2nd Working Group Meeting, Ongwediva (Namibia), 12.02.2014
- Jokisch, Alexander (2014): Water harvesting from ephemeral river streams for small scale agriculture as a climate change adaption strategy in central-northern Namibia. Präsentation auf der IWA Young Water Professionals Conference "East meets West" Istanbul (Türkei) 28. – 30.05.2014
- Jokisch, Alexander: "CuveWaters: Rain- and Floodwater Harvesting (RFWH)"; Präsentation im Rahmen des CuveWaters RFWH 3rd Working Group Meeting, HRDC Windhoek, 22.10.2014
- Kluge, Thomas (2014): Vortrag "Creating perspectives of life on the continent of opportunities: Grüne Zentren im südlichen Afrika – Beispiel Namibia". 7th Annual Conference 2014 German Water Partnership "Towards a Global Market Initiative of the German water sector", Roundtable Africa, Berlin, 24.06.2014
- Kluge, Thomas (2014): Filmvorführung "WATERMARK" (Orfeo Kino), anschließend Diskussion mit Thomas Kluge, ISOE, Frankfurt am Main, 27.05.2014
- Kluge, Thomas (2014): Seminarvortrag "Sanitation and Urban Development", University of Namibia (UNAM), Department of Sociology, Windhoek, 28./29.03.2014
- Kluge, Thomas (2014): Gastvorlesung "Challenges and Barriers of IWRM", University of Namibia (UNAM), Department of Hydrogeology, Windhoek, 27.03.2014
- Kluge, Thomas (2014): Vortrag "Challenges and barriers of IWRM". Indo-German Joint Scientific Workshop, Neu Dehli, 30.-31.01.2014
- Krug von Nidda, Alexia/Thomas Kluge (2014): Aquadome-Film-Vorführung in einem 3D-Kuppelzelt am BMBF-Stand auf der IFAT 2014 - Weltleitmesse für Wasser-, Abwasser-, Abfall- und Rohstoffwirtschaft; Filmtitel: "WaterChanges – Wasser für Namibia, das Land der Extreme", München, 05.-09.05.2014
- Kluge, Thomas (2014): Vortrag "Creating perspectives of life on the continent of opportunities: Grüne Zentren im südlichen Afrika – Beispiel Namibia". 7th Annual Conference 2014 German Water Partnership "Towards a Global Market Initiative of the German water sector", Roundtable Africa, Berlin, 24.06.2014
- Kluge, Thomas/Johanna Kramm/Martin Zimmermann (2014): Operational Management: Sanitation Facilities and Tariffs. Training Workshop, Sanitation AG. Outapi, 21.10.2014
- Kluge, Thomas (2014): Klimawandelfolgend für das südliche Afrika. Frankfurter Bürger-Universität, 08.12.2014
- Kluge, Thomas (2014): Water Reuse as a measure for semi-arid areas. Sino-German Centre for Science Promotion, Dalian/China, 26.09.2014

- Müller, Katharina/Laura Woltersdorf/Jörg Felmeden/Jutta Deffner/Peter Cornel (2014): Linking sanitation and agriculture – management issues, tariffs and energetic aspects. IWA Specialists Conference on Sustainable Wastewater Treatment and Resource Recovery, Kathmandu, Nepal, 26.-30.10.2014
- Müller, Katharina/J. Parniske/Peter Cornel (2014): Applying the WHO guidelines - health risk assessment for a water reuse scheme in North Namibia. IWA 6th Eastern European Young Water Professionals Conference "East meets West", 28.-30.05.2014. Istanbul, Turkey, 29.05.2014
- Woltersdorf, Laura: Connecting water security, food supply and biogas production with small scale water reuse for urban agriculture in Namibia: Modeling water, nutrient and salt flows. Conference "Sustainability in the Water-Energy-Food Nexus. Synergies and Tradeoffs: Governance and Tools at various Scales", Bonn, 19.-20.05.2014
- Zimmermann, Ute/Alexander Jokisch (2014): CuveWaters. Presentation of results of the economic and financial analysis. Rain- and Floodwater Harvesting (RFWH). Präsentation für Mitarbeiter des Ministerium für Landwirtschaft, Wasser und Forstwirtschaft, Directorate of Agricultural Production, Engineering and Extension Services, Windhoek (Namibia), 01.08.2014

Jahr 2013

- Bischoff, A./Peter Cornel/Katharina Müller/B. Düppenbecker (2013): Hygiene aspects in Water Reuse. DWA-Seminar "Water reuse – overview for practitioners and case studies", Braunschweig, Deutschland, 04.11.2013.
- Jokisch, Alexander (2013): Floodwater harvesting for small-scale agricultural production as part of an Integrated Water Resource Management Approach in central-northern Namibia. Young Water Professionals Southern Africa Conference, Stellenbosch, South Africa. 28.07.2013
- Jokisch, Alexander (2013): CuveWaters – Integriertes Wasserressourcenmanagement in Namibia. Erfahrungen in der Implementierung kleinskaliger Trinkwasserversorgung am Beispiel dezentraler Grundwasserentsalzung“. Präsentation im Rahmen des Workshops „Dezentrale Trinkwasserversorgung in Entwicklungsländern – Menschenrecht und Zukunftsmarkt für europäische Unternehmen“ an der Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg am 02.12.2013
- Kluge, Thomas (2013) CuveWaters: From concept to tap – a case study from Namibia. Africa Business Week, Water Conference, Industrie- und Handelskammer Frankfurt am Main, 24.04.2013
- Lensch, D./Peter Cornel/A. Meda/Katharina Müller (2013): Energy and Water Reuse. DWA-Seminar "Water reuse – overview for practitioners and case studies", Braunschweig, Deutschland, 04.11.2013
- Liehr, Stefan (2013) Introduction, Presentation and Discussion of the CuveWaters Project Film „Water Changes“, Africa/Savanna Group Meeting of BiK-F (Biodiversity and Climate Research Centre), Frankfurt am Main, 04.02.2013
- Lütke-meier, Robert/Stefan Liehr (2013): Model-based Impact Assessment of Rain- and Floodwater Harvesting on Ecosystem Services relevant to Food Security in Namibia. Conference on Transdisciplinary Research and Modeling, Munich, 10.4.-11.04.2013.

- Müller, Katharina (2013): Introduction to the CuveWaters sub-project “Sanitation and Water Reuse”. Workshop at the International IWA Conference on Water Reuse, 27.-31.10.2013: "Water Reclamation in Namibia: Experiences from the CuveWaters sub-project “Sanitation and Water Reuse”". Windhoek, Namibia, 28.10.2013.
- Müller, Katharina (2013): Water and sanitation tariffs. Workshop at the International IWA Conference on Water Reuse, 27.-31.10.2013: "Water Reclamation in Namibia: Experiences from the CuveWaters subproject “Sanitation and Water Reuse”". Workshop at the IWA Conference on Water Reuse in Windhoek. Windhoek, Namibia, 28.10.2013.
- Müller, Katharina (2013): A sanitation concept adapted to the preconditions in low-density urban areas of semi-arid environments – an example from North Namibia. International IWA Conference on Water Reuse, 27.-31.10.2013. Windhoek, Namibia, 29.10.2013.
- Müller, Katharina (2013): Regulations and Standards for Water Reuse. DWA-Seminar "Water reuse – overview for practitioners and case studies", Braunschweig, Deutschland, 04.11.2013.

II.6.4 Poster

- Anoumou, A.C.N./Julia Röhrig/Stefan Liehr (2013): Enhancing Agricultural Production with Rainwater-Harvesting in Expanding Cities: Practices and Potential in Burkina-Faso and Ghana (West Africa). Tropentag “Agricultural development within the rural-urban continuum”, Stuttgart-Hohenheim, 17.-19.09.2013 (Poster)
- CuveWaters: Poster “CuveWaters III: IWRM in Nord-Namibia“, 2. Symposium "Nachhaltigkeit in der Wissenschaft (SISI)", Bonn, 08.05.2014 (Poster)
- Felmeden, Jörg (2013): Operating model regarding agricultural reuse. Water Reclamation in Namibia: Experiences from the CuveWaters sub-project “Sanitation and Water Reuse” - Workshop at the IWA Conference on Water Reuse in Windhoek, 28.10.2013 (Poster)
- Kluge, Thomas/Jenny Bischofberger/Johanna Kramm/Stefan Liehr/Oliver Schulz/Martin Zimmermann (2015): Integriertes Wasser(ressourcen)management – Beispiel Cuvelai-Etosha Basin/Nordnamibia. Begehung des ISOE anlässlich der Evaluation des ISOE durch den Wissenschaftsrat, Frankfurt am Main, 27./28.10.2015 (Poster)
- Kluge, Thomas/Alexia Krug von Nidda (2013): Integrated Water Resources Management in the Cuvelai Etosha Basin: From Tanks to Hightech – Water for a Country of Extremes. Namibian National Science Week 2013, UNAM (Poster)
- Kluge, Thomas (2013): Capacity Development within Integrated Water Resources Management: Approaches of CuveWaters. Namibian National Science Week 2013, UNAM (Poster)
- Liehr, Stefan (2016): ISOE Projects in Sub-Saharan Africa. Kick-Off Workshop „Afrikaforschung Rhein-Main“, Frankfurt am Main, 20.05.2016 (Poster)
- Müller, Katharina/Peter Cornel (2014): Salinity management for water reuse in agriculture IWA Specialists Conference on Sustainable Wastewater Treatment and Resource Recovery, Kathmandu, Nepal, 26.-30.10.2014 (Poster)
- Müller, Katharina/ Deffner, Jutta/ Cornel, Peter (2013): A sanitation concept adapted to the preconditions in low density urban areas of semi-arid environments – an example from North Namibia. International IWA Conference on Water Reuse, 27.-31.10.2013. Windhoek, Namibia, 29.10.2013 and Paper in Conference Proceeding (Poster)

II.6.5 Qualifikationsarbeiten

laufend

Jokisch, Alexander (in preparation): Evaluation and analysis of the impact of Rainwater Harvesting used for micro-scale irrigation in central-northern Namibia on Hydrological and Agricultural Ecosystem Services. **PhD Thesis**, Technische Universität Darmstadt (**Finanzierung: BMBF/CuveWaters**)

Müller, Katharina (in preparation): A systemic approach for implementation of sanitation and agricultural water reuse. **PhD Thesis**, Technische Universität Darmstadt (**Finanzierung: BMBF/CuveWaters**)

Jahr 2015

Birkert, Janosch (2015): Assessment of the transferability of the field-tested CuveWaters desalination technologies in the Southern Africa. **Master Thesis**, Technische Universität Darmstadt

Chen, Valerie/Jennifer Walden (2015): Vergleichende Gegenüberstellung dezentraler Wasserversorgungssysteme weltweit, **Seminararbeit**, TU Darmstadt

Hangen, Milena/Franziska Mederer/Tim Schröder/Edwina Volpp (2015): Entsalzung in der SADC – Case studies im Rahmen des Projekts „CuveWaters – IWRM in Namibia“

Hennenberg, Benigna (2015): Sulfatkonzentrationen in Kommunalabwasser und deren Einfluss auf anaerobe Behandlungsstufen, **BSc Thesis**, TU Darmstadt

Heid, Kathrin (2015): Quantifizierung des Mehrwerts durch Abwassersammlung, -transport und -behandlung, **BSc Thesis**, TU Darmstadt

Korbach, Elena (2015): Maßnahmen zur Optimierung des Energieverbrauchs einer Abwasserbehandlungsanlage in Nord-Namibia, **BSc Thesis**, TU Darmstadt

Ledermann, Maria (2015): Cost of small scale desalination plants in North Namibia – Comparison with worldwide experiences and exploration of the potential for cost reduction, **BSc Thesis**, TU Darmstadt

Veselovska, Ievgeniia (2015): Das IWRM Projekt CuveWaters im Vergleich mit anderen internationalen IWRM Projekten, **Seminararbeit**, TU Darmstadt

Wende, Franziska (2015): Potential for diffusion of different decentralized water supply technologies using GIS within the framework of the project “CuveWaters”, **MSc Thesis**, TU Darmstadt

Woltersdorf, Laura (2015): Evaluating alternative water sources and their use for small-holder agriculture from a systemic perspective. A focus on water reuse and rainwater harvesting in Namibia. **PhD Thesis**, Goethe University Frankfurt (**Finanzierung: BMBF/CuveWaters**)

Zurmühl Mareike (2015): Vergleichende Analyse der Kosten, Einspar- und baulichen Optimierungspotentiale verschiedener Regenwassertanks im Rahmen der Projektes „CuveWaters – Integriertes Wasserressourcenmanagement in Namibia“, **BSc Thesis**, TU Darmstadt

Jahr 2014

- Altmann, Felix (2014): Inbetriebsetzung und Bilanzierung eines UASB-Reaktors zur Vorbehandlung von kommunalem Abwasser informeller Siedlungen in Nord-Namibia, **MSc Thesis**, TU Darmstadt
- Bäcker, Antje/Jan Schupp/Mareike Zurmühl (2014): Marktrecherche Regenwassersammlung im südlichen Afrika (Südafrika, Botswana), **Seminararbeit**, TU Darmstadt
- Eggers, Marie (2014): Vergleich verschiedener Techniken kleinskaliger Aufbereitung von gespeichertem Regenwasser zu Trinkwasserzwecken in Namibia, **BSc Thesis**, TU Darmstadt
- Fischer, Andreas (2014): Desk Study: Zero Liquid Discharge, **BSc Thesis**, TU Darmstadt
- Juschak, Maxim (2014): Entwicklung von Kriterien zur Einschätzung der Übertragbarkeit des IWRM-Projekts CuveWaters im südlichen Afrika, **MSc Thesis**, TU Darmstadt
- Kambanda, Kaliki (2014): Evaluation of desalination techniques for treating the brackish water of Olushandja sub-basin. **PhD Thesis**, University of Trier (**Finanzierung: BMBF/CuveWaters**)
- Kickler, Karoline: Irrigation and Fertilizer Management of Reclaimed Wastewater Horticulture Production in Northern Namibia and Implications for Water Pricing. **MSc Thesis**, Justus-Liebig-Universität Gießen, Umwelt- und Ressourcenmanagement (Gutachter: Prof. Dr. Ernst-August Nuppenau, Prof. Dr. Lutz Breuer; ISOE-Betreuung: Laura Woltersdorf, Jörg Felmeden), begutachtet Okt. 2014
- Merkel, Simone (2014): Vergleich von Invest- und Betriebskosten für Sanitäkonzepte im südlichen Afrika, **BSc Thesis**, TU Darmstadt
- Morieri, Ricardo (2014): Literaturrecherche zur Reinfiltration von salzhaltigen Wässern
Neppach, Simone; Schmiedt, Sabrina (2014): Potentiale der Verbreitung der Fluss- und Flutwassersammlung für Bewässerungszwecke in Namibia, **Seminararbeit**, TU Darmstadt
- Mwaala, Diina (2014): Monitoring of CHC process in Outapi and support of communication processes. **Internship, Assistant**, Institute for Social-Ecological Research (ISOE)
- Otto, Martin (2014): Literaturrecherche zu kleinskaliger Flut- und Flusswassersammlung zu Gartenbauzwecken mit einem Fokus auf Wasserqualitätskriterien, **Seminararbeit**, TU Darmstadt
- Parniske, Janna (2014): Wiederverwendung von behandeltem Abwasser einer Kläranlage in Namibia zur landwirtschaftlichen Bewässerung: Beurteilung der aktuellen Eignung des Kläranlagenablaufs und Empfehlungen zur zukünftigen Einhaltung von Qualitätskriterien, **MSc Thesis**, TU Darmstadt
- Schüßler, Charis (2014): Nachhaltige Implementierung von kleinskaliger Trinkwasseraufbereitung in Entwicklungsländern und Übertragbarkeit auf Regenwassersammlung in Namibia, **BSc Thesis**, TU Darmstadt
- Sittig, Isabelle (2014): Abschätzung der Gesundheitsrisiken durch Wasserwiederverwendung in der Landwirtschaft mit Monte-Carlo Simulation, **BSc Thesis**, TU Darmstadt
- Wawilow, Tatjana (2014): Implementierung und Erprobung einer kleinskaligen Trinkwasseraufbereitungsanlage zur Aufbereitung gesammelten Regenwassers in Namibia, **MSc Thesis**, TU Darmstadt

Jahr 2013

- Abid, Shazia Munawar (2013): CuveWaters und Kalkulationsschema für Regenwassersammlung und Gartenbaunutzung. **Schülerpraktikum** 21.01.-08.02.2013, ISOE & Goethe-Gymnasium Frankfurt am Main
- Danzeisen, Nicole (2013): Auswertung von Monitoringdaten der Technologie Flutwassersammlung im Rahmen des Projektes „CuveWaters – Integriertes Wasserressourcenmanagement in Namibia“. **Studienarbeit**. TU Darmstadt
- Drießen, Cornelia: Analysis of the Solar-driven Operation of Desalinations Plants and the Usage of Potable Water in Rural Areas in Namibia. **MSc Thesis**, TU Darmstadt
- Mandel, Magdalena (2013): Anaerobe Abwasserbehandlung mittels UASB-Reaktoren - Erstellung einer CSB-Bilanz, **BSc Thesis**, TU Darmstadt
- Nghoongoloka, Abner / Nangombe, Taimi (2013): Technische Optimierungsarbeiten an den Entsalzungsanlagen in Amarika sowie Durchführung und Übersetzung von Interviews mit der lokalen Bevölkerung zum Thema Wassernutzung und Akzeptanz der Anlagen. **Praktikum** und Forschungsreise nach Amarika (Technologielinie Entsalzung) zusammen mit Cornelia Drießen
- Polak, Mathias (2013): Zwischen Haushalt und Staat. Lokale Water Governance im zentralen Norden Namibias. **PhD Thesis**, GU Frankfurt (**Finanzierung: extern**)
- Reichenbach, Mario (2013): Bodenökologische Beurteilung einer landwirtschaftlichen Nutzfläche im Cuvelai-Binnendelta in Nordnamibia. **BSc Thesis**, GU Frankfurt, Geographie/Geowissenschaften (Gutachter: Prof. Dr. Heinrich Thiemeyer, Dr. Susanne Müller; ISOE-Betreuung: Jörg Felmeden, Laura Woltersdorf), begutachtet Dez. 2013
- Schillert, Zarrin (2013): Die Bedeutung von Salzen für die Wiederverwendung von behandeltem Abwasser zur landwirtschaftlichen Bewässerung – Bilanzierung und Empfehlungen zum Stoffstrommanagement. **Master Thesis**, Hochschule RheinMain Rüsselsheim
- Vargas Díaz, Andrés Eduardo (2013): Vergleich der Einnahmesituation verschiedener Nutzer der Technologie Flutwassersammlung im Rahmen des Projektes „CuveWaters – Integriertes Wasserressourcenmanagement in Namibia“, **BSc Thesis**, TU Darmstadt
- Zimmermann, Martin (2013): Sustainable Transformations of Water Supply Regimes. The Cuvelai-Etoshia Basin in Central Northern Namibia. **PhD Thesis**, TU Darmstadt (**Finanzierung: extern**)

III Erfolgskontrollbericht

III.1 Beitrag des Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen

In der dem Projekt zugrundeliegenden Bekanntmachung des BMBF vom 01.06.2004 wurden folgende Ziele des Förderschwerpunktes genannt:

- „In den Modellregionen soll eine Situationsverbesserung erreicht werden, wobei die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf vergleichbare Regionen gewährleistet sein muss.
- Für deutsche Unternehmen im Wasser- und Umweltsektor soll der Zugang zu neuen Märkten erleichtert werden.
- Außerdem sollen die bi- und multilaterale Zusammenarbeit im Wasserfach unterstützt und die interdisziplinäre Kooperation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft gestärkt werden.“

Im Folgenden werden die Beiträge des Projekts CuveWaters zur Erreichung dieser Ziele dargestellt.

III.1.1 Situationsverbesserung in der Modellregion

Die Situationsverbesserung konnte in allen drei Technologielinien (Regen- und Flutwassersammlung, Grundwasserentsalzung, Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung) des CuveWaters-Projekts erreicht werden. Essentielle Grundlage hierfür ist die erfolgreiche Übernahme der Pilotanlagen durch die namibischen Partnerinstitutionen bzw. durch entsprechende lokale Akteure; die nachfolgenden Darlegungen zur Situationsverbesserung beginnen daher mit dem Verweis auf die Ownership der Anlagen zum Projektende.

a) Regen- und Flutwassersammlung (RFWH)

Die Regen- und Flutwassersammelanlagen ermöglichen auf individueller Haushaltsebene als auch auf kommunaler Ebene die Pflanzenproduktion. Dies dient insbesondere dem Zweck der unmittelbaren Ernährungssicherung; darüber hinaus schafft dies die Möglichkeit, aus dem Verkauf von Produkten auf lokalen Märkten ein Einkommen zu generieren. Die Situationsverbesserung ist generell darin zu sehen, dass es in einer Region, die keine Tradition im Gemüseanbau (vor allem nicht während der Trockenperiode) besitzt, im Projektkontext von CuveWaters gelungen ist, eine Gartenbautradition zu etablieren. In einer Region, die vornehmlich durch Viehzucht (silvo-pastorale Kultur) geprägt ist, schafft dies neue Potenziale der Ressourcennutzung in Verbindung mit Ernährungssicherung und Armutsreduktion, die eine grundlegende Situationsverbesserung darstellen. Dies ist als großer Erfolg zu werten.

Auch im Bereich der Entwicklung von Kapazitäten, der Schaffung von Arbeitsmöglichkeiten (job creation) und letztlich der sozialen Lage lässt sich eine Situationsverbesserung feststellen. Die handwerkliche Ausbildung zum Tankbau (Anlagen zur Wassersammlung und -speicherung) hat insofern auch die soziale Situation gebessert, weil die ausgebildeten Handwerker ganz mehrheitlich zu Arbeitseinmündung gekommen sind: direkt im Tankbau, im Bauhandwerk oder auch im Wassersektor im Bereich der ländlichen Wasserversorgung des Staates. Auch die Wissensgenerierung für Gartenbau hat lokalen Ausstrahlungseffekt auf die individuelle Haushaltsebene: Es sind viele individuelle Gärten mit z.T. ähnlichen Technologien im Umfeld der Pilotanlagen von CuveWaters entstanden.

Über die Situationsverbesserung in der Modellregion hinaus ist die Übertragbarkeit für vergleichbare Regionen, insbesondere in semi-ariden Gebieten, durch eine Reihe von Maßnahmen und Produkten gewährleistet. Im RFWH Toolkit (Schulz et al. 2015c) sind umfangreiche Materialien von der Bauanleitung über Wartungs- und Managementübersichten bis hin zur Kostenaufstellungen, Kontaktdaten, Factsheets und Implementierungskonzepten enthalten. Auch Informationen zur Pflanzenproduktion, z.B. welche Fruchtfolge und wie Bodenverbesserung und Pflanzengesundheit erreicht werden können, sind darin aufgeführt. Die Materialien des Toolkits sind ebenfalls geeignet für die Erstellung von Anträgen von kleinen Folgeprojekten, die Aufstellung von Kosten-/Nutzenbilanzen und für Verhandlungen mit Unterstützern seitens Banken, Investoren oder allgemeinen Fonds (z.B. Klima-Fonds). Dies ist eine Grundlage für die Übertragbarkeit in andere Regionen, sichert aber zusammen mit dem erfolgreichen Trainingsprogramm und der Einbindung von Institutionen wie den *Extension Services* auch die Verbreitung in der Untersuchungsregion ab.

b) Grundwasserentsalzung

Im Feld der Entsalzungstechnologien liegt die Situationsverbesserung in der Bereitstellung von hygienisch einwandfreiem Trinkwasser für die Bevölkerung. Die bisherige Situation war durch die Versorgung über Brunnen aus oberflächennahem Grundwasser gekennzeichnet, die besonders während der Trockenzeit stark verunreinigtes Wasser aufweisen. Verursacht war die Verunreinigung u.a. durch eine Belastung mit Bakterien, da die handgegrabenen Brunnen auch zur Viehtränke mitgenutzt wurden, aber auch durch Algen und andere Umwelteinflüsse. Diese Wasserquelle stellt damit ein erhebliches Gesundheitsrisiko dar. Gesundheitliche Folgen der Nutzung der Brunnen sind Hautkrankheiten, Augenleiden und Durchfallerkrankungen. Durch die Entsalzungsanlagen konnten die Ursachen derartiger Krankheitsbilder erheblich reduziert werden. Sozial-empirische Untersuchungen haben gezeigt, dass diese Effekte von den Nutzern deutlich wahrgenommen werden. Die kleinskaligen solar-gekoppelten Entsalzungsanlagen sind sehr kompakt ausgelegt und implementiert. Ausbildungsmodule und Handhabungsanleitung für Wartung und Betrieb sowie Implementationskonzepte gewährleisten eine Übertragung auf andere Regionen.

c) Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung

Bei der Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung in Outapi besteht die Situationsverbesserung in der deutlich angehobenen Hygienesituation und der effizienteren und produktiven Nutzung der verfügbaren Ressourcen Wasser und Nährstoffe. In den informellen Siedlungen der unter dem Urbanisierungsdruck schnell wachsenden Städte ist „*open defecation*“ alltägliche Praxis. Hier hat das CuveWaters-Projekt mit Spültoiletten, Duschen und Handwaschmöglichkeiten einerseits und der Aufbereitung des Abwassers andererseits die basalen Voraussetzungen zur Gesundheitsanhebung erbracht. Regelmäßige Cholera-Ausbrüche, Durchfallerkrankungen und allgemeine Infektionen haben merklich abgenommen. Durch die Etablierung von sogenannten „kommunalen Gesundheitsclubs“ (*Communal-Health-Clubs*, CHC) wurde ein allgemeines, sozial geteiltes Verständnis für Hygienehandhabung (Händewaschen, Essenszubereitung, Vorratshaltung, Reinigung und Wartung der Sanitäreinrichtungen) erreicht sowie eine Aufmerksamkeit zur Pflege der Sanitäreinrichtungen. Beim CHC-Ansatz von CuveWaters geht es um einen gemeinsam gefundenen Konsens zu Hygienefragen, dieser unterscheidet sich damit

stark von dem CLTS-Ansatz (*Community Led Total Sanitation*), der eher auf Abschreckung als Bewusstseinsbildung abzielt. Die im Projekt CuveWaters erreichte hohe Akzeptanz zeigt sich u.a. darin, dass kein nennenswerter Vandalismus aufgetreten ist, wie dies in vergleichbaren Projekten Südafrikas ein verbreitetes Problem ist. Dies spricht stark für den CHC-Ansatz und die gute Einbindung der Stadtverwaltung von Outapi (OTC).

Der allgemeine Wohlfahrtsaspekt liegt aber nicht nur im gesundheitlichen Bereich, sondern im Sozialen. Mit der Möglichkeit zur individuellen Körperhygiene erhalten die Nutzer individuelle Würde (*dignity*), Zufriedenheit und eine Stärkung ihrer Arbeitskraft zurück. Auch erzeugt das Vertrauen in eine funktionierende Infrastruktur mit Wasserver- und -entsorgung auch Vertrauen in die Verlässlichkeit staatlicher Organisation und wirkt insoweit über den Sektor hinaus systemstabilisierend. Dieses Vertrauen in staatliche Strukturen erhöht auch die Bleibemotivation gegenüber Migration.

Ein nicht minder wichtiger Aspekt der Situationsverbesserung ist die Verfügbarkeit von hygienisch einwandfreiem und mit wertvollen Nährstoffen (N, P, K) versehenem Wasser zur Wiederverwendung im Bewässerungsfeldbau. Damit konnte ähnlich zur Technologielinie RFWH, jedoch auf größerer Skala, eine Verbesserung für die Ernährungssicherung verbunden mit der Schaffung von Arbeits- und Einkommensmöglichkeiten und damit der Armutsreduktion erreicht werden. Der besondere Erfolg der Technologielinie liegt in der Umsetzung der gesamten Kette von Sanitäreinrichtungen über Transport und Aufbereitung bis hin zur Wiedernutzung, letztere in Verbindung mit einer Steigerung der Wohlfahrt der Bevölkerung mit Lebensmittelproduktion, Arbeitsbeschaffung, Armutsreduktion und Gesundheit.

III.1.2 Erleichterung im Zugang zu neuen Märkten

Für die Unternehmen der Technologielinie „Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung“ (v.a. BWT) und der Technologielinie „Grundwasserentsalzung“ (pro|aqua, SIJ und Terrawater) sind aufgrund der jeweiligen unternehmerischen und technologischen Bedingungen unterschiedliche Aspekte von Relevanz. Alle Unternehmen betonen, dass durch die spezifischen Anpassungen in der Umsetzung vor Ort Innovationen erarbeitet wurden. Damit sind die Unternehmen in der Lage, bessere Angebote auf dem Markt zu platzieren. Dies heben insbesondere BWT, SIJ und Terrawater hervor. In dem Umsetzungsprozess konnten Verbesserungen in Systemkomponenten und Vereinfachungen der Verfahrenstechnik erreicht werden, die über reine Anpassungsforschung hinausgehen und den Innovationsgrad erhöht haben, so dass sich daraus Marktvorteile bieten. Dieser Nutzen für die Unternehmen und die dadurch gesetzte Innovationserhöhung stellen eine Erleichterung des Marktzugangs dar, der durch die Unternehmen bestätigt wird. Verstärkt wird dies durch die Wahl der Projektregion in Nordnamibia, da sie mit dem hohen Nutzungsdruck auf die Ressourcen, dem Kontrast von Urbanisierung und ländlicher Entwicklung sowie dem interbasinalen und grenzüberschreitenden Wassertransfer für eine Reihe von weltweit stark relevanten Herausforderungen steht.

Die Pilotanlagen fungierten in Phase III als Demonstrationsanlagen, auch für die beteiligten Industriepartner. Die Erfahrungen mit der Evidenz funktionierender Anlagen tragen für die deutschen Industriepartner entscheidend zu Weiterentwicklung von technischem *Know-how* bei. Dies stärkt den Wirtschaftsstandort Deutschland langfristig.

Weitere Aspekte für den erleichterten Marktzugang sind indirekte Marktöffnungen, indem Produkte der im Kontext einer BMBF-geförderten Forschung auf internationalen Konferenzen bzw. Messen vorgestellt werden. Dies war u.a. im letzten Projektjahr 2015 auf der *Stockholm World Water Week*, auf der IFAT in Johannesburg und in München, aber auch im Rahmen der *Roundtables* in Zielland für Entscheider aus dem Bereich von Regierung, Administration und beratenden Ingenieurbüros der Fall.

III.1.3 Unterstützung der Zusammenarbeit im Wasserfach und der Kooperation von Wissenschaft und Wirtschaft

Die bi- und multinationale Zusammenarbeit im Wasserfach wie auch die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft konnte ganz erheblich gesteigert und verfestigt werden. Die Forschungsverbände aus Wirtschaft, Sozial-, Ingenieur- und Naturwissenschaften haben im Verlauf der über 10-jährigen Projektzusammenarbeit eine Reihe von Kooperationsstrukturen erzeugt. So war der Arbeitskreis „Innovationsplattform“ von German Water Partnership (GWP) ein geeignetes Instrument, die Forschungs- und Implementierungsansätze von CuveWaters, insbesondere im Bereich „Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung“ für einen Dialog mit der Entwicklungszusammenarbeit (BMZ, GIZ), aber auch zur finanziellen Zusammenarbeit (KfW, BMWi) zu öffnen.

Ein weiterer Brückenträger zwischen Wirtschaft und Wissenschaft war und ist die Auseinandersetzung mit Ausbildungsfragen. Die Anforderungen an die Ausbildung für Wartung und Betrieb der Pilotanlagen führte zu einem systematischen Austausch mit dem DWA in Deutschland, weiteren Hochschulen, Industrieunternehmen im Kontext von GWP, aber auch darüber hinaus. Inhaltlich führten diese Forschungsergebnisse zur Formulierung eines systemischen Ansatzes für „Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung“, der nicht nur bedeutet, mit Blick auf die Exportförderung technische Innovationen zu generieren, sondern auch die weichen Faktoren wie Ausbildung und Governance mit zu integrieren. Dieses systemische Verständnis von Technik und ihrer sozialen Einbettung hatte auch Auswirkungen auf die Art der Ausbildungsprogramme, die nicht mehr nur rein unternehmensorientiert *Training-on-the-job*-Maßnahmen umfassten, sondern im und durch das Projekt auch mehr Verfahrensverständnis der Technologie zum Gegenstand hatte. Dieses erweiterte Ausbildungsverständnis ist im systemischen Ansatz enthalten und hat nachhaltige Auswirkungen in die Diskussionsforen der Innovationsplattform (GWP) und auf die Industriepartner. All dies sind Netzstrukturen, welche die bi- und multilaterale Zusammenarbeit im Wasserfach ganz wesentlich prägen, wie sie auch die Kooperation zwischen einer interdisziplinär arbeitenden Wissenschaft und der Wirtschaft gestärkt haben. Auch im Zielland Namibia wurden der systemische Ansatz und die Vernetzungs- und Kooperationsstrukturen in entsprechende Zielgruppen eingebracht, u.a. in das *Water and Sanitation Forum* (WATSAN-Forum).

Die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft hat zusätzlich zu den technischen Innovationen auch Aufmerksamkeit, Verständnis und Einbettung von sozialen Innovationen befördert. In den Maßnahmen des *Capacity Development* bei den Technologielinien des Multi-Ressourcen-Mix wurden vor allem die Potenziale der jungen Bevölkerung ausgebaut und aufgenommen. Damit werden auch Ziele der Afrika-Strategie des BMBF aufgegriffen (BMBF 2014). Auch die Beiträge des Projekts zum Vocational Training stehen an der Schnittstelle von

Wissenschaft, Wirtschaft und Praxis und unterstützen das Anliegen der Afrika-Strategie. CuveWaters erhöht damit gemeinsam mit den Industriepartnern die Sichtbarkeit Deutschlands in Afrika als Schlüsselpartner in Bildung und Forschung.

III.2 Wissenschaftlich-technische Ergebnisse des Vorhabens, erreichte Nebenergebnisse und gesammelte Erfahrungen

a) Regen- und Flutwassersammlung (RFWH)

Die RWH-Anlagen in Epyeshona wurden am 23.11.2015 in einer feierlichen Zeremonie an die Dorfgemeinschaft (*Green Village*) bzw. die privaten Haushalte übergeben. Zugegen waren zahlreiche Vertreter des CuveWaters Projekts, Vertreter der *Uukwambi Traditional Authority* (offizielle Übergabestelle), des MAWF und des RDC. Seitens der Dorfgemeinschaft nahmen ca. 100 Personen teil, darüber hinaus waren Vertreter von Nachbargemeinden zugegen. Über das Ereignis wurde in der überregionalen Presse berichtet.

Zuvor wurde bereits die FWH-Anlage in Iipopo ebenfalls in einer feierlichen Zeremonie am 13.04.2015 an die dortige Dorfgemeinschaft übergeben. Dorfgemeinschaft bzw. Haushalte übernehmen die Verantwortung für Betrieb und Wartung der Anlagen. Zur feierlichen Übergabe waren mehr als 100 Personen der lokalen Dorfgemeinschaft sowie aus Nachbargemeinden zugegen. Darüber hinaus waren zahlreiche Vertreter aus Deutschland sowie der Deutsche Botschafter Onno Hückmann vor Ort. Das MAWF wurde bei dieser Gelegenheit von Sophia Kasheeta (zu diesem Zeitpunkt Director DAPEES) vertreten. Offizielle Übergabeeinheit ist auch hier die *Uukwambi Traditional Authority*.

In beiden Fällen wurden zwischen dem Projekt CuveWaters und dem MAWF/DAPEES Verträge unterzeichnet, die eine weitere technische (insbesondere in landwirtschaftlichen Fragestellungen) und organisatorische Beratung der Betreiber durch das MAWF sicherstellen sollen. Über die Ereignisse wurde flächendeckend in der überregionalen Presse berichtet (mehrere Zeitungsartikel, Radio etc.).

Das *RWH Field Lab* am Campus der UNAM in Ongwediva wurde im Rahmen einer feierlichen Zeremonie am 14.04.2015 ebenfalls in Anwesenheit des Deutschen Botschafters und zahlreicher weiterer Vertreter aus Deutschland an den Dekan der Universität übergeben.

Hinsichtlich der Technologien der Tanks bzw. Reservoirs zur Wassersammlung haben sich im Bereich der Regenwassersammlung v.a. die Ferrozement-Zisternen, im Bereich der Flutwassersammlung die Ponds (mit Plastikfolien ausgeschlagene Auffangvorrichtungen mit Verdunstungsabwehr) aus der anfänglichen Erprobung von Alternativen besonders bewährt. Diese Technologien sind gut replizierbar, zumal sie – insbesondere der Ferrozement-Tank – mit lokalen Materialien konstruiert werden können, so dass diese dann die beste Kosten-Nutzen-Effizienz aufweisen. Für die wissenschaftliche Ergebnisstellung ist von hervorzuhebender Bedeutung, dass diese Technologien nur quasi Mittel zum Zweck sind; sie dienen letztlich über Bewässerung und Pflanzenproduktion der Lebensmittelerzeugung und Ernährungssicherung. Hierfür waren bei den Anlagen auf kommunaler Basis die Gruppenprozesse zu Organisation und Management eine besondere Herausforderung. Für die Etablierung und Absicherung der Selbstorganisationsprozesse kamen sozialwissenschaftliche Vorerhebungen und unterstützende Begleitprozesse im Sinne eines interkulturell geleiteten Management-Coachings mit jeweils

integrierten Feedback-Prozessen eine große Bedeutung zu. Insofern hat sich in diesen adaptiven Prozessen eine Art lernende Organisation herauskristallisiert, die eine resiliente Selbstorganisationsstruktur (stabile Governance) hervorgebracht hat.

Ganz ähnlich durchlief das Projekt im Bereich des Gartenbaus einen Lernprozess. Nach sehr wichtigen Anfangserfolgen, insbesondere den ersten Ernten von *high-value-crops*, gab es Rückschläge wegen extrem geringer Niederschläge infolge einer Trockenperiode seit mehr als drei Jahren, vermehrte Pflanzenkrankheiten und Unstimmigkeiten über Governance-Strukturen und Führungsfragen. Die Probleme in der Governance betrafen insbesondere einen mangelnden Konsens im Gartenbau-Team über die Verwendung von finanziellen Überschüssen für Handwerkszeug, Reparatur, Anschaffung von Pestiziden, Saatgut und Bodenverbesserern. Auch die Verteilung und Fruchtziehung der Ernteüberschüsse, Kassenführung, Rücklagenbildung für Samen- und Pflanzenschutzmitteleinkauf waren Punkte kontroverser Diskussionen. Diese komplexen Managementanforderungen und -hindernisse konnten durch die in der „Eingehenden Darstellung“, Abschnitt II, beschriebenen iterativen Begleit- und Lerneffekte in verbesserte Formen von Governance überführt werden und laufen seit mehr als 1,5 Jahren stabil.

Ein wichtiges Ergebnis ist auch die Verpflichtungserklärung des MAWF zur Unterstützung der Pilotanlagen. Dies ermöglicht, dass der *Agricultural Extension Service* im DAPEES des MAWF Beratung bei Pflanzenkrankheiten anbietet oder technische Assistenz bei Mängeln der Tröpfchenbewässerung leisten kann. Die entsprechenden örtlichen *Officers* von DAPEES wurden auch durch CuveWaters trainiert.

Die RFWH-Anlagen haben insgesamt gute mediale und regionale Aufmerksamkeit in Printmedien, Fernsehen und generell in der Bevölkerung erreicht, werden bereits repliziert und haben auch in Zukunft ein hohes Replikationspotenzial (siehe III.3).

b) Grundwasserentsalzung

Nach der Inbetriebnahme im Juli 2010 wurden die Entsalzungsanlagen im Oktober 2010 offiziell vom Vizeminister des MAWF, Honourable Petrus Ilonga, eingeweiht. Die formale, institutionelle Übernahme in das Eigentum und die Verantwortung des MAWF erfolgte zum Ende der zweiten Projektphase und wurde durch einen Brief des MAWF vom 05.08.2014 bestätigt (siehe Anhang).

Die Anlage von **pro|aqua** in Amarika läuft robust bei regulärer Wartung und liefert die vorgesehene Abgabemenge. Diese Anlage nach dem Reverse-Osmose-Prinzip konnte im Laufe der Wartungs- und Schulungszyklen für die Kräfte vor Ort zum Betrieb (*Caretaker*) sowie für die Verantwortlichen des Wasserministeriums (DWSSC) sogar verfahrenstechnisch verschlankt und die Membran so eingefahren werden, dass sie Trinkwasserqualität liefert (unter leichter Zugabe von Mineralienanteilen zur Absicherung der geforderten Trinkwasserqualität). Diese Anlage ist besonders durch Robustheit, Wartungsarmut und störungsfreiem Betrieb zur Replikation geeignet, wobei dennoch reguläre Wartungsintervalle einzuhalten sind.

Die Anlage des **Solar-Instituts Jülich** in Akutsima ist durch ihre einfache und übersichtliche Verfahrensordnung gut in der Wartung handhabbar, ist aufgrund ihrer Modularität leicht skalierbar und benötigt keinen Strom. Sie arbeitet mit wenig Steuerung und Regelungsaufwand und ist als *Lowtech*-Auslegung besonders für eine Verbreitung in Namibia geeignet. Ihr Nachteil ist die relativ geringe Produktionsmenge von entsalztem Wasser: Die sechs implementierten Mo-

dule liefern täglich ca. 400 Liter und sind daher nur für die Skala der Haushaltsebene interessant, bspw. für eine Farmerfamilie oder eine Jagdhütte – nicht jedoch für ein Hotel mit durchlaufendem Gastbetrieb.

Die Anlage von **Terrawater** in Akutsima ist in der Steuerung und Regelung aufwendiger als die zwei zuvor benannten und auch in der Wartung anspruchsvoller: So müssen die Lamellenschränke (Verdunster) regelmäßig von Verklebungen freigespült werden; die Vakuumröhren zur Heißwasserherstellung sind wegen der extremen Wetteranfälligkeit (Hitze über 50°, aber auch Frost und Hagelschlag) nicht ausreichend beständig, sodass immer wieder Leckagen an den Einmündungen zum Heißwasserstrang zu beklagen sind. Auch ist die Austauschbarkeit von Verbrauchs- und Ersatzteilen mitunter erschwert durch den Materialwechsel in der Anlage von Metall auf Plastik. Auch wenn diese Wartungsanforderungen durchaus beherrschbar sind, erfordern sie einen Mehraufwand an Materialbeherrschung wie Spiegelschweißen für Plastikdichtungen, aber auch kompliziertere Übergänge mit Blick auf Dichtung und Ventil.

Eine generelle Schwierigkeit ist, dass die angelernten Wartungshandhabungen durch Personalwechsel, insbesondere beim DWSSC, immer wieder verloren gehen. Auch werden reguläre Wartungsintervalle nicht eingehalten. Durch derartige Wartungseinschränkung kommt es zu überflüssigen Störungen im Betriebsablauf, die nicht in der Anlage selbst gründen, sondern in der Wartungskompetenz. Von Seiten CuveWaters wurde immer wieder eingebracht, für diese Art von Wartungsservice externe *Service Provider* zu beauftragen (deren es gute in Namibia gibt), die vielleicht ein- oder zweimal im Jahr zu beauftragen wären. Diese Empfehlung wurde jedoch nicht umgesetzt, u.a. aufgrund behörden-interner Hindernisse auf namibischer Seite durch unangemessene bürokratische Ausschreibungsprozeduren (z.B. Ausschreibungen für einfache Service-Dienstleistungen).

Das Ministerium legte daher Wert darauf, dass regierungseigene Untereinheiten, wie die ländliche Wasserversorgung (DWSSC), die Wartung vornehmen. DWSSC hat jedoch nur Erfahrung mit einfacher Brunnenteknik (Dieselpumpen, einfache Elektropumpen), nicht aber mit Entsalzungsanlagen.

Die *Caretaker* vor Ort, aber auch der DWSSC wurden für die Anlagen in regelmäßigen Zyklen geschult. Der Wissensverlust beim DWSSC wegen der häufigen Personalwechsel konnte jedoch nicht vollständig kompensiert werden, was im Ergebnis zu Wissensverlust führt. Die täglichen Wartungsarbeiten vor Ort in Akutsima werden aber durchaus verantwortlich und zufriedenstellend durchgeführt. Gehobene Wartungsarbeiten, die ein- bis zweimal pro Jahr (wie oben schon beschrieben) anfallen und jetzt in der Obhut des DWSSC liegen, erfolgen leider in der beschriebenen Weise mit entsprechenden Mängeln.

c) Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung

Die Pilotanlage in Outapi wurde mit ihren Komponenten im Bereich Sanitäreinrichtungen, Abwassertransport, Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung im Bewässerungsfeldbau im Juni 2013 und April 2014 – gestaffelt hinsichtlich der Komponenten – formal in das Eigentum und die Verantwortlichkeit des OTC übernommen (siehe Anhang).

Die Anlage zur Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung läuft seit September 2014 störungsfrei. Die abwasserseitige Komponente generiert ein Wasser zur Wiederverwendung, das

hinsichtlich der Bakterienfreiheit und Nährstoffgehalten (N, P, K) den Hygiene- und Bewässerungsansprüchen entspricht.

Auf der Sanitärseite wurden drei Formen der Sanitäreinrichtungen realisiert. Bei den Cluster-Units in informellen Siedlungsgebieten teilen sich vier Haushalte Dusche, Toilette und Handwaschmöglichkeiten. Diese Anlagen befinden sich in der Verantwortung der Nutzer, die sie auch pflegen und reinigen. Hier ist eine hohe Akzeptanz zu verzeichnen und die Anlagen sind in einem ansehnlichen Zustand, was im Vergleich zu ähnlichen Anlagen in Südafrika keine Selbstverständlichkeit ist. Zu dem hohen Verantwortungsbewusstsein haben die *Community Health-Clubs* (CHC) beigetragen. Mit den CHC konnte ein Gruppenkonsens für Hygiene und für die Anlagen erzeugen werden, so dass daraus eine gelebte Ownership entstanden ist. Auch die Kostendeckung der Anlage über die Dusche (nur das Duschwasser ist kostenbehaftet und finanziert Toilette und Handwaschwasser) ist erreicht. Ein kritischer Diskussionspunkt war die Möglichkeit des Abzapfens von Wasser zum menschlichen Gebrauch unter Umgehung der Gebühren, also quasi illegal. Zur Vorkehrung hat das OTC technische Maßnahmen ergriffen, die diese Möglichkeit erschweren. Das Ergebnis von empirischen Erhebungen zeigt in der Praxis, dass diese Art des Missbrauchs nur durch einen sehr geringen Teil der Nutzer erfolgt und den Ansatz nicht infrage stellt. Insgesamt hat die begleitende Sozialempirie einen erheblichen Beitrag zur erfolgreichen Umsetzung im Dauerbetrieb ermöglicht, eine selbstbewusste Governance und Ownership miterzeugt, die Abstimmung mit dem OTC aktiv unterstützt und sein *Commitment* stabilisiert. Der OTC kontrolliert in regelmäßigen Abständen den Zustand der Cluster-Units, nimmt notwendige Wartungsarbeiten und Reparaturen vor und mahnt Nutzer bei Fehlverhalten.

Als weitere Form der Sanitäreinrichtung wurden Toiletten- und Abwasseranschluss (für Dusche und Haushaltswasser) in sogenannten Shack-Dweller-Häuser implementiert. Diese repräsentieren gleichsam den Übergang von den informellen Siedlungsgebieten mit ihren Zinkblech-Behausungen zu den kleinen Steinhäusern der formalisierten Siedlungsgebiete. Eine Hürde dieser Form der Sanitäreinrichtung waren die zunächst zu hohen Anschlussgebühren und Materialkosten des Kanalanschlusses, die sich oftmals für die Bewohner als nicht tragbar erwiesen. Als Reaktion hat das Projekt gemeinsam mit dem OTC Incentives wie z.B. Kostenerleichterung, verbilligtes Material entwickelt. Mit den Incentives sind mittlerweile alle Shack-Dweller-Häuser an die Kanalisation angeschlossen. Gegenüber der vorangehenden Situation des „*open defecation*“, bedeutet dies eine große Gesundheitsanhebung und Aufwertung für die Einwohner.

Als dritte Form der Sanitäreinrichtung wurde das sogenannte *Washhouse* für die tägliche Nutzung von Einwohnern mit einer Tagesfrequenz bis zu 300 Nutzern implementiert. Das *Washhouse* zeigt grundsätzlich eine hohe Akzeptanz. Die Entwicklung der Auslastung ist dabei stark durch die Gebührenstruktur beeinflusst: Lag sie zu Beginn bei ca. 2/3 der vorhandenen Kapazität, bewegt sie sich nach einer 100%igen Gebührenerhöhung durch den Stadtrat bei ca. 150 Personen täglich – was gemessen an dem Personalaufwand zur Reinigung und Gebührenverwaltung eine klare Unterauslastung bedeutet. Der OTC verblieb bei der Gebührenerhebung, trotz der Verringerung der Auslastung und dem verminderten Abwasseraufkommen, das zu Engpässen im Bewässerungswasser und letztlich auch zu Mindereinnahmen des OTC führen kann. Dennoch wird das *Washhouse* von allen Seiten als wichtige und erfolgreiche Form der Einrichtung bewertet, da es Bewohnern der umliegenden informellen Siedlungsgebiete und Marktbesu-

chern von 7 bis 20 Uhr Toiletten und Duschen zur Verfügung stellt. Eine nicht unerhebliche Bedeutung hat das *Washhouse* auch für das Wäschewaschen, da es hierfür eine gute Infrastruktur bietet. Zukünftig hängt die Nutzungsfrequenz stark an der Tarifpolitik des OTC, wobei der Stadtrat derzeit nicht an einer Anpassung interessiert scheint. Obwohl eine Kapazitätserhöhung des *Washhouses* wünschenswert wäre, sind der störungsfreie Betrieb und die bestehende Akzeptanz bei den Nutzern ein großer Gewinn für die Verbesserung der Hygienesituation vor Ort.

Es ist zu betonen, dass die breit angelegte sozial-empirische Begleitforschung von großer Relevanz war. Die unterschiedlichen Formen der Sanitäreinrichtungen wurden im transdisziplinären Forschungsmodus partizipativ und problemorientiert mit den Bewohnern der unterschiedlichen Siedlungsgebiete ausgestaltet. Die Gestaltungsvorschläge gingen bis zur Konkretion, wie die Architekturanordnungen unter Gender-Aspekten zu gestalten sind. Der Ansatz des *Washhouses* war dabei als Alternative in der Erprobung und Analyse nicht unumstritten – es gab auch Stimmen, die das *Washhouse* als eine Wiederholungsstruktur des Apartheid-Regimes ablehnten. Das Projekt bestritt hier eine intensive Diskussion und Auseinandersetzung mit den Vorbehalten, es zeigt sich insbesondere, dass ein sensibler Umgang mit Begrifflichkeiten und Benennungen eine wesentliche Rolle zur Einordnung und Abgrenzung spielten.

Der transdisziplinäre Modus und der damit verbundene ergebnisoffene und partizipativ geprägte Zugang der Forschung zur Lösungsfindung sind als Erfolgsfaktoren von großer Bedeutung.

Der Abwassertransport des gesammelten Abwassers erfolgt am Pilotstandort durch ein Vakuumsystem. Die Vorteile von Vakuum sind (1) eine geringere Verlegungstiefe, dadurch große Kostenersparnis, (2) geringere Pumpkosten in flachen Gebieten als bei gravitären Entwässerungssystemen, weil nach Erreichen der Gefällestrecke in einem gravitären System gleichsam an seinem Tiefpunkt das Abwasser wieder in die Höhe gepumpt werden muss, um dann wieder Ausgangspunkt für ein neues Gefälle zu bilden, und (3) das überflutungssichere Vakuumsystem, das als abgeschlossenes System auch bei Überflutung keine Vermischung mit dem Umgebungswasser erlaubt. Nachteile des Systems sind (1) spezifische fachliche Anforderungen an die Verlegung des Leitungsnetzes, da hier genaue Rohr-Normierungen beachtet werden sowie erforderliche sachgemäße Verbindungen der Rohrelemente durch Spiegelschweißen erfolgen müssen, (2) Risiken durch unsachgemäßes Nutzerverhalten (keine sachfremden Gegenstände in die Kanalisation geben – dieses Risiko einzudämmen war eine Aufgabe des CHC-Ansatzes von CuveWaters, und (3) die Einhaltung der Anforderungen an eine fachgerechte Wartung und Reparatur sind essentiell für den störungsfreien Betriebsablauf. Für die Verlegung, Wartung und Reparatur waren intensive Schulungen notwendig, die auch erfolgreich absolviert wurden. Kritischer Punkt ist hier immer wieder möglicher Ausfall ausgebildeter Wartungskräfte.

Für CuveWaters ist das funktionierende Vakuum-Abwassertransportsystem ein großer Erfolg. So konnte gezeigt werden, dass das System bei richtiger Montage und Materialwahl voll funktioniert. In mehreren namibischen Städten war dies nicht der Fall und die Fehlfunktionen wollte man der Technologie anlasten. Durch CuveWaters konnte dies in der Region entkräftet und für BWT eine positive Referenz gesetzt werden.

Die Abwasseranlage läuft mit ihren Komponenten der anaeroben und aeroben Behandlungsstufen, dem Mikrosieb und der UV-Desinfektion reibungslos. Die Anlage ist auf 90–100 m³ Tagesleistung ausgelegt und läuft derzeit einstraßig; bei zwei vorhandenen Behandlungsstraßen bedeutet dies ein Laufen bei halber Kapazität (40–50 m³ pro Tag).

Grund für den einstraßigen Betrieb ist, dass die verfügbare Wassermenge aus den Cluster-Units wie dem *Washhouse* in der Planung höher berechnet wurde, als sie sich nach Betriebsbeginn zunächst eingestellt hat. Der Hintergrund hierzu ist, dass sich in den Cluster-Units die soziale Struktur im Verlauf des Projekts verändert hat: Von den permanenten Bewohnern sind viele durch Arbeitsangebote in umliegenden Gebieten zu Pendlern geworden, mit weniger Dauerresidenz infolge. Das niedrigere Wasseraufkommen vom *Washhouse* steht im Zusammenhang mit der oben angesprochenen Tarifgestaltung des OTC und der dadurch verminderten Nutzungsfrequenz des *Washhouse*. Zur Erhöhung der Wassermenge wurden dem OTC Machbarkeitspläne zur Kanalerweiterung vorgelegt; diese sind bislang nicht umgesetzt. Die Vollausslastung der Anlagen ist ein wichtiges Ziel zur Kostendeckung und Rentabilität.

Die Betriebsführung und Wartung der Anlagen läuft mit geschultem Personal; die regelmäßige Qualitätskontrolle des gereinigten Wassers zur Wiederverwendung in der Bewässerung erfolgt in einem angelagerten Labor. Dabei ist zu bemerken, dass die Wartung noch zu sehr reaktiv, an Fehlermeldungen orientiert verläuft. Dies kann noch im Sinne einer proaktiven, vorsorgenden Wartungsstrategie mit einem darauf abgestimmten Ersatzteil-Management optimiert werden. Dafür erforderlich ist insgesamt eine Verbesserung des Betriebsmanagements insgesamt und seiner Delegationsstrukturen. Für die Routinesicherung wurde vom Projekt eine Zusammenarbeit mit dem Abwasserunternehmen der Stadt Windhoek – Ujams – angeregt und initiiert. Dies stellt eine Art „Abwassernachbarschaft“ dar, wie sie die DWA beispielhaft für Deutschland erarbeitet hat und gerade für Länder in Entwicklung immer wieder für ratsam hält.

In der Abwasserwiederverwendung zur Bewässerung wird das aufbereitete Abwasser für die Pflanzenproduktion genutzt. Dies hat gleich zu Beginn zu guten Ernteergebnissen geführt. Das anfangs für den Bewässerungsfeldbau zuständige Ekoti-Team bestand aus acht ArbeiterInnen unter Leitung von Herrn Festus. Leider wurde nach acht Monaten dieser Anfangserfolg dadurch infrage gestellt, dass Ernteeinnahmen durch die Leitung der Ekoti-Group zur Angebotsabgabe und Planerstellung für einen Schulbau zweckentfremdet wurde und es dadurch zu Lohnausfällen und Spannungen im Ekoti-Team kam. Auf Veranlassung des OTC wurde eine neue Stelle zum Betrieb der Bewässerungsanlage ausgeschrieben. Den Zuschlag erhielt David Iлека, der ebenfalls nach einem sehr erfolgreichen ersten Erntezyklus den Betrieb aufgab. Er hatte von der Pflanzenproduktion her zu wenig auf Rotationsaufbau geachtet, sodass er keinen kontinuierlichen Einnahmefluss realisieren konnte. Zwar war durch den Anbau von *high-value crops* auf der gesamten Fläche eine gute Einnahme nach der Großernte erzielt worden, aber die Motivation zu einem kontinuierlichen Betrieb eingebrochen. Trotz fachlicher Beratung durch CuveWaters kam es zu keiner Änderung. Der OTC nahm daraufhin One World Consultants (OWC) für ein Jahr unter Vertrag, um Farmer auf der Farm in Pflanzenbau, Management, Buchhaltung und Vermarktung so anzulernen, dass sie den dauerhaften Betrieb in Eigenregie übernehmen können. Der Vorteil für CuveWaters ist, dass positive Erfahrungen durch OWC seitens der RFWH-Projekte gesichert vorliegen und dass diese Erfahrungen nun für die Outapi-Bewässerung bereitgestellt werden können. Ein weiteres positives Merkmal ist, dass der Stadtrat ein großes Eigeninteresse am Gelingen der Bewässerungsanlagen als Beitrag zur Ernährungssicherung und Arbeitsbeschaffung hat. An diesem Beispiel zeigt sich, dass eine pflanzenproduktionsorientierte Farmwirtschaft im kulturellen Kontext einer silvo-pastoralen Weide-Viehwirtschaft eines Kultursprungs bedarf.

d) Nebenergebnisse

Das Projekt CuveWaters wurde für den Nachhaltigkeitspreis 2012 des BMBF nominiert. Entscheidende Gründe hierfür lagen in dem systemischen Ansatz des Multi-Ressourcen-Mix, durch den Wassermanagement und die Erhöhung von Produktivität und Effizienz der Nutzung regionaler Wasserressourcen mit Gesundheitsverbesserung, Ernährungssicherung und Armutsbekämpfung verbunden werden. Auch die konsequente Umsetzung des transdisziplinären Ansatzes, die Bedarfsorientierung und die regionsübergreifenden Potenziale des Transfers spielten hierbei eine wichtige Rolle.

Im Projekt erfolgte eine starke Betonung von öffentlichkeitswirksamen Aktivitäten und Produkten, die die wissenschaftlichen Produkte ergänzen und dabei weitere gesellschaftliche Zielgruppen adressieren. Die vielfache Resonanz und die multiplizierende Wirkung dieser Aktivitäten zeigten, dass sich diese Strategie bewährt hat und eine wichtige Komponente in der Etablierung und Verbreitung der Ergebnisse darstellt. Konkrete Aktivitäten und Produkte sind u.a. die Projektbroschüren, Factsheets und Implementierungskonzepte, die in enger Abstimmung mit den namibischen Partnern entstanden sind. Die Policy-orientierten Veröffentlichungen in Form von Policy Paper und Policy Brief wirkten auf den nationalen politischen Diskurs ein und komplettierten damit die Einbindung des Projekts in den nationalen Diskurs im Wassersektor, von dem die Teilnahme am WATSAN-Forum ein sichtbarer Ausdruck ist; zusätzlich tragen beide Veröffentlichungen auch zur internationalen Debatte bei. In den Print-, Online-, Radio- und Film- bzw. TV-Medien war das Projekt CuveWaters in Namibia und auch in Deutschland deutlich präsent, was als Hinweis auf eine hohe Aufmerksamkeit für das Thema gewertet werden kann. Stark dazu beigetragen haben die CuveWaters-Filme, Pressemitteilungen und News. Insbesondere die durch das Projekt produzierten Filme konnten in kurzen und langen Varianten zu sehr unterschiedlichen Anlässen einem breiten Publikum das Projekt mit seinem spezifischen Ansatz, den Pilotanlagen und vielversprechenden Ergebnissen näher bringen.

Für die Planung und Entscheidungsfindung in namibischen Institutionen wurden nach einem partizipativen Prozess zur Erhebung des Bedarfs drei Instrumente und Tools erstellt. Hierbei kam es zu der sehr bewussten Entscheidung, kleine und einfach zu handhabende Produkte gegenüber komplexen Entscheidungsunterstützungssystemen vorzuziehen. Im Ergebnis konnten das RWH- und IWRM-Toolkit sowie das IWIP-CEB erfolgreich entwickelt und in Verbindung mit Schulungen an die namibischen Partner übergeben werden. Sie bilden eine ergänzende Grundlage für die Verstetigung neuer standortangepasster, langfristig wirkender und auf Nachhaltigkeit ausgerichteter (Management-)Verfahren und Technologien.

Die nachhaltige Übernahme der Pilotanlagen durch die namibischen Partner und eine langfristige, über die Projektlaufzeit hinausgehende Sicherung des Betriebs stellen hohe Anforderungen an die institutionellen Fähigkeiten. Veränderungen im Personalbestand oder institutionellen Strukturen, unerwartete Entwicklungen und technische Probleme stellen kritische Herausforderungen dar. In Diskussion mit dem Projektbeirat und den namibischen Partnern zeigt sich, dass eine Post-Implementationsphase eine sinnvolle Absicherung des Erfolgs darstellen kann. Dabei könnte eine begleitende Betriebsassistenz über eine Festigung von Routinen die Robustheit von O&M erhöhen und ein ergänzendes Forschungskonzept diese Prozesse einer wissenschaftlichen Analyse und Bewertung zuführen. Im Rahmen des Projekts war es zumindest für den Standort Outapi möglich, durch zusätzliche Aktivitäten seitens des Projekts, die begleitende Betriebsas-

sistenz in Form einer sogenannten „Kläranlagennachbarschaft“ zu initiieren. Durch eine Kooperation des OTC mit Ujams, dem Abwasserunternehmen der Stadt Windhoek, sollen Lernprozesse über einen gegenseitigen Austausch angestoßen werden.

Zu weiteren Nebenergebnissen siehe die Fortschreibung des Verwertungsplans in III.3.

e) Allgemeine Erfahrungen

Zur Erreichung der dargelegten wissenschaftlich-technischen Ergebnisse waren zunächst harte Erfolgsfaktoren wie die methodische Fundierung innerhalb eines transdisziplinären Forschungsmodus und damit einhergehend die Kompetenzen der Verbundpartner in ihren jeweiligen fachlichen-methodischen Schwerpunkten bzw. disziplinären Kontexten entscheidend. Diese stellen notwendige, jedoch nicht hinreichende Bedingungen für die erfolgreiche Durchführung eines Projekts wie CuveWaters dar. Im Folgenden sollen daher die Erfahrungen zu den oft vernachlässigten weichen Erfolgsfaktoren für ein Gelingen dieses oder ähnlicher transdisziplinärer F&E-Projekte hervorgehoben werden. Auf diese Faktoren wurde in allen Projektphasen mit an die jeweiligen Aufgabenstellungen angepasstem Zuschnitt ein hohes Gewicht gelegt.

In der rückblickenden Reflexion haben wir vier weiche Erfolgsfaktoren identifiziert, die wir als wesentlich für die Zielerreichung ansehen:

Erstens, die Entstehung von Vertrauen und Zutrauen (*trust and confidence*) zwischen den Partnern im Verbund und in der Praxis ist die zentrale Grundlage für die Umsetzung eines derart komplexen und in die Praxis von Institutionen und Nutzern hineinwirkenden Projekts. Dabei entstehen Vertrauen und Zutrauen durch eine Reihe von prozessbezogenen Aspekten der Kooperation. Diese sind ein kontinuierlicher Kommunikationsfluss, für den klar bezeichnete Personen verantwortlich sind und hierzu in der Regel nicht nur ein rein formales, sondern auch ein starkes persönliches *Commitment* zeigen. Dieses *Commitment* beruht typischerweise auf einer gemeinsamen Vision und geteilten Interessen, die sich insbesondere auch auf das Wissen über einen starken Bedarf bei der Zielgruppe der Maßnahmen gründen, also z.B. konkret auf den Bedarf der namibischen Bevölkerung nach verbesserten Sanitärlösungen und Gartenbau in der Projektregion. Interkulturelle Sensibilität und Offenheit sind dabei essentiell. Vertrauen und Zutrauen sind auch das Ergebnis gelungener gemeinsamer Arbeitserfahrungen, in denen technische, soziale, institutionelle und wissensbezogene Herausforderungen zusammen bewältigt werden. Bei einem mehrphasigen Projekt wie CuveWaters trägt auch die erfolgreiche Beantragung der Projektfortsetzung zur Bildung von Vertrauen und Zutrauen bei – dies ist ein extrem sensibler Prozess, da Erwartungen, Möglichkeitsräume und Unsicherheiten in einem kritischen Verhältnis zueinander stehen und hohe Anforderungen an die Kommunikation nach sich ziehen.

Zweitens, von einer engen, oberflächlichen Perspektive könnte CuveWaters als Implementierung neuer Technologien, angepasst an den namibischen Kontext betrachtet werden. Jedoch implizierten die Pilotanlagen auch die Einführung sozialer Innovationen. Die damit verbundenen Herausforderungen wurden vom Projekt mit einem Bündel von Aktivitäten aktiv aufgegriffen. Diese waren teilweise von Beginn an Bestandteil der Projektplanungen, wie z. B. *Capacity Development* im akademischen und nicht-akademischen Bereich, Institutionalisierung im Umfeld von Betrieb und Wartung (O&M), Monitoring und Wissensmanagement. Teilweise konkretisierten sich die Aktivitäten auch im Projektverlauf, wie z.B. in Bezug auf die Entwicklung des *Demand-Responsive Approach*. Das Projekt zeigt, dass ein breiter methodischer Ansatz (mit

Instrumenten für Partizipation, *Capacity Development*, Wissenstransfer etc.), wissenschaftliche Reflexion und Flexibilität für Anpassungen der Projektplanung für die Einführung von technologischen und vor allem auch sozialen Innovationen kritische, erfolgsentscheidende Faktoren sind, um auf unerwartete Situationen und Probleme konstruktiv und zielgerichtet zu reagieren. Für die beteiligten Partner bedeutet dies einen hohen Grad an Sensibilität und Reaktivität, starke Kooperationsbereitschaft und Offenheit.

Drittens, das angepasste und effektive *Capacity Development* ist der Ausgangspunkt für eine langfristige Sicherung von O&M der Pilotanlagen. Es ist auch die Basis für die Funktionsfähigkeit der in O&M eingebundenen Institutionen und es legt den Grundstein für die Verbreitung der Technologien. Beispielsweise war im Projekt das Training des sogenannten *Blue Team* zur Konstruktion der RWH-Anlagen die Keimzelle für projektunabhängige Aufträge der geschulten Personen für Replikationen ähnlicher Anlagen. Dem *Capacity Development* kommen weitere wichtige Funktionen für den dauerhaften Erfolg zu, die teilweise im Projektverlauf entstanden, nicht planbar waren, aber durch Umsteuerung in die Arbeitsprozesse bedarfsangepasst integriert wurden. Es kann eine Unterstützung zum Konfliktmanagement darstellen, Aufmerksamkeit für die Technologien schaffen, Bildung befördern und über die Verbesserung von Curricula im Training und Studium neue Arbeits- und Karrierechancen schaffen. Zusätzlich kann es über die vermittelten Inhalte in Institutionen das zukunftsorientierte, vorausschauende Planen in Bezug auf neue technologische Möglichkeiten fördern.

Viertens, ein F&E-Projekt, das wie CuveWaters die Praxisimplementierung mit Fragen von Ownership, Veränderungen im Nutzerverhalten und politischen Implikationen anstrebt, umfasst weit mehr als reine Forschungsarbeit. In diesem Kontext ist Transdisziplinarität mit Problemen, Konflikten und Krisen konfrontiert, die zusätzlich zu den wissenschaftlichen Herausforderungen zu bewältigen sind. Forschung kann in diesem Umfeld nicht „am Fließband“ geplant und durchgeführt werden, auch wenn sie natürlich und unbestritten eines soliden inhaltlich-thematischen Programms und des methodisch-konzeptionellen Fundaments bedarf. Die bereits angesprochene Flexibilität erhält auch aus dieser Perspektive eine hohe Bedeutung. Dies wird von den einzelnen Forschern, aber auch von der Förderinstitution und den Projektpartnern „abverlangt“. Außerdem braucht es spezifische Kompetenzen und Ressourcen, um Veränderungen in den Planungen mit ad-hoc Reaktionen und zeitweisen Intensivierungen von Kommunikationsprozessen umzugehen.

III.3 Fortschreibung des Verwertungsplans

Namibia insgesamt und auch der zentrale Norden des Landes befinden sich in einer lang anhaltenden und sich aufbauenden Dürreperiode, nach zuvor sieben regenreichen Jahren. Die Niederschläge sind in der anhaltenden Dürreperiode während der saisonalen Regenzeit wesentlich geringer und erratischer verteilt, als im langjährigen Durchschnitt.

Der zentrale Norden wird durch ein Fernwasser-Verbundsystem mit Trinkwasser versorgt, das aus dem namibisch-angolanischen Grenzfluss Kunene gespeist wird. Durch die Dürreperiode sinkt auch der Abfluss des Kunene, so dass sich bei Anhalten geringerer Niederschläge zukünftig Engpässe in der Wasserversorgung im zentralen Norden Namibias mit 40–50% der Einwohner des Landes abzeichnen. Gutachten im Auftrag der namibischen Regierung und der *Namibian Training Authority* sehen daher in wassersparenden Technologien und bedarfsseitigen Stra-

tegien der Wassernutzung (v.a. water reuse and reclamation) grundsätzliche langfristige Ansätze zur Lösung der aktuellen und potenziell zukünftigen Wasserkrise (Brown 2015, Wenz 2015).

CuveWaters liegt daher mit seinem Ansatz des Multi-Ressourcen-Mix im Fadenkreuz der Lösungskorridore für ein künftiges, integriertes Wasserressourcen-Management in der Cuvelei-Etosha Region wie auch im gesamten Namibia.

a) Regen- und Flutwassersammlung (RFWH)

Die technischen Lösungskonzepte der RFWH-Anlagen konnten im Zuge des Projektverlaufs optimiert und vor allem auch bereits repliziert werden (siehe **Tabelle 1**).

Tabelle 1: Replikationen von RWH während der Projektlaufzeit

Onamishu (2013)	<ul style="list-style-type: none"> • Finanzierung Namibia Development Trust und RDC Okashana ca. 30.000 € • fortlaufend unterstützt durch RDC Okashana, seit Bau ununterbrochen in Betrieb
Omuthiya (2013)	<ul style="list-style-type: none"> • Finanzierung RC Oshikoto ca. 30.000 € • aktuell Wiederinbetriebnahme und Schulungen
Ongwediva, UNAM Campus (2014)	<ul style="list-style-type: none"> • Finanzierung GIZ ca. 35.000 € • Kooperation UNAM, TU Kaiserslautern, FU Berlin, GIZ, CuveWaters; Betrieb UNAM • geplante Nutzung als Anschauungs- und Forschungsanlage auch in Zukunft
Rundu, Grundschule (in Beantragung)	<ul style="list-style-type: none"> • Antrag beim SDG Fund, Co-Finanzierung EduVentures ca. 10.000 € • Kooperation EduVentures & OWC gemeinsam mit der Schule • Projekttitel: „Rainwater and Gardening Project at Maria Mwendere Secondary School for the M2 EnviroClub“

Der optimierte Anlagentyp des Ferrozement-Tanks für Bewässerungszwecke im Gartenbau wurde in der Region sowohl auf privater Ebene als auch auf Initiative von den RDCs bei den *Constituencies* repliziert; dabei waren die von CuveWaters ausgebildeten Tank-Konstrukteure (das sogenannte *Blue Team*) eingebunden. Zusätzlich konnten durch den Bau einer Wassersammelanlage auf dem Campus-Gelände der UNAM in Ongwediva in Zusammenarbeit mit dem dortigen *Civil Engineering Department* Qualitätsvorgaben für die Materialzusammensetzung im Zisternenbau verbessert und eine vom Projekt ursprünglich nicht geplante Demonstrationsanlage für Schulungen und akademische Ausbildung etabliert werden.

Ein weiteres positives Signal für eine Verbreitung des Ansatzes von kleinskaliger Bewässerung ist die Aufnahme des Ansatzes in die nationale Policy zu *Water and Agriculture*; hier hat CuveWaters in einem Dialog- und Korrekturprozess die Vorlagen mit dem Ministerium (MAWF) abgestimmt. Dem voraus gingen die kontinuierliche Einbindung und Teilnahme von CuveWaters am *Basin Management Coordination and Information Sharing Workshop* (siehe u.a. MAWF et al. 2013) und die Veröffentlichung des *Policy Paper* von Woltersdorf et al.

(2014), das in der Entstehung durch einen intensiven Abstimmungsprozess mit den namibischen Partnern gelaufen ist. Auch der *Policy Brief* von Liehr et al. (2015) reiht sich diesem Transfer der Ergebnisse zu politischen Entscheidungsträgern ein und hebt den Bezug zu Fragen der Klimaanpassung ausdrücklich hervor. Insgesamt liegt ein besonderer Aspekt nicht nur in der Wasserproduktivität, sondern auch in seiner Verknüpfung mit Nahrungsmittelerzeugung, Arbeitsbeschaffung und Armutsreduktion. Vor diesem Hintergrund kam es auch zu einer Anfrage des Ministers für Armutsbekämpfung an das Projekt. Aufgrund des Projektabschlusses war es letztlich nicht möglich, das Projekt hier vorzustellen und intensiv zu bewerben.

Eine weitere Verbreitung finden die Forschungsergebnisse durch Anfragen aus Kenia, vermittelt durch den kenianischen Botschafter in Namibia und durch einen Delegationsbesuch kenianischer Initiativen in Namibia. Am 23.04.2016 kommt die kenianische Delegation nach Frankfurt, zu der bereits während der Projektlaufzeit in Namibia direkter Kontakt aufgenommen wurde, um weitere Schritte zu besprechen. Interesse besteht seitens der Delegation insbesondere an den RWH-Anlagen und den dezentralen Entsalzungsanlagen des Projekts. Zusätzlich liegen weitere Anfragen für einen Transfer nach Kenia vor, die gebündelt am 25.04.2016 diskutiert werden.

Die Verwertung der Ergebnisse läuft auch über das Länderforum Afrika im Rahmen von GWP, dem Thomas Kluge, ISOE, vorsitzt. Eine Anfrage aus Senegal wird derzeit bearbeitet, vermittelt über die Stiftung Internationale Entwicklung. Die Markteintrittschancen sind für unterschiedliche Regionen gegeben. So ist u.a. geplant, die RFWH-Anlagen künftig für die namibischen *conservancies* (ein staatlich gestütztes Programm, um den Erhalt von Ökosystemen und Biodiversität mit der Nutzung gebietlich zu kombinieren) mit einzubeziehen. Durch die Kosten-Nutzen-Analyse und darin enthaltene, beispielhafte Anwendungsfälle (*market cases*) (Pfeiffer 2014), die durch AIM erarbeiteten Finanzierungsoptionen (Zimmermann/Lorek 2015), die Wirkungsabschätzung, die Implementierungskonzepte, das *Policy Paper* und den *Policy Brief* von CuveWaters ist eine gute Basis für die Übertragung auf andere Regionen, insbesondere semi-aride Gebiete vorhanden. Weiterhin ist das im Projekt entwickelte RFWH Toolkit einschließlich der Handbücher für den Gartenbau nicht nur ein Instrument für Schulungen, sondern ebenfalls geeignet für eine Verallgemeinerung und zur Erleichterung für den Markteintritt. Derzeit werden seitens namibischer Initiativen Anträge mit Bezug zu den RFWH-Ansätzen von CuveWaters bearbeitet, u.a. im Rahmen des *Global Environmental Fund*, des *Go Green Fund* und des *Climate Adaptation Fund*.

Während der Projektzeit konnten diese Markteintrittschancen zwar initiiert werden und erste Replikationen auch unterstützend beraten werden; diesen Prozess weiter zu betreiben und nachzuhalten erfolgt derzeit auf quasi ehrenamtlicher Basis. Eine geordnete Nachsorge, zumindest für ganz gezielte Projekte und abgegrenzte Zeithorizonte, wäre zur Sicherung der weiteren Verwertung essentiell.

Die wissenschaftliche Anschlussfähigkeit ist für unterschiedliche Ebenen relevant. Zum Einen zeigt sie sich, indem die Projektergebnisse als Lehrinhalt in den namibischen Hochschulen UNAM und NUST aufgenommen werden, u.a. am *Civil Engineering Department* der UNAM mit der erwähnten Demonstrationsanlage auf dem Campus in Ongwediva. Zum Anderen wurden Grundlagen wie das IWIP-CEB, Toolkit, Factsheets und das Implementationskonzept auf Web-Domains eingestellt (beim MAWF) und den Institutionen übergeben. Das Multi-Ressourcen-Mix ist auch für SASSCAL in Bezug auf Forschung und *Capacity Development*

von Bedeutung. Die Technologien findet dort Eingang in die Studien zu Vulnerabilität gegenüber Dürre und Lösungsstrategien hierzu, die im Kontext von SASSCAL vorgenommen werden.

b) Grundwasserentsalzung

Die Anlagen von pro|aqua, SIJ und Terrawater haben sich im Dauerbetrieb bewährt, wobei die Einhaltung regulärer Wartungsintervalle entscheidende Voraussetzung für den störungsfreien Betrieb ist. Die im Projektverlauf gewonnenen Einsichten haben insgesamt zu Verfahrens- und Anlagenoptimierungen geführt. CuveWaters stellt aus der Perspektive der Industriepartner ein Pilot- bzw. Demonstrationsvorhaben dar, das sich positiv in der Angebotsstellung für neue Ausschreibungen auswirkt (kollateraler Nutzen). Die Anlage von pro|aqua ist insbesondere geeignet für sehr salzhaltige Wasservorkommen (höhere Werte als Meereswasser), die Anlage von Terrawater ist eher robust bei niedrigeren Salzgehalten, die Anlage von SIJ zeigt bei geringeren, aber modulartig skalierbaren Produktionskapazitäten gute Potenziale für den Einsatz auf Farmen. Die Industriepartner erreichten mehrere Anfragen aus Afrika, Asien und Lateinamerika, insbesondere auch mit Blick auf die solargestützte Ankopplung und die implementierte Datenübertragung. Speziell an SIJ gab es Anfragen im Umfeld der *Water Investor Conference* in Namibia (Windhoek, Oktober 2012), auch zur Modulproduktion unter Lizenz.

Die kleinskaligen Grundwasserentsalzungstechnologien wurden von Prof. Urban zusammen mit wichtigen Ergebnissen und Empfehlungen für die Implementierung von zukünftigen Projekten bei der IFAT in Johannesburg vorgestellt. Zeitlich daran angeknüpft wurde durch CuveWaters ergänzend zur ursprünglichen Projektplanung in Windhoek ein *Roundtable* (15.09.2015) veranstaltet, an dem die Entsalzungstechnologien für beratende Ingenieure und institutionelle Entscheider in Namibia präsentiert wurden. Weiter bietet das Implementationskonzept (Liehr et al. 2015b) und Factsheet (Liehr et al. 2015a) gute Verhandlungsgrundlagen für Banken, Investoren oder auch für internationale Ausschreibungen im Rahmen der Klimaanpassung. Hierzu sind auch die Ergebnisse der perspektiven Kosten-Nutzen-Analyse mit unterschiedlichen Anwendungsfällen (*market cases*) (Pfeiffer 2014) und der AIM-Studie zu Finanzierungsoptionen (Zimmermann/Lorek 2015) eingeflossen. Der Marktbedarf für Länder mit vor allem meeresseitiger Salzwasserintrusion ist groß, z.B. in Indien und Bangladesch. Hier ist die Brunnenentsalzung gerade auf klein-skaliger Ebene relevant und es besteht auch weiterhin Bedarf für einen Austausch sowie eine Verbesserung der Kooperationsnetzwerke.

Für die drei am Projekt beteiligten Technologiepartner ist vor allem die indirekte wirtschaftliche Verwertung von hohem Rang. Die im Projekt implementierten Anlagen dienen als Referenzobjekte für die zukünftige Angebotserstellung, gerade mit Blick auf semi-aride Gebiete. Auch konnten Systemkomponenten optimiert und das Kooperationsnetzwerk im südlichen Afrika ausgebaut und gefestigt werden.

Für die Technologien zeichnet sich auch politisch in Namibia ein klares Potenzial ab. In den letzten Monaten vor Projektabschluss wird in einer Studie des *Sustainable Solution Trust* für das MAWF, NamWater und *City of Windhoek* die Entsalzung als wichtige Technologie genannt, um deren Einsatz als Option zur Verbesserung der Wasserversorgungssituation in Namibia detailliert zu analysieren und zu bewerten (Brown 2015).

An der Abschlussveranstaltung von CuveWaters nahm eine Delegation der Organisation *Youth Action for Rural Development* (YARD) aus Kenia teil, die darüber hinaus die Entsalzungsanlagen im Projektgebiet besucht hat. Die Delegation betonte, dass durch den Präsidenten H.E. Uhuru Kenyatta die Regierung von Kenia ein großes Entsalzungsprogramm für die Küste angekündigt hat, um die akute Wasserknappheit für die Bewohner zu vermindern. Die Delegation aus Kenia betonte ausdrücklich den großen Eindruck, denn die Entsalzungsanlagen von CuveWaters gemacht haben und dass YARD eine umfangreiche Kampagne zur effizienten Nutzung von Wasser starten will. Ein gemeinsames Kooperationsinteresse zur Einbindung der Entsalzungstechnologie in dieses Programm ist bestätigt und ein weiterer Diskussionstermin am ISOE in Deutschland für den 25.04.2016 vereinbart (siehe auch unter a) in diesem Abschnitt).

c) Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung

Im Bereich Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung konnte zunächst der systemische Ansatz mit der gesamten Kette von „Sanitation“ über die Abwassersammlung und -behandlung bis hin zur Bewässerung in eine stabile und robuste Lösung überführt werden. Für die Umsetzbarkeit dieser systemischen Lösung unter Bedingungen, wie sie in Nordnamibia vorliegen, ist somit ein evidenz-basierter Nachweis geführt worden. Bei Vollaustattung der Anlage und ganzjähriger Ernte kann sie kostendeckend bei gleichzeitig hoher Wasserproduktivität arbeiten (IEEM 2015), zusätzlich trägt sie zu einer verbesserten Hygienesituation, Arbeitsbeschaffung und Nahrungsmittelerzeugung bei.

Das technisch und sozial innovative Lösungskonzept wurde im Zuge der Umsetzung weiter optimiert. Die notwendigen Kompetenzen mit Blick auf Betrieb und Wartung wurden über ein *Capacity Development* an das OTC vermittelt. In Verlauf der Optimierung des Vakuumsystems wurden qualitative hochwertigere (genormte) Komponenten verbaut, nachdem anfänglich zu hohe Toleranzen im Material auftraten. In der Abwasserbehandlungsanlage wurde eine zusätzliche Komponente installiert, das auch in der Lage ist, die sogenannten „Embe-Kerne“ zu separieren. Diese Kerne hängen mit den Essgewohnheiten der einheimischen Bevölkerung zusammen und verursachten mit ihrer großen Härte erhebliche, unvorhergesehene Probleme im Pumpenbetrieb. Nach Behebung dieser Anfangsprobleme läuft nunmehr die Gesamtanlage störungsfrei. Die installierte Methangas-Verwertung ist angefahren und funktioniert, kann aber erst bei Vollkapazität merkbare Resultate liefern.

Die Forschungs- und Entwicklungsergebnisse wurden in der Schlussphase ganz unterschiedlich in die Verbreitung gebracht, wobei die ursprünglichen Planungen zu Projektbeginn durch zusätzliche Aktivitäten für eine Stärkung des Transfers ergänzt wurden. Auf dem WATSAN-Forum in Windhoek nahm das Projekt regelmäßig teil und präsentierte u.a. im Juli 2015 das Konzept der Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung. Auf der Stockholm World Water Week 2015 wurden die Ergebnisse einem breiten Kreis von Fachöffentlichkeit, politischen Entscheidern potenzieller Zielländer und allgemein interessierten Stakeholdern vorgetragen (Vorträge „*Closing the urban sanitation loop in practice – an example from Namibia*“ auf dem SuSanA-Meeting am 22.08.2015 und Vortrag „*Sustainable cities: closing the urban sanitation loop*“ in der *Working Group „Cities*“ am 26.08.2015). Durch CuveWaters wurde in Windhoek ein *Roundtable* für beratende Ingenieure und Entscheidungsträger veranstaltet (15.09.2015), hier wurde das Konzept der Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung

vorgelegt und diskutiert. Mit einer Entscheider-Tour zu der Anlage in Outapi am 30.07.2015 wurde das Initial für einen innernamibischen Ergebnistransfer gesetzt, indem Bürgermeister bzw. CEOs aus anderen Städten, Vertretern von *Basin Management Committees* und den Ministerien MAWF und MURD die Anlage präsentiert und gemeinsam diskutiert wurde. BWT war hier sowohl vom Vertrieb wie auch der Verfahrenstechnik ebenfalls deutlich sichtbar vertreten. Eine Kurzerhebung (Feedback) bei den Teilnehmern ergab, dass sich die Mehrheit der Besucher dem Ansatz gegenüber interessiert und offen zeigte. Die Transferaktivitäten erweiterten teilweise die ursprünglichen Planungen für die Phase III, indem Gelegenheitsfenster und Möglichkeiten durch das Projekt aktiv genutzt bzw. auch generiert wurden.

Auch wenn die wesentlichen Vorhabenziele erreicht wurden, die volle Marktreife gegeben ist und die Ergebnisse auf Messen vor Ort, in Fachforen und internationalen Konferenzen vorgestellt wurden, so müsste für eine nochmals gesteigerte Verbreitung und Wirksamkeit der Ergebnisse gerade im SADC-Raum aber auch in Namibia weiter nachgefasst werden. Der Zeitpunkt zum Projektende ist dabei aufgrund namibischer Entwicklungen besonders günstig für Interventionen in den nationalen, namibischen Krisendiskurs um das Wasser, da in aktuellen Gutachten im Auftrag der namibischen Regierung Water Reuse und Water Reclamation als vielversprechende Lösungsansätze für die Verstädterungszonen von Oshakati und Ongediva diskutiert werden (Brown 2015).

Für die BWT, aber auch andere Wasserindustriunternehmen, sind die Projekterfahrungen und die öffentliche Aufmerksamkeit für die Anlagen von großem Vorteil im Bieterwettbewerb. Hierbei tragen auch die technischen Erfahrungen in Verbindung mit Aspekten wie *Capacity Development* und die Kopplung von Aufbereitung und Wiedernutzung bei. Das Implementierungskonzept, in dem auch die Ergebnisse der ökonomischen Studien zur perspektiven Kosten-Nutzen-Bilanz (IEEM 2015) und Finanzierungsoptionen (Zimmermann/Lorek 2015) eingehen, hat dabei eine unterstützende Wirkung. Der systemische Ansatz in Outapi ist als Verwertungsansatz für eine Geschäftsanbahnungsreise vom Länderforum Afrika (GWP) für Sambia und Kenia vorgesehen, ebenfalls haben Mitglieder einer Delegation aus Kenia Interesse an der Technologie angemeldet; auch zu Ghana und Senegal bahnen sich Kontakte an. Grundlage für diese Aktivitäten ist ein Abkommen zwischen dem Afrikanischen Wasserverband und dem Länderforum Afrika. Der semi-zentrale Ansatz wird durch BWT auch in China, Südafrika und Tunesien angeboten, wobei auch hier Direktverkaufsperspektiven in Sicht sind. Die Referenz in Namibia ist hierfür ein wichtiger Bestandteil.

Eine hohe wissenschaftliche Anschlussfähigkeit bestehen zur BMBF-Bekanntmachung „Forschung und integrierte, postgraduale Aus- und Fortbildung“ und zu SASSCAL. Hier sind die Lösungskonzepte von besonderem Interesse, sowohl ausbildungs- als auch forschungsbezogen. Das ISOE hat sich gemeinsam mit der TU Darmstadt an der BMBF-Bekanntmachung beteiligt. Auch hat das ISOE in SASSCAL die Ergebnisse aus CuveWaters eingebracht. Ebenfalls gemeinsam mit der TU Darmstadt wurde der Antrag EPONA im Rahmen der BMBF-Bekanntmachung Wave eingereicht; hier stellten die Erfahrungen aus CuveWaters die Grundlage für die Entwicklung komplementärer Ansätze der Abwasseraufbereitung und Wiederverwendung zur Futtermittelproduktion dar. Das Projekt EPONA wurde positiv bewertet und steht kurz vor der Bewilligung.

d) Übergeifende Fortschreibungen zum Verwertungsplan

ISOE ist Berater in dem Antrag zum Projekt NIMT („Klimaeffizientes Wirtschaften und Sensibilisierung Jugendlicher zum ökologischen Denken durch nachhaltiges Wasser- und Abwassermanagement beim *Namibian Institute for Mining and Technology*“) von Rotary Deutschland. Themen der Beratung umfassen das Einbringen der Forschungserfahrung und Vernetzung aus CuveWaters. Inhaltliche Schwerpunkte sind Fragen der Dezentralisierung und das Verständnis von Abwasser als Ressource, nicht als zu beseitigender Abfall.

Die Projektpartner ISOE und TUD haben ihre inhaltlichen und institutionellen Projekterfahrungen von CuveWaters in weiteren Ausschreibungen eingebracht und verwertet. Das ISOE konnte sich erfolgreich in SASSCAL und im OPTIMASS-Projekt innerhalb des BMBF-Förderprogramms SPACES beteiligen und somit seine regionale Kompetenz festigen. ISOE und TUD beantragten im BMBF-Förderprogramm WavE das Projekt EPONA, das in Outapi einen komplementären Lösungsansatz einer alternativen Technologie für die Futtermittelproduktion verfolgt. Das ISOE ist in der Co-Leitung des Antrags CORRIDOR im BMBF-Förderprogramm GROW, in dem die Projektregion von CuveWaters im Hinblick auf eine nachhaltige Governance der Grundwassernutzung als eine von vier internationalen Beispielregionen herangezogen wird. Zudem ist das ISOE in einem Antrag zu Kippunkten der Desertifikation in Savannen-ökosysteme im Rahmen des BioTip-Förderprogramms des BMBF beteiligt. Im BMBF-Förderprogramm „Forschung und integrierter, postgradualer Aus- und Fortbildung“ hat sich das ISOE zusammen mit der TUD, SASSCAL und NUST an einer Skizze mit dem Projektstandort Namibia beteiligt.

Mit dem Projektende wurde zudem die Arbeit an einer Buchveröffentlichung aufgenommen, mit der jenseits anderer Publikationen in Journals, als Reports oder sonstiger Formate ein integriertes Produkt von CuveWaters geplant ist.

e) Allgemeine Hinweise

Im Jahr 2015 gab es einen intensiven hochrangigen Austausch zwischen Namibia und Deutschland im Rahmen der deutsch-namibischen Regierungsverhandlungen in Windhoek im Februar sowie von zwei Delegationsreisen im Juni und Juli. Mit Blick auf das letzte Projektjahr von CuveWaters, die Verbreitung der Ergebnisse und die Erleichterung des Marktzugangs, wäre dies eine Gelegenheit gewesen, ein F&E-Projekt wie CuveWaters in den Regierungsverhandlungen mit einer Repräsentanz zu versehen und mit eigener Handlungsagenda auftreten zu lassen. Die Teilnahme des namibischen Ministers für Landwirtschaft, Wasser und Forst, Hon. John Mutorwa, auf der Abschlussveranstaltung von CuveWaters zeigt das hohe *Commitment* der namibischen Regierung in dem Projekt. Die Regierungsverhandlungen – mit den Schwerpunkten Management natürlicher Ressourcen, Transport und nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung – wären eine Gelegenheit gewesen, die Impulse des Projekts auf der Ministerebene für eine stärkere Tiefenwirkung im nationalen Dialog nutzen können.

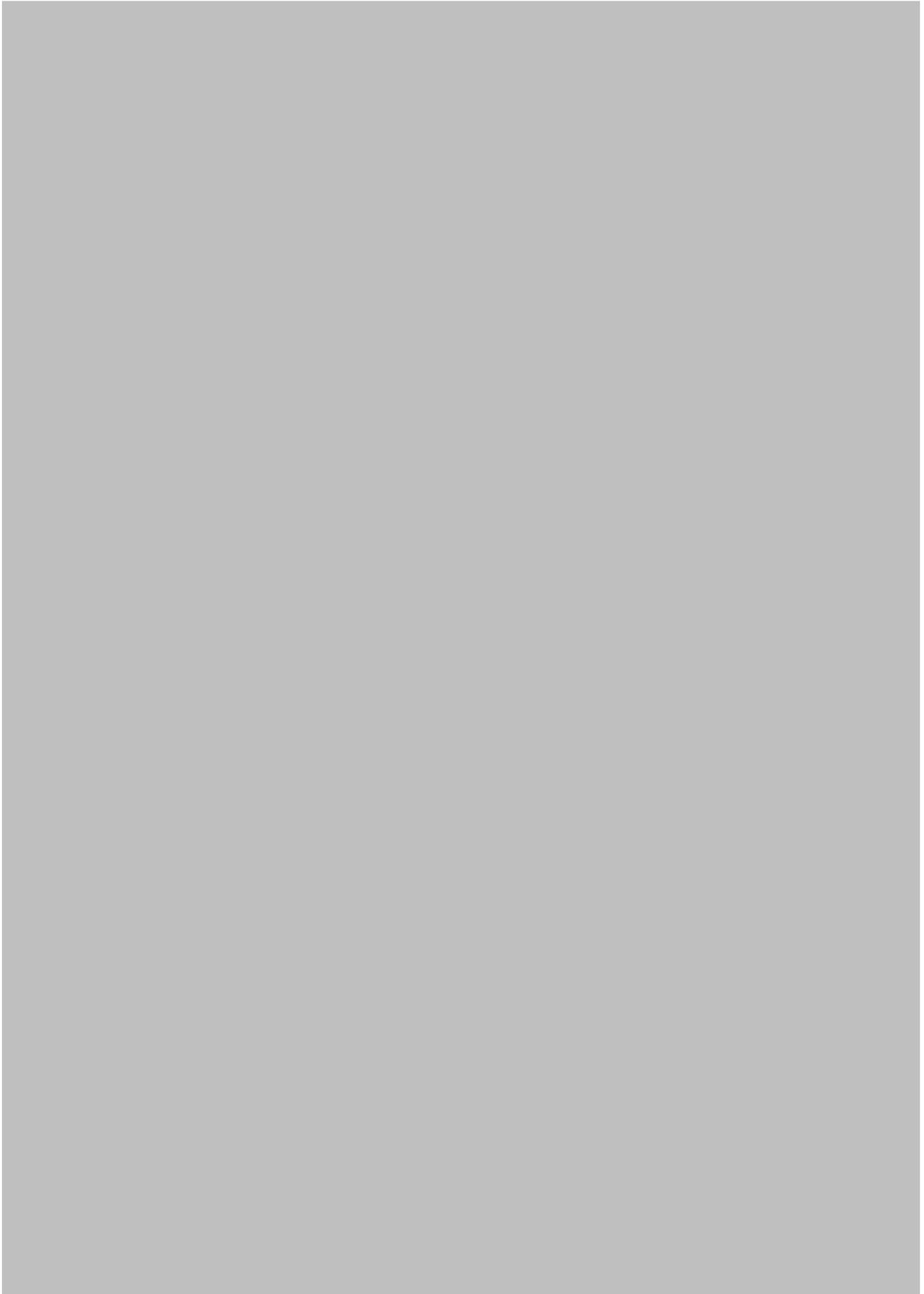
Das BMZ hat sich während der fast 10jährigen Projektlaufzeit von CuveWaters aus dem Wassersektor in Namibia zurückgezogen, so dass Wasser in den deutsch-namibischen Regierungsverhandlungen kein direktes Thema mehr ist, auch wenn es im Management der natürlichen Ressourcen weiterhin subsummiert wird. Gleichzeitig ist das BMBF in Namibia weiterhin stark zu Forschung, aber auch Entwicklung, im Wassersektor bzw. daran angeknüpfte Sektoren aktiv.

Die gegenwärtige nationale Wasserkrise bestätigt die gesellschaftliche und wissenschaftliche Relevanz des Themas und der Entwicklung von Lösungspotenzialen. Aufgrund der unterschiedlichen Engagements der Ministerien im Wassersektor, eröffnet ein allein auf das BMZ hin adressiertes Verhandlungsmandat in den bi-nationalen Regierungsverhandlungen keinen ausstrahlenden Effekt auf nationaler Ebene. Eine stärkere Rolle des BMBF im Wassersektor, auch z.B. angeknüpft an bzw. verbunden mit SASSCAL, wäre für die Verwertung und den Transfer der wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Lösungspotenziale von CuveWaters von hoher Bedeutung. Die sich aus dem Projekt heraus als dringlich erwiesenen Fragen einer verbesserten (nicht-akademischen) Ausbildung wären zusätzlich ein Feld, in dem BMBF und BMZ abgestimmt aktiv werden können.

Bei der BMBF-Bekanntmachung GROW, BioTip und „Forschung und integrierte, postgraduale Aus- und Fortbildung“ fanden die Forschungs- und Entwicklungsergebnisse sowie die Vernetzungsstrukturen aus CuveWaters Eingang in die eingereichte Forschungsskizze.

III.4 Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben – VERTRAULICH





III.5 Präsentationsmöglichkeit für Nutzer

a) Messe- und Ausstellungspräsenz auf Veranstaltungen

Während des Projektverlaufs wurden eine Reihe von Veranstaltungen für die Präsentation des Projekts, auch durch Nutzer und Repräsentanten aus Namibia wahrgenommen:

- Ongwediva Trade Fair 2014 (22.-30.08.2014), Ausstellungsstand in Kooperation mit dem MAWF, Präsentation von Projektfilmen und Projektinformationsmaterial
- Farmers Day in Outapi 2014, Ausstellung von Projektinformationsmaterial (30.10.2014)
- Posterausstellung bei der Eröffnungsveranstaltung der Deutsche Wochen der Deutschen Botschaft in Namibia (25.03.2014)
- Ongwediva Trade Fair 2015 (21.-29.08.2015), Ausstellungsstand in Kooperation mit dem MAWF, Präsentation von Projektfilmen und Projektinformationsmaterial
- Market Place und Posterausstellung beim CuveWaters Abschlussevent (Windhoek, 25.11.2015)
- Besuch einer Delegation des OTC auf der Internationalen Fachmesse „Wasser Berlin 2015“ (24.-27.03.2015) und auf den Feierlichkeiten zu „25 Jahren Unabhängigkeit Namibias“ in der Namibischen Botschaft in Berlin (25.03.2015)

b) Interactive Water Information and Planning Tool for the Cuvelai-Etoshia Basin

Das *Interactive Water Information and Planning Tool for the Cuvelai-Etoshia Basin* (IWIP-CEB, frühere Bezeichnung: Digitaler Multimedia-Atlas) wurde von CuveWaters in einem partizipativen Ansatz entwickelt. Das Team bestand aus GIS-Experten der vier *Regional Councils* (RC) und Mitarbeitern der *Basin Management Committees* (BMC) im Cuvelai-Etoshia Basin (CEB). ebenso daran beteiligt waren Vertreter von MAWF, GIZ und BGR. Das IWIP-CEB unterstützt Akteure in Ministerien, RCs, BMCs und Wissenschaft bei Planungsaufgaben, indem es räumliche Informationen z.B. zu Bevölkerung und Infrastruktur auf regionaler Ebene oder einzugsgebietsbezogen auf Basis eines geografischen Informationssystems (GIS) verknüpft darstellt. Das IWIP-CEB ist bedarfsorientiert und zeichnet sich durch Nutzerfreundlichkeit, Aktualisier- und Erweiterbarkeit sowie Unabhängigkeit als eigenständiges System aus. Als Informationsplattform bietet es die Möglichkeiten der Verwaltung und Verbreitung von Karten und Dokumenten mit oder ohne Nutzung des Internets und erschließt so den namibischen Akteuren die in Namibia vorhandenen aber in der Regel nicht verfügbaren Daten. Dazu zählen räumliche Grundlagendaten, Projektergebnisse und offizielle Dokumente des MAWF. Themengebiete umfassen Umwelt (Klima, Geologie, Böden, Vegetation, Oberflächen- und Grundwasser etc.), Landnutzung, Infrastruktur (Verkehr, Siedlungen, Wasser Versorgung, Gesundheitsversorgung), Verwaltungseinheiten und Bevölkerungsstatistik sowie Forschungsergebnisse von CuveWaters (technische Anlagen, wasserbezogene Risiken, Existenzsicherung etc.). Über das IWIP werden auch Dokumente von CuveWaters zugänglich gemacht wie zum Beispiel die Factsheets zu den drei Technologielinien RFWH, Entsalzung sowie Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung. Darüber hinaus sind das Technology Toolkit for RFWH enthalten sowie der Policy Brief für Wassersicherheit und Anpassung an den Klimawandel durch Wasserspeicherung und Wiedernutzung. Broschüren und IWRM-Dokumente des MAWF ergänzen das Angebot. Das IWIP-CEB steht auf folgenden Internetseiten zum Download bereit: IWRM

website des MAWF (<http://www.iwrm-namibia.info.na/projects/cuvewaters/index.php>), Portal des „Environmental Information Service Namibia“ (http://www.the-eis.com/cuvelai_atlas.php), CuveWaters Homepage (<http://www.cuvewaters.net/Digital-Atlas.113.0.html>).

c) Technology Toolkit for Rain- and Floodwater Harvesting

Das Technologie-Toolkit für Regen- und Flutwasserspeicherung (*Technology Toolkit for Rain- and Floodwater Harvesting*, RFWH Toolkit, Schulz et al. 2015c) unterstützt die Implementierung von RWH und FWH in Namibia. Dabei dient es einerseits als technische Anleitung bei Bau und Betrieb der Anlagen, andererseits als Erklärungs- und Veranschaulichungsinstrument für die lokale Bevölkerung bei der partizipativen Entwicklung einer standortangepassten Planung. Darüber hinaus wird es in staatlichen Stellen als wichtige Informationsbasis zu RFWH genutzt. Als CD-Rom mit PDFs, kleinen Animationen und Filmen sowie in gedruckter Form verfügbar, bietet das RFWH Toolkit Übersichten, Anleitungen, Checklisten und Abbildungen zu Planung, Bau und Wartung von Infrastrukturkomponenten wie Wassertanks und Leitungen sowie zur Gartenanlage, Bewässerung und Bewirtschaftung. Das RFWH Toolkit dient in Kooperation mit der UNAM auch der Aus- und Weiterbildung von Mitarbeitern staatlicher Stellen, damit diese Unterstützung bei Bau und Betrieb von RFWH-Anlagen leisten können. Das Toolkit steht auf der zum Download bereit: <http://www.cuvewaters.net/Toolkits.112.0.html>, CuveWaters Homepage. Zur Übersicht der Kapitelstruktur siehe Anhang.

d) Entscheider-Tour

Um die Ergebnisse des TP3 möglichen Entscheidern vorzustellen, fand am 30.07.2015 eine ganztägige Veranstaltung in Outapi statt, zu der Entscheider aus Gemeinde- und Stadtverwaltungen von Städten mit Anwendungspotenzial, Leitungspersonen aus Ministerien und NGOs eingeladen wurden. Fokus der Veranstaltung war die Vorstellung des Konzepts und der Technologie sowie die Übertragbarkeit und Anwendung des Ansatzes in anderen Städten. An der Veranstaltung nahmen insgesamt 28 Personen teil: Darunter CEOs aus Nkurenkuru und Stampriet, städtische Vertreter aus Okahao und Eenhana, zwei Vertreter des MAWF sowie NGO-Vertreter. Am Vormittag erhielten die Teilnehmer eine Führung zur Wasseraufbereitungsanlage, der Bewässerungsfläche und den verschiedenen Sanitäranlagen in Outapi. Nach der Besichtigung wurden die Kerndaten und Informationen zu Ansatz, Technologie, Umsetzung und Finanzierung von Experten aus dem Projekt – insbesondere dem OTC und BWT – in einem Tagungshotel vorgestellt. Die Veranstaltung erhielt ein positives Feedback von allen Teilnehmern, die den Anlagentyp als vielversprechend auch für andere Standorte ansahen. Abschließend erhielten alle Teilnehmer umfassendes Informationsmaterial.

e) Roundtable

Die Ergebnisse des Projekts wurden Unternehmen aus dem Wasseringeniersonbereich in Namibia vorgestellt. Ziel der Veranstaltung („runder Tisch“) war es, das im Projekt generierte Wissen zu den Technologien Wasseraufbereitung und -wiederverwendung, Entsalzung und Regenwassergewinnung an die Experten im Privatsektor in Namibia weiterzugeben. Die Veranstaltung fand am 15.09.2015 von 9-14 Uhr in Windhoek statt und wurde von Mitarbeitern der TUD (u.a. Prof. Urban) geleitet. Zu den anwesenden Firmen gehörten WML Consulting Eng., Lund Consulting Eng., Ecotech, Consulting Services Africa sowie Teilnehmer vom namibischen Wasser-

versorger NamWater und der UNAM. Die Teilnehmer zeigten großes Interesse und erhielten umfassendes Informationsmaterial zur Anwendbarkeit, technischen Daten und der Finanzierung.

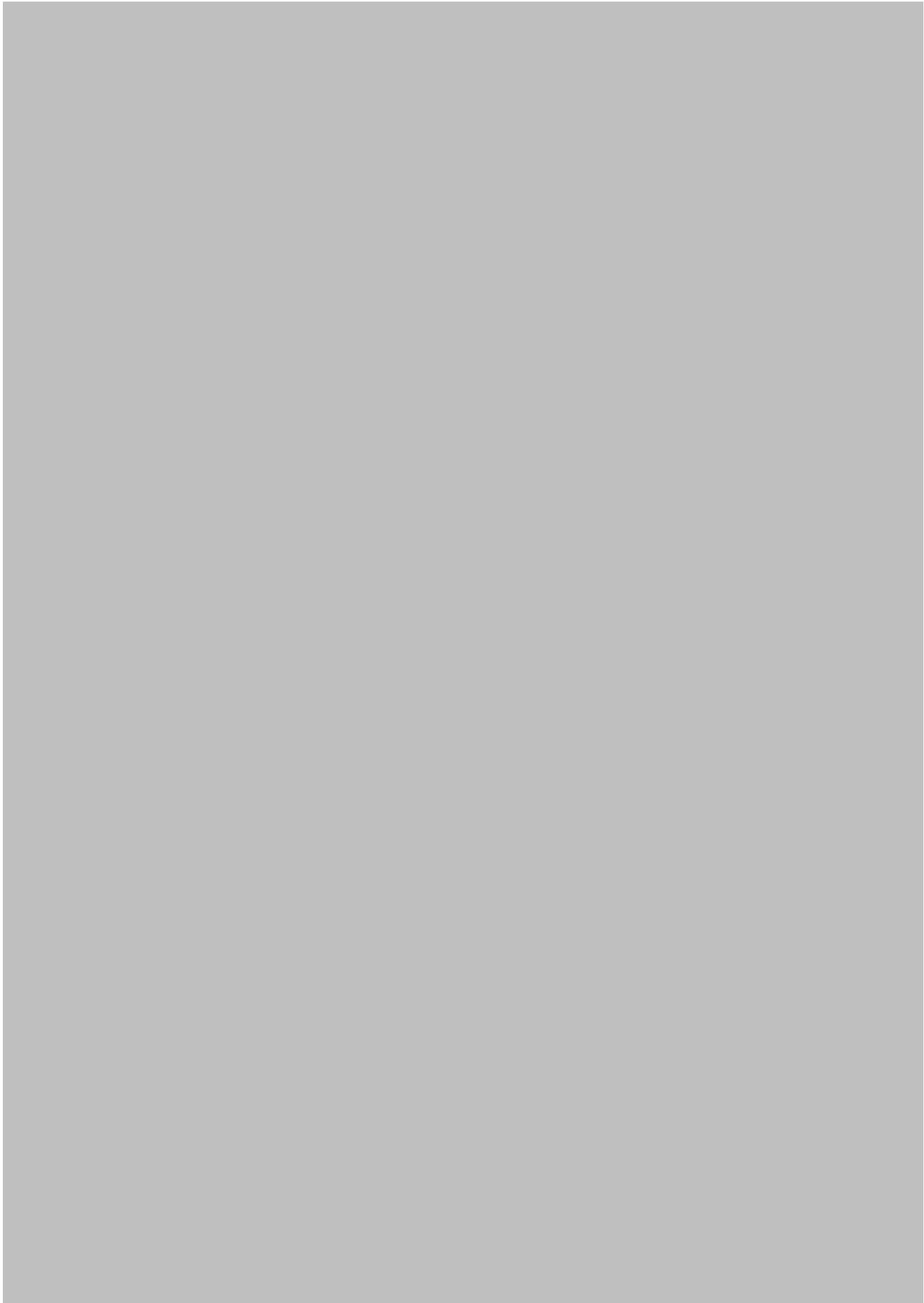
III.6 Einhaltung der Ausgaben- und Zeitplanung – VERTRAULICH

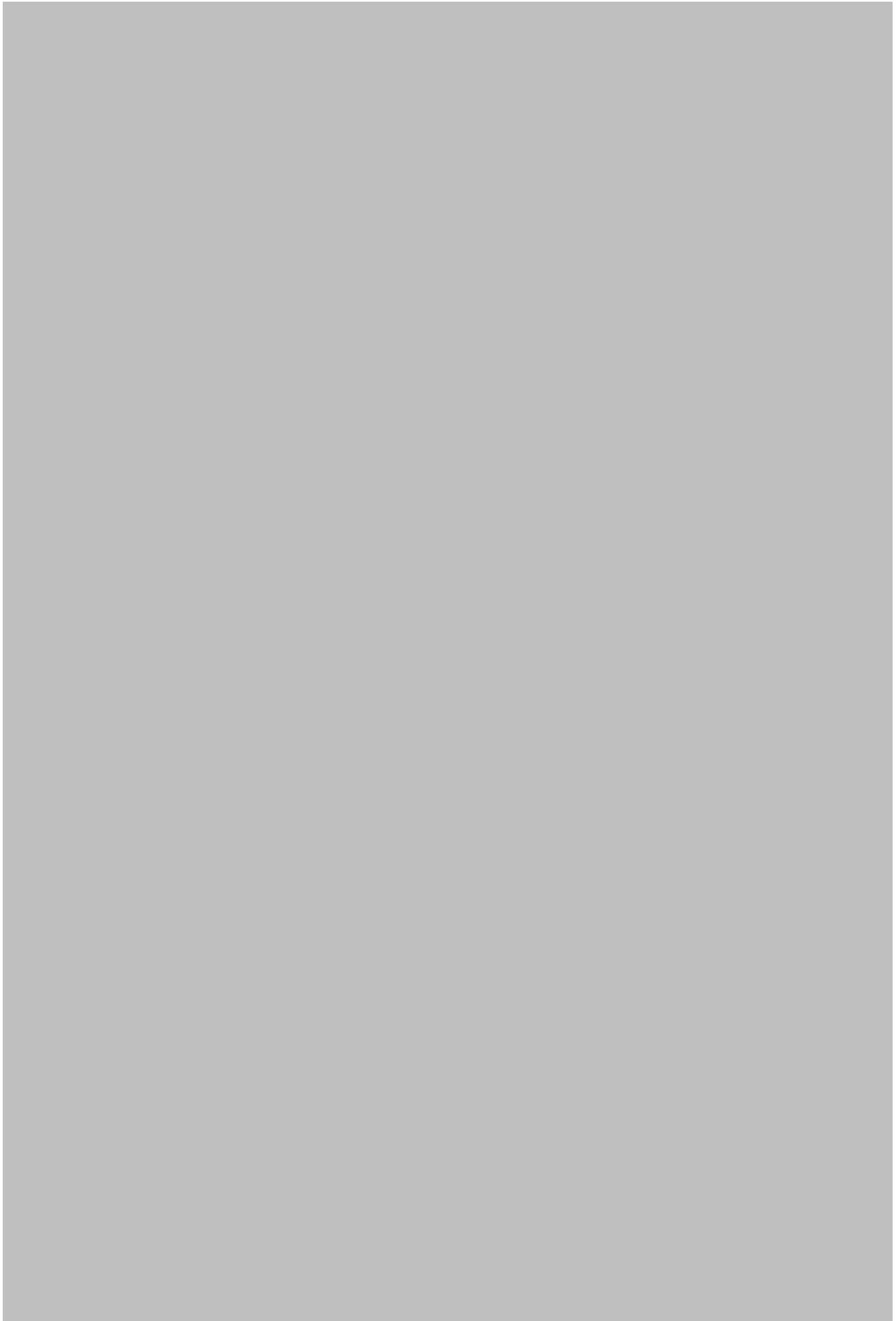
Die Gesamtausgabenplanung wurde eingehalten. Es waren Umwidmungen und Mittelverschiebungen notwendig, die in II.2 dargestellt werden. Die Gesamtdauer des Projekts wurde kostenneutral um drei Monate verlängert.

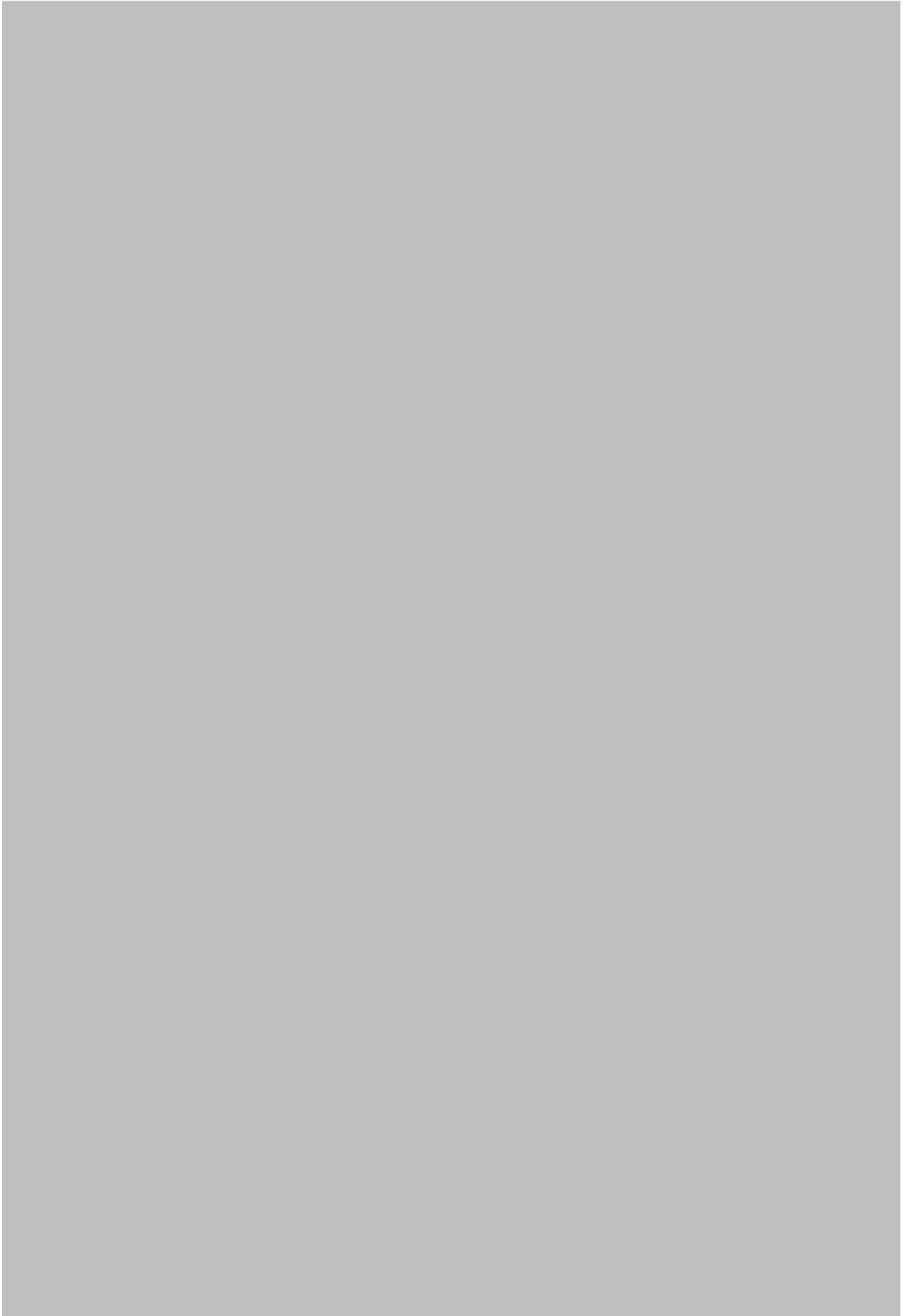
III.6.1 Übersicht zur Einhaltung der Ausgabenplanung



III.6.2 Übersicht zur Einhaltung der Arbeits- und Meilensteinplanung









Literatur

- Beucker, S., J. Clausen, K. Fichter (2014): Angebote und Bedarfe von Technologien und Dienstleistungen für Klimaschutz und Klimaanpassung Studie zur Unterstützung der nationalen Kontaktstelle zur Verbesserung der Zusammenarbeit mit Entwicklungs- und Schwellenländern im Rahmen des Klimatechnologietransfermechanismus sowie des Climate Technology Centre and Network der Vereinten Nationen. Report, Borderstep Institut, Berlin
- Birzle-Harder, B., J. Deffner (2014): Farmers' Experiences with Small Scale Irrigation (Rain and Flood Water Harvesting). 4rd Socio-Cultural Monitoring in Epyeshona, 2nd Socio-Cultural Monitoring in Iipopo, Okatana Constituency. CuveWaters Internal Project Report
- Birzle-Harder, B., J. Deffner (2013): Social and Cultural Monitoring. Experiences of Farmers with Small Scale Irrigation (Rain and Flood Water Harvesting). 3rd Socio-Cultural Monitoring in Epyeshona, 1st Socio-Cultural Monitoring in Iipopo, Okatana Constituency. CuveWaters Internal Project Report
- BMBF (2014): Die Afrika-Strategie 2014–2018. Afrika als Partner in Bildung und Forschung. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Berlin
- Bogardi, J.J., D. Dudgeon, R. Lawford, E. Flinkerbusch, A. Meyn, C. Pahl-Wostl, K. Vielhauer, C. Vörösmarty (2012): Water security for a planet under pressure: interconnected challenges of a changing world call for sustainable solutions. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 4(1): 35-43. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2011.12.002>
- Brown, C. (2015): A Pre-Feasibility Study Into: The Augmentation of Water Supply to the Central Area of Namibia and the Cuvelai. Report, Sustainable Solutions Trust, Windhoek, Namibia
- Calow, R. C., A. M. MacDonald, A. L. Nicol, N. S. Robins (2010): Ground Water Security and Drought in Africa: Linking Availability, Access, and Demand. *Ground Water* 48(2): 246-256. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-6584.2009.00558.x>
- Carriger S. (2006): Monitoring and evaluation indicators for IWRM strategies and plans. Global Water Partnership. Technical Brief No. 3, Technical Committee
- Cosgrove, W. (2013): Water Futures: the evolution of water scenarios. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 5(6): 559-565. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2013.10.001>
- Deffner, J., T. Kluge (2013): Participatory implementation of sanitation infrastructure in urban areas of north-central Namibia. WHOCC Newsletter, No. 21 July 2013, 1–6
- Deffner, J., T. Kluge, K. Müller (2012): Pressure of Urbanisation and a Sustainable Sanitation Infrastructure: Experiences with a Research-Driven Planning Method in Northern Namibia. *gwf-Wasser/Abwasser* 153(Special 1): 89-95
- Deffner, J., J. Böff (2012): Participatory Sanitation Marketing. Community Health Club and Community-Led Total Sanitation: Approaches for altering hygiene behavior. CuveWaters Papers 9. Frankfurt am Main
- Deffner, J., C. Mazambani (2010): Participatory empirical research on water and sanitation demand in central northern Namibia: a method for technology development with a user perspective. CuveWaters Papers 7. Frankfurt am Main
- Deffner J., Röhrig J., Liehr S., Lux A., Brenda M., Jokisch A., Zimmermann M. (2010): Monitoringprogramm. CuveWaters Internal Project Report

- Deffner J., Mazambani C., Klintonberg P., Nantanga K., Moser-Norgaard P., Seely M. (2008): Selected results from socio-ecological participatory situation assessments in two sites in Central Northern Namibia. CuveWaters Papers No 3. Frankfurt am Main
- Eliasson, J. (2015): The rising pressure of global water shortages. *Nature* 517: 6
- Faschina, N. (2011): Management natürlicher Ressourcen in Namibia: Gestaltung, Wandel und Perspektiven in kommunalen Gebieten. Cuvillier
- Gould, J, E. Nissen-Petersen (1999): Rainwater catchment systems for domestic supply: Design, construction and implementation. Intermediate Technology Publications. London. United Kingdom
- Hillyer, A. E. M., J. F. McDonagh, A. Verlinden (2006): Land-use and legumes in northern Namibia - The value of a local classification system. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 117: 251-265. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2006.04.008>
- IEEM (2015): Ökonomische Bewertung mit Kostenberechnungen, Nutzenbetrachtungen, Finanzierungsperspektiven zur Komponente "Wasserwiederverwendung" in Outapi, Namibia. Schlussbericht, Institute für Umwelttechnik und Management an der Universität Witten/Herdecke (IEEM)
- Jahn, T., M. Bergmann, F. Keil (2012) Transdisciplinarity: Between mainstreaming and marginalization. *Ecological Economics* 79: 1-10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.04.017>
- Jokisch, A., W. Urban (in preparation): Ecology and Hydrology Issues of Rain- and Floodwater Harvesting. In: S. Liehr, J. Kramm, A. Jokisch, K. Müller (Hg.): *Integrated Water Resources Management in Water-Scarce Regions: Water Harvesting, Groundwater Desalination and Water Reuse in Namibia*. London: IWA Publishing
- Jokisch, A., O. Schulz, I. Kariuki, A. Krug von Nidda, J. Deffner, S. Liehr, W. Urban (2015a): Rainwater Harvesting in Central-Northern Namibia. Factsheet, ISOE – Institute for Social-Ecological Research, Frankfurt/Main, Germany
- Jokisch, A., O. Schulz, I. Kariuki, A. Krug von Nidda, J. Deffner, S. Liehr, W. Urban (2015b): Floodwater Harvesting in Central-Northern Namibia. Factsheet, ISOE – Institute for Social-Ecological Research, Frankfurt/Main, Germany
- Kluge, T., S. Liehr, A. Lux, P. Moser, S. Niemann, N. Umlauf and W. Urban. 2008. IWRM Concept for the Cuvelai Basin in Northern Namibia. *Physics and Chemistry of the Earth* 33:48-55. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pce.2007.04.005>
- Kramm, J, E. Brummel, J. Deffner (2015): Using Patterns and Health Situation of Users of the CuveWaters Sanitation Facilities in Tobias Hainyeko, Shack Dweller Federation, Onhimbu and Okayekongwe. Monitoring February- March 2015. CuveWaters Internal Report
- Kramm, J., J. Deffner (2014): Water and sanitation use patterns at the CuveWaters sanitation facilities in Outapi. Report on Social Monitoring Activities. CuveWaters Internal Report
- Liehr, S., A. Papangelou (in preparation): Sustainability assessment of the CuveWaters desalination system. In: S. Liehr, J. Kramm, A. Jokisch, K. Müller (Hg.): *Integrated Water Resources Management in Water-Scarce Regions: Water Harvesting, Groundwater Desalination and Water Reuse in Namibia*. London: IWA Publishing

- Liehr, S., M. Brenda, P. Cornel, J. Deffner, J. Felmeden, A. Jokisch, T. Kluge, K. Müller, J. Röhrig, V. Stibitz, W. Urban (2016): From the Concept to the Tap - Integrated Water Resources Management in Northern Namibia. In: Dietrich Borchardt and Janos J. Bogardi and Ralf B. Ibisch (Hg.): Integrated Water Resources Management: Concept, Research and Implementation. Springer International Publishing, Cham, Chapter 26, 683-717
- Liehr, S., A. Papangelou, J. Deffner, A. Krug von Nidda, W. Urban (2015a): Groundwater Desalination in Central-Northern Namibia. Factsheet, ISOE – Institute for Social-Ecological Research. Frankfurt/Main, Germany
- Liehr, S., A. Papangelou, M. Brenda, W. Urban, T. Kluge (2015b): Desalination – Implementation Concept. ISOE – Institute for Social-Ecological Research, Frankfurt am Main/Germany
- Liehr, S., O. Schulz, T. Kluge, A. Jokisch (2015c): Water security and climate adaptation through storage and reuse. ISOE Policy Brief 1/2015, ISOE – Institute for Social-Ecological Research, Frankfurt am Main/Germany
- Marsh, A., M. Seely (1992): Oshanas - Sustaining People, Environment and Development in Central Owambo, Namibia. Desert Research Foundation of Namibia (DRFN), Windhoek
- MAWF, GIZ, EU, BGR, DRFN (2013): Minutes of the Annual Basin Management Coordination and Information Sharing Workshop. Out of Nature Country Lodge, 11 and 12 December 2013
- MAWF (2010): Development of an Integrated Water Resources Management Plan for Namibia – National Water Development Strategy and Action Plan. Theme Report 8, Windhoek, Prepared by IWRM Plan Joint Venture Namibia
- MAWF (2009): Namibia Sanitation Situational Analysis Report. Windhoek
- Mendelsohn, J., A. Jarvis, T. Robertson (2013): A Profile and Atlas of The Cuvelai-Etosha Basin. RAISON & Gondwana Collection, Windhoek/Namibia
- Mendelsohn, J., A. Jarvis, C. Roberts, T. Robertson (2009): Atlas of Namibia. 3. Print. Cape Town: Jonathan Ball Publishers
- Mukherjee N., C. v. Wijk (eds.) (2003): Sustainability, Planning and Monitoring in Community Water Supply and Sanitation. A Guide on the Methodology for Participatory Assessment (MPA) for Community-Driven Development Programs. Water and Sanitation Program/IRC International Water and Sanitation Centre, Delft
- Niemann, S. (2002): Wasserversorgung und Wasserverwendung in Namibia. Nutzungstraditionen als Grundlage eines nachhaltigen Ressourcenverbrauchs im ehemaligen Ovamboland (Water supply and usage in Namibia). Traditions of usage as a basis of a sustainable resource use in the former Ovamboland). Deutsches Übersee-Institut, Institut für Afrika-Kunde, Hamburg. In: *Hamburger Beiträge zur Afrika-Kunde* 61
- Ostrom, E. (2003): How Types of Goods and Property Rights Jointly Affect Collective Action. *Journal of Theoretical Politics* 15(3): 239-270
- Pavelic, P., M. Giordano, b. Keraita, V Ramesh, T. Rao (2012): Groundwater availability and use in Sub-Saharan Africa: A review of 15 countries. International Water Management Institute (IWMI), Colombo/Sri Lanka. <http://dx.doi.org/10.5337/2012.213>
- Pfeiffer, V. (2014): Economic and financial analysis of small scale desalination and rain and flood water harvesting. Final Report, Volvendo Consulting

- Polak, M., S. Liehr (2012): Theoretical reflections about the analysis of water governance in coupled social-ecological systems. In: Ibrahima Anne (Hg.): Water Governance – Challenges in Africa: Hydro-optimism or hydro-pessimism? CEAUP Studies on Africa, Band 2. Bern/Berlin/Bruxelles/Frankfurt am Main/New York/Oxford/Wien, 65–80
- SADC (2005): Regional Water Policy. Policy Report, Southern African Development Community (SADC)
- Schulz, O., J. Deffner, T. Kluge, A. Jokisch, W. Urban (in preparation): Evaluation of Sustainability. In: S. Liehr, J. Kramm, A. Jokisch, K. Müller (Hg.): Integrated Water Resources Management in Water-Scarce Regions: Water Harvesting, Groundwater Desalination and Water Reuse in Namibia. London: IWA Publishing
- Schulz, O., H. Shalongo, J. Röhrig (2015a): Interactive Water Information and Planning Tool for the Cuvelai-Etosha Basin. Factsheet, ISOE – Institute for Social-Ecological Research. Frankfurt/Main, Germany
- Schulz, O., A. Jokisch, J. Deffner, L. Woltersdorf, S. Liehr, W. Urban, T. Kluge (2015b): Rain- and Floodwater Harvesting – Implementation Concept. ISOE – Institute for Social-Ecological Research, Frankfurt am Main
- Schulz, O., A. Jokisch, I. Kariuki (2015c): The Technical Toolkit for Rain- and Floodwater Harvesting, Second edition. CuveWaters project, Frankfurt am Main, 350pp.
<http://www.cuvewaters.net/Toolkits.112.0.html>
- Whaley, L., J. Webster (2011): The effectiveness and sustainability of two demand-driven sanitation approaches in Zimbabwe. Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development 01.1: 20-36. <http://dx.doi.org/10.2166/washdev.2011.015>
- Waterkeyn, J. (2010): Hygiene Behaviour Change through the Community Health Club Approach. A cost effective strategy to achieve the Millennium Developments Goals for improved sanitation in Africa. Lambert Academic Publishing. Saarbrücken
- Weert, F. van, J. van der Gun, J. Reckman (2009): Global Overview of Saline Groundwater Occurrence and Genesis. Report GP 2009-1, Utrecht
- Wenz, S. (2015): Needs Assessment Report on Water and Sanitation. Report. Namibia Training Authority (NTA), Promotion of Vocational Education & Training in Namibia (ProVET), Windhoek, Namibia
- Werner, W. (2011): Policy Framework for Small-Scale Gardening. CuveWaters Papers 8, ISOE – Institute for Social-Ecological Research, Frankfurt am Main
- Werner, W. (2009): Access to water and land: De jure and de facto powers of Water Point Committees. CuveWaters Papers No. 5, Institute for Social-Ecological Research (ISOE), Frankfurt am Main
- WHO (2015): Drinking-water Factsheet No. 391, June 2015
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs391/en> (letzter Zugriff 27.06.2016)
- WHO, UNICEF (2015a): WHO / UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation Estimates on the use of water sources and sanitation facilities, updated June 2015.
http://www.wssinfo.org/fileadmin/user_upload/resources/JMP-2015-update-key-facts-English.pdf (letzter Zugriff 27.06.2016)

- WHO, UNICEF (2015b): WHO / UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation. Country file Namibia: estimates on the use of water sources and sanitation facilities (1980-2015). http://www.wssinfo.org/fileadmin/user_upload/resources/Namibia.xls (letzter Zugriff 27.06.2016)
- WHO, UN-Water (2015): UN-Water Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking-Water - Investing in water and sanitation: increasing access, reducing inequalities. GLAAS 2014 Report Africa, Geneva, Switzerland
- WHO, UN-Water (2014): UN-Water Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking-Water - Investing in water and sanitation: increasing access, reducing inequalities. GLAAS 2014 Report, Geneva, Switzerland
- WHO, UN-Water (2012): UN-Water Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking-Water - The challenge of extending and sustaining services. GLAAS 2012 Report, Geneva, Switzerland
- Woltersdorf, L, A. Jokisch, T. Kluge (2014): Benefits of rainwater harvesting for gardening and implications for future policy in Namibia. *Water Policy* 16: 124–143. <http://dx.doi.org/10.2166/wp.2013.061>
- Woltersdorf, L., S. Liehr, P. Döll (2015): Rainwater Harvesting for Small-Holder Horticulture in Namibia: Design of Garden Variants and Assessment of Climate Change Impacts and Adaptation. *Water* 7(4): 1402-1421. <http://dx.doi.org/10.3390/w7041402>
- World Bank (2016): Database “Improved water source, rural (% of rural population with access)”. <http://data.worldbank.org/indicator/SH.H2O.SAFE.RU.ZS?page=1> (letzter Zugriff 27.06.2016)
- Zimmermann, M., A. Jokisch, J. Deffner, M. Brenda, W. Urban (2012): Stakeholder participation and capacity development during the implementation of rainwater harvesting pilot plants in central northern Namibia. *Water Science & Technology: Water Supply* 12(4): 540-548. <http://dx.doi.org/10.2166/ws.2012.024>
- Zimmermann, M., J. Kramm, J. Deffner, K. Müller, A. Papangelou, M. Gerlach, P. Cornel (2015a): Sanitation and Water Reuse in Central-Northern Namibia. Factsheet, ISOE – Institute for Social-Ecological Research. Frankfurt/Main, Germany
- Zimmermann, M., J. Deffner, K. Müller, J. Kramm, A. Papangelou, P. Cornel (2015b): Sanitation and Water Reuse – Implementation Concept. *CuveWaters Papers* 11. ISOE – Institute for Social-Ecological Research. Frankfurt/Main, Germany
- Zimmermann, U., S. Lorek (2015): Bericht Finanzierungsoptionen für das IWRM-Verbundvorhaben CuveWaters. Bericht, Projektträger im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (PT-DLR), Assistance for Implementation (AIM), Bonn
- Zimmermann, U., S. Lorek (2014a): Unterstützung der BMBF-Förderschwerpunkte "IWRM" und "CLIENT": Assistance for Implementation (AIM). Reisebericht Namibia (CUVE III), 28.7.-1.8.2014. Bericht, Projektträger im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (PT-DLR), Assistance for Implementation (AIM), Bonn
- Zimmermann, U., S. Lorek (2014b): Unterstützung der BMBF-Förderschwerpunkte "IWRM" und "CLIENT": Assistance for Implementation (AIM). Reisebericht Namibia (CUVE III), 27.-28.10.2014. Bericht, Projektträger im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (PT-DLR), Assistance for Implementation (AIM), Bonn

Anhang – VERTRAULICH

