



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



Zusammenarbeit mit Entwicklungs- und Schwellenländern im Nahen Osten, Nordafrika, Türkei

## **Abschlussbericht zum BMBF-Verbundforschungsprojekt**

„Wassersicherheit in Jordanien: von den Daten zur Entscheidung, Teilvorhaben:  
Wassersicherheit in Jordanien: von den Daten zur Entscheidung - Hydrologie.  
Akronym: WaterD2D

### **Projekt Förderkennzeichen:**

FKZ 01DH20024B

### **Laufzeit des Vorhabens:**

12/2020 – 10/2023

### **Auftragnehmer:**

Technische Universität München

Lehrstuhl für Hydrologie und Flussgebietsmanagement

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

### **Bearbeiter:**

Markus Disse, Gabriele Chiogna, Ala Al Dwairi, Mohammad Alqadi, Fabian Merk, Anna Lena Rückes

## Impressum

<b>Auftraggeber:</b>	Bundesministerium für Bildung und Forschung
<b>Betreuer des Projektes:</b>	Prof. Dr.-Ing. Markus Disse
<b>Projektpartner:</b>	Prof. Dr. Lars Ribbe, Technische Hochschule Köln Prof. Dr. Michael Schneider Freie, Universität Berlin Prof. Dr. Munjed Al-Sharif, Deutsch-Jordanische Hochschule Dr. Marwan Alraggad, Inter-Islamic Network on Water Resources Development and Management
<b>Verbundkoordinator:</b>	Prof. Dr. Lars Ribbe, Technische Hochschule Köln

## Inhaltsverzeichnis

1	Kurze Darstellung (Teil I) .....	5
1.1	Aufgabenstellung und Wissenschaftlicher und technischer Stand.....	5
1.2	Planung und Ablauf des Vorhabens.....	6
1.3	die wesentlichen Ergebnisse und Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	6
2	Eingehende Darstellung (Teil II).....	7
2.1	Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses.....	7
2.2	Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises.....	23
2.3	Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit.....	23
2.4	Nutzen und insbesondere Verwertbarkeit der Ergebnisse und des fortgeschriebenen Verwertungsplans .....	23
2.5	Projektrelevante Fortschritte bei anderen Stellen innerhalb des Förderzeitraums .....	23
2.6	Veröffentlichungen der Ergebnisse .....	24
2.6.1	Peer-Reviewed-Fachzeitschriftenartikel.....	24
2.6.2	Projektbezogene Vorträge von Mitgliedern .....	24
2.6.3	Studentische Arbeiten .....	24
3	Literaturliste.....	25

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1	Geschäftsreisen ins Ausland im Zusammenhang mit dem WaterD2D-Projekt .....	8
-------------	--	---

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1	Beziehungen zwischen Hindernissen und Erfolgsvoraussetzungen .....	11
Abbildung 2.2	Beispiel für die Ergebnisse der grafischen Benutzeroberfläche der DeMa-Software (Wadi Al Arab - Status von Brunnen 3) .....	13
Abbildung 2.3:	Detaillierte Methodik für die Parameterauswahl, Kalibrierung und Validierung von SWAT in SWAT-CUP .....	14
Abbildung 2.4	Neu ausgewiesene überschwemmungsgefährdete Gebiete für das Mujib-Becken, Jordanien.....	15
Abbildung 2.5	Methoden der Beteiligung der Interessengruppen an hydrologischen Projekten.....	17
Abbildung 2.6	Wissenschaftliches Konzept für ein deutsch-jordanisches Start-up im Wassersektor .....	20
Abbildung 2.7	Anzahl der veröffentlichten Fachliteratur und grauer Literatur vor und nach der MWI-Wasserstrategie.....	22

# 1 Kurze Darstellung (Teil I)

## 1.1 Aufgabenstellung und Wissenschaftlicher und technischer Stand

Die Aufgabe der TUM im WaterD2D-Projektkonsortium war es, das Arbeitspaket 5 (AP5) zu leiten und die Partner bei der Umsetzung der AP1-4 zu unterstützen. AP5 steht im Einklang mit dem dritten spezifischen Ziel von WaterD2D, nämlich Mitarbeiter, Forschende und junge Wissenschaftler in Deutschland und Jordanien zu befähigen, unternehmerisches Denken und eine Start-up-Mentalität für bedarfsorientierte und anwendbare Forschung zu entwickeln. Dieses spezifische Ziel war ausschlaggebend für das Erreichen des übergeordneten Projektziels, ein Innovationsökosystem in Jordanien zu bilden, das forschungsbasierte Innovationsansätze fördert und Forschungsergebnisse in soziale Innovationsprozesse und Produkte mit Marktpotenzial umsetzt. Konkrete Aufgaben waren die Unterstützung der Organisation von Workshops und Veranstaltungen des Projekts (AP1), die Unterstützung der Konzeptentwicklung für ein Innovationsökosystem in Jordanien (AP2), die Betreuung von sechs studentischen Projekten im Rahmen der Pilotprojekte 2, 3, 4 und 5 (AP3), die systematische Entwicklung und der Ausbau der unternehmerischen Ausbildung und der damit verbundenen Marktanbindung an den Partnerinstitutionen durch drei Workshops der Ausbildung von Ausbildern (ToT) (AP4), Öffentlichkeitsarbeit durch die Entwicklung der WaterD2D-Website und der Social-Media-Accounts, die Organisation von Workshops zur Kommunikation der Water Solution Lab, die wissenschaftliche Unterstützung bei der Gründung eines deutsch-jordanischen Start-ups im Wassersektor und die Überwachung des Vertrauens zwischen Wissenschaft und relevanten Ministerien während der Projektentwicklung (AP5).

Das WaterD2D-Projekt und die Aufgaben der TUM wurden in Anbetracht der Herausforderungen entwickelt, welchen Jordanien aufgrund von Wasserknappheit, die insbesondere durch Bevölkerungswachstum und Klimawandel verschärft wird, gegenübersteht (Al-Mefleh et al., 2019; Krampe, 2020). Es wurden zahlreiche Studien (Raggad et al., 2018; Salameh et al., 2018) über die Bewirtschaftung von Wasserressourcen in Jordanien durchgeführt, aber es gab eine erhebliche Diskrepanz zwischen akademischen Erkenntnissen und ihrer Anwendung in der Realität. Insbesondere erreichten viele Ergebnisse dieser Studien die Entscheidungsträger nicht, was in erster Linie auf einen Mangel an effizienten Verbindungen zwischen Wissenschaft und Politik zurückzuführen war. Diese Diskrepanz stellte ein Hindernis für die Optimierung der Bewirtschaftung der Wasserressourcen dar. Darüber hinaus wird in der Nationalen Strategie (MWI, 2008; MWI, 2016) für Wasser in Jordanien betont, dass "fundierte Kenntnisse über die Verfügbarkeit, die Qualität und den Schutz von Wasser" erforderlich sind, um fundierte Entscheidungen zu treffen. Es wurde jedoch eine Lücke zwischen den akademischen Einrichtungen und den Regierungsbehörden deutlich, da viele Forschungsaktivitäten anscheinend ohne Abstimmung mit den tatsächlichen Projekten und Prioritäten des Ministeriums für Wasser und Bewässerung (MWI) durchgeführt wurden. Es wurde festgestellt, dass zwar ein Interesse an der Zusammenarbeit zwischen akademischen Einrichtungen und der Industrie besteht, es aber an Rahmenbedingungen und Plattformen zur effektiven Förderung dieser Synergie fehlt. Im Rahmen des WaterD2D-Projekts wurde zudem klar, dass sich diese Lücke mangels Open-Source-Tools und Datenbanken im jordanischen Wassersektor widerspiegelt. Ziel war es, nicht nur die Wasserknappheit zu bekämpfen, sondern auch ein Innovationsökosystem zu schaffen, das auf Kommunikation, Zusammenarbeit, Datenaustausch und Umsetzung beruht und als Vorbild für andere Sektoren und Regionen dienen könnte.

## 1.2 Planung und Ablauf des Vorhabens

Als Leiterin für AP5 erkannte die TUM die einzigartigen Herausforderungen und das Potenzial des WaterD2D-Projekts und wählte ein iteratives Umsetzungsverfahren, das eine ständige Zusammenarbeit, Datensammlung und Aktivitäten zum Kapazitätsaufbau beinhaltete. Zu Beginn des Projekts organisierte die TUM mehrere Treffen zur Bedarfsanalyse mit den Partnern bei GJU und INWRDAM. Diese Treffen trugen dazu bei, die Interessen der Partner zu ermitteln. Während der verschiedenen Projektphasen waren außerdem sieben Exkursionen geplant. Diese halfen bei der Datenerfassung für eine solide Analyse, stärkten die Kommunikationskanäle der Beteiligten nach der Aufhebung des COVID-19 Lockdowns, verdeutlichten den verschiedenen Beteiligten die Komponenten der Water Solution Lab und stellten sicher, dass die Pilotprojekte (PPs) umgesetzt wurden. Die PPs wurden durch 6 Masterarbeiten und 2 Studienprojekte von TUM Studierenden bearbeitet. Bis zum Ende des Projekts hat die TUM 3 Workshops zur Ausbildung von Ausbildern (ToT) durchgeführt, um den Partnern wesentliche unternehmerische und gründungsbezogene Fähigkeiten zu vermitteln. Im Einzelnen wurden die folgenden Meilensteine erreicht:

- AP2 Durchführung einer Umfrage, um vorhandene Programme/Instrumente für Unternehmertum und Innovation zu identifizieren (Monat 33)
- AP4 ToT (Ausbildung von Ausbildern) für Unternehmertum (Monate 12, 18, 21).
- AP5 Aufbau einer Website und Benutzerkonten in den Sozialen Medien (Monate 3, 7, 14, 18, 24, 31, 36)
- AP5 Organisation von 3 Workshops, um die Konzepte der "Water Solution Labs" zu veranschaulichen (Monate 7, 11, 21, 28, 34)
- AP5 Wissenschaftliche Unterstützung eines Planbeispiels für die Gründung eines deutsch-jordanischen Start-ups (Monat 32)
- AP5 Beobachtung des Vertrauens zwischen Wissenschaft und den zuständigen Ministerien (Monate 7, 8, 11, 21, 34)

## 1.3 Wesentliche Ergebnisse und Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Das WaterD2D-Projekt hat während seiner Laufzeit beträchtliche Fortschritte durch die erhebliche Verbesserung von Kapazitäten und unternehmerischen Ideen im jordanischen Wassersektor erzielt (eine detaillierte Beschreibung der Ergebnisse findet sich in Abschnitt 2.1). Eine Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse umfasst:

**Stakeholder Engagement und Exkursionen:** 7 Reisen nach Jordanien haben zu einer erfolgreichen Zusammenarbeit zwischen der Technischen Universität München (TUM) und den jordanischen Partnern/Stakeholdern geführt. Von Gesprächen mit der Jordan Valley Authority bis hin zur Erörterung der Modellierung des Sedimenttransports im Wala Stausee haben diese Reisen die Reichweite und den Einfluss des Projekts bei den Stakeholdern erhöht (z.B. 50 persönliche Treffen mit mehr als 12 Institutionen und 50 individuellen Stakeholdern). Dieses aktive Engagement hat die Umsetzung von Forschungsergebnissen in die Praxis ermöglicht, wobei die Pilotprojekte 2, 3, 4 und 5 den ausdrücklichen Bedürfnissen der Interessengruppen in Jordanien entsprechen.

**Verbreitung und Öffentlichkeitsarbeit:** Die Mechanismen der Öffentlichkeitsarbeit von WaterD2D haben sich ebenfalls weiterentwickelt und umfassen sowohl traditionelle (Newsletter, von Fachleuten begutachtete Veröffentlichungen, Website) als auch moderne Kanäle (soziale Medien, 5-minütige Dissertationsvideos). Diese Kanäle haben entscheidend dazu beigetragen, eine größere

Reichweite zu erzielen und stellten sicher, dass die Ergebnisse von den Interessengruppen aufgenommen werden (z. B. erreichten einige Facebook-Posts des WaterD2D-Projekts mehr als 1300 Personen, und die veröffentlichten, Peer-Reviewed Artikel wurden mehr als 2900 Mal aufgerufen).

**Aufbau von Kapazitäten:** Durch die Durchführung von drei Workshops zur Ausbildung von Ausbildern (Training of Trainers - ToT) wird das Engagement der TUM für den Aufbau von Kapazitäten im Rahmen des WaterD2D-Projekts deutlich. Dies wurde durch die etablierte Zusammenarbeit mit der Bayerischen Forschungsallianz (BayFOR) unterstützt, die den Wissensaustausch und die Durchführung von Aktivitäten zum Kapazitätsaufbau förderte. Auch unsere Zusammenarbeit mit der UnternehmerTUM erwies sich als vorteilhaft, da sie uns bei zwei WaterD2D-Veranstaltungen unterstützte. Die drei ToTs sind ToT1: Crossing Paths: Research and Innovation (online), ToT2: Research Proposal Writing (on-site) und ToT3: Entrepreneurship and Innovation in Water Research and Education (on-site). An den drei ToTs nahmen mehr als 35 lokale Mitarbeiter der WaterD2D-Partnerorganisationen teil.

**Innovationen und Neugründungen:** Im Einklang mit dem dritten Ziel des WaterD2D-Projekts haben sich unsere Bemühungen auf die Förderung von unternehmerischem Denken konzentriert. Ein Beweis für dieses Engagement ist unsere künftige Zusammenarbeit mit der DiTech-Fakultät an der GJU, die für die Förderung unternehmerischer Ideen zuständig ist. Dies deutet auf ein wachsendes Interesse unserer jordanischen Partner hin, die Fähigkeiten ihrer Mitarbeitenden zu verbessern und sich dabei vom „unternehmerischen Ansatz der TUM als Universität“ inspirieren zu lassen. Ein weiteres bemerkenswertes Ergebnis der Arbeit der TUM im Rahmen des WaterD2D-Projekts ist die Gründung eines deutsch-jordanischen Start-ups, das eine digitale Lösung für das Management von Brunnenfeldern in Trockengebieten wie Jordanien anbietet. Dieses Start-up symbolisiert eine konkrete forschungsbasierte Innovation.

**Forschungsergebnisse und Peer-Reviewed Beiträge:** Darüber hinaus wurden sechs einzelne Masterarbeiten in den Bereichen PP2 (Brunnenmanagement-Toolbox für Wala Wellfield), PP3 (SWAT-Modell für den Wala-Staudamm), PP4 (Kartierung von Überschwemmungsrisiken) und PP5 (bedarfsorientierte Forschung) durchgeführt, um die Herausforderungen für Unternehmer im Wassersektor in Trockengebieten zu ermitteln und die Ursachen für das Misstrauen und den mangelnden Datenaustausch zwischen Wissenschaft und Ministerien zu untersuchen. Solche Beobachtungen über das Vertrauen zwischen Wissenschaft und den zuständigen Ministerien werden wesentlich zur Entwicklung eines Innovationsökosystems im Wassersektor in Jordanien beitragen. Abschnitt 2.6 enthält eine ausführliche Liste der Forschungsergebnisse der TUM im Rahmen des WaterD2D-Projekts.

## 2 Eingehende Darstellung (Teil II)

### 2.1 Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses

Alle entstandenen Ausgaben sind im Verwendungsnachweis ausgewiesen. Erzielte Ergebnisse der jeweiligen Positionen:

- F0812 – Personalkosten nach TVL (Erzielte Ergebnisse: Betreuung von sechs Studentendarbeiten und Berichterstattung über PPs, wissenschaftliche Unterstützung für die Gründung eines Start-ups, Vorbereitung des wissenschaftlichen Inhalts von sechs

Newslettern und vier wissenschaftlichen Veröffentlichungen, Koordinierung der Durchführung von drei Workshops für Mitarbeitende des GJU und des INWRDAM und Bewertung der Ergebnisse in Bezug auf das Vertrauen zwischen Wissenschaft und den zuständigen Ministerien)

- F0822 – Wissenschaftliche Hilfskraft (Erzielte Ergebnisse: Einstellung von zwei HiWis zur Unterstützung bei der Feldarbeit, der Datenerhebung bei den Beteiligten und der Vorbereitung des wissenschaftlichen Inhalts)
- F0845 – Dienstreisen Ausland (Erzielte Ergebnisse: Es wurden 12 Dienstreisen nach Jordanien durchgeführt, Felddaten gesammelt, zwei Hauptprojektworkshops und drei ToTs koordiniert, an denen TUM-Mitarbeitende, Prof. Mangstl und ein Trainer der BayFOR teilnahmen), siehe Tabelle 2.1

*Tabelle 2.1: Geschäftsreisen ins Ausland im Zusammenhang mit dem WaterD2D-Projekt*

<b>Beschreibung der Reise</b>	<b>Zeitraum</b>	<b>Involvierte Personen</b>
<b>Geschäftsreisen des TUM-Teams nach Jordanien (12 Reisen)</b>		
Sammeln von Felddaten (Pilotprojekt 3) und Planung der ersten Veranstaltung für Unternehmer und Wiedereinführung von Interessengruppen in WaterD2D nach dem Covid-19 Lockdown	04. – 20.07.2021 24. – 31.07.2021	Eine Person von der TUM
Sammeln von Felddaten (Pilotprojekt 2), Treffen mit neuen Interessengruppen, Planung des ersten ToT	03. – 16.11.2021	Eine Person von der TUM
Sammeln von Felddaten (Pilotprojekt 4) von INWRDAM	09. – 19.03.2022	Eine Person von der TUM
ToT Workshop 2022	14. – 17.05.2022	Drei Personen: Zwei Personen von der TUM, eine Person von der BayFOR
Haupt-Workshop 2022, ToT-Nebenveranstaltung und Sammlung von Felddaten (Pilotprojekt 5)	07. – 16.08.2022	Drei Personen: Zwei Personen von der TUM, Prof. Anton Mangstl
Rückmeldung an die Beteiligten über die vorläufigen Ergebnisse der Pilotprojekte 2, 3, 4 und 5	04. – 14.03.2023	Eine Person von der TUM
Finaler Workshop 2023	06. – 12.08.2023	Zwei Personen von der TUM
<b>Exkursionen von TUM-Studierenden nach Jordanien (3 Reisen) - vollständig finanziert durch das Programm TUM ohne Grenzen</b>		
Sammeln von Felddaten (Pilotprojekt 3), Besuche vor Ort und Befragungen von Interessengruppen	07. – 18.08.2022	TUM Student: David Zeller (10 Tage)
Sammeln von Felddaten (Pilotprojekt 5), Besuche vor Ort und Befragungen von Interessengruppen	07. – 18.08.2022	TUM Studentin: Carla Catania (10 Tage)
Sammeln von Felddaten (Pilotprojekt 4), Besuche vor Ort und Befragungen von Interessengruppen	29.01 – 17.02.2023	TUM Studentin: Carmen Echeveste (15 Tage)
<b>Flying Faculty Program (1 Reise) - vollständig finanziert von der Deutsch-Jordanischen Universität</b>		
Durchführung von Vorlesungen über Wasser- und	09. – 15.11.2023	TUM Professor: Gabriele Chiogna

Abwasserbehandlungstechnik und Nachhaltigkeit

TUM Global Visiting Professor Program (1 Reise) - vollständig finanziert durch das TUM Global & Alumni Office

Befristete Zusammenarbeit in Lehre und Forschung 18.06 – 22.07.2023 Professor der Universität von Jordanien: Radwan Al-weshah

Die Arbeit der TUM konzentriert sich auf das AP5 "Reichweite und Verbreitung der Plattform" und hat eine unterstützende Funktion in den APs 1-4. Im Folgenden befindet sich eine Auflistung der von der TUM im Rahmen der einzelnen APs durchgeführten Arbeiten mit weiteren Details zu den einzelnen Aktivitäten, die für die Meilensteine der TUM durchgeführt wurden.

**AP1 – Organisation von Workshops und Veranstaltungen (0,30 PM):** Das TUM Team nutzte die zugewiesenen Ressourcen, um aktiv an den internen Projekttreffen und -veranstaltungen (z. B. WaterD2D Jour Fixe, Plattformdesign-Workshop und Kommunikationsstrategie-Workshop) teilzunehmen und die Stakeholder-Interviews zu planen, zu gestalten und vorzubereiten, die im Rahmen der sieben Geschäftsreisen nach Jordanien durchgeführt wurden. Darüber hinaus unterstützte das TUM Team die Organisation der beiden großen Projektworkshops im August 2022 und 2023, indem es Ideen für die Gestaltung der Veranstaltungen einbrachte und Personen für deren Teilnahme vorschlug.

**AP2 – Unterstützung der TH Köln bei der Konzeptentwicklung eines Innovationsökosystems (0,70 PM):** Das TUM Team unterstützte die TH Köln durch die systematische Speicherung und Weitergabe von Daten; zu diesem Zweck nutzte das TUM Team Ressourcen und arbeitete während der sieben Reisen nach Jordanien an dieser Aufgabe. Das Team sammelte Daten von so vielen relevanten Akteuren wie möglich, einschließlich Zeitreihendaten wie Wetterstationsdaten, Abflussdaten und Wasserqualitätsdaten; Geodaten wie z.B. Wasserläufe, Höhenlage, Bodengruppen, Landnutzung/Bodenbedeckung; veröffentlichte/unveröffentlichte Berichte und wissenschaftliche Arbeiten, einschließlich Rohdaten, wenn verfügbar. Außerdem unterstützte das TUM Team die TH Köln beim ersten Simulationsworkshop "Market Place", der als Nebenveranstaltung zum Hauptworkshop in Amman im August 2022 stattfand. Während des Abschlussworkshops im August 2023 nahm das TUM Team aktiv an Treffen mit dem Higher Council For Science And Technology (HCST) teil, um das Konzept des Innovationsökosystems in Jordanien zu etablieren. Die Meilensteine der TUM im Rahmen dieses AP sind:

- **Meilenstein 2.5: Durchführung einer Umfrage, um vorhandene Programme/Instrumente für Unternehmertum und Innovation zu identifizieren:** Dieser Meilenstein wurde während der Reisen im Juli und November 2021 erreicht, bei denen das TUM Team eine Bedarfsanalyse durchführte, um bestehende Programme/Instrumente für Unternehmertum und Innovation innerhalb INWRDAM und des GJU zu identifizieren. Auf der Grundlage dieser Analyse wurden die drei ToTs entsprechend geplant. Darüber hinaus führte das WaterD2D-Konsortium während der letzten Reise nach Jordanien im August 2023 mehrere Treffen mit interessierten Teams von der Deutsch-Jordanischen Universität (Deanship of Innovation, Technology Transfer and Entrepreneurship (DI-TECH)), der United States Agency for International Development-USAID (Water Efficiency and Conservation Activity), und Higher Council for Science and Technology-HCST (National Center for Innovation) durch, die alle ein deutliches Interesse an der Übernahme und Nutzung der

WaterD2D-Projektergebnisse zeigten, so dass diese als Instrumente zur Förderung von Unternehmertum und Innovation im jordanischen Wassersektor dienen können. Darüber hinaus hat eine TUM Studentin im Juni 2023 eine umfassende Masterarbeit über Hindernisse und Erfolgsfaktoren für nachhaltige Start-ups im Wassersektor vorgelegt. Der folgende Abschnitt enthält eine Zusammenfassung dieser Arbeit:

**Master Thesis Projekttitle:** Zwischen Überschwemmungen und Dürren - Eine Analyse von Hindernissen und Erfolgsvoraussetzungen für nachhaltige Unternehmen im Wassersektor

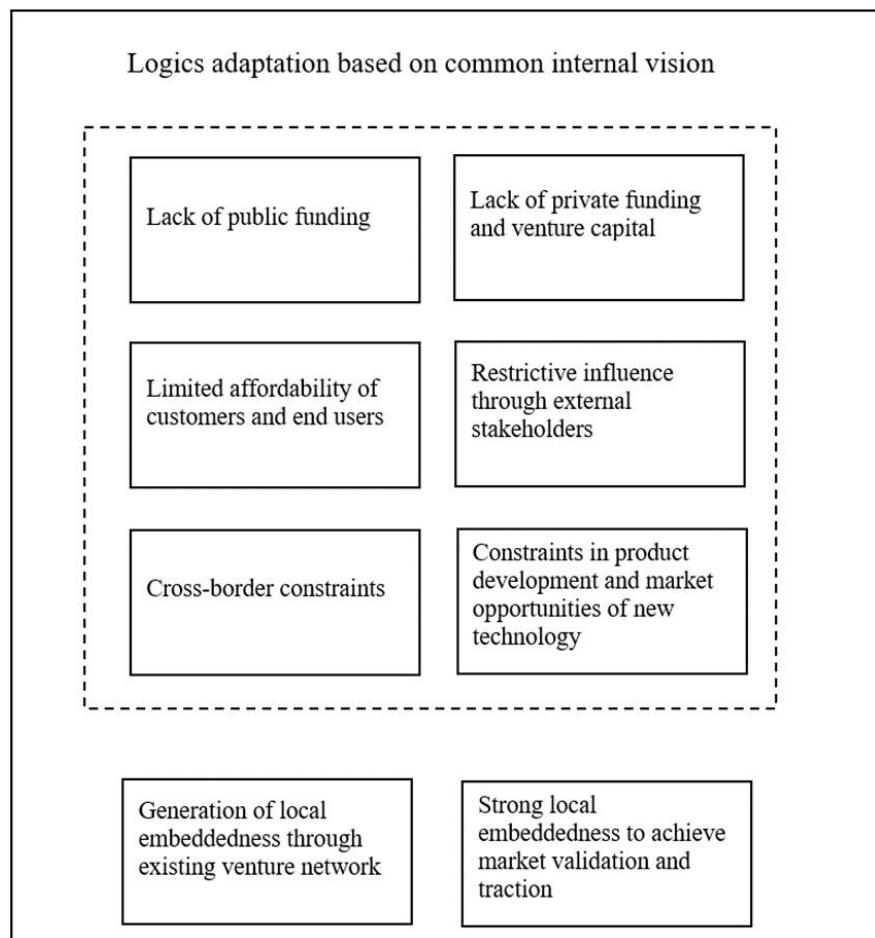
**Problemstellung:** Um der globalen Wasserkrise und den Herausforderungen des Wassersektors entgegenzuwirken und die hohe Zahl der davon betroffenen Menschen, insbesondere in ariden und semiariden Regionen, zu verringern, kann nachhaltiges Unternehmertum eine wichtige Rolle spielen (Freudenreich et al. 2020; Hyvärinen et al., 2016). Gründer nachhaltiger Unternehmungen verfolgen in der Regel einen finanziellen Gewinn, während sie gleichzeitig einen ökologischen und sozialen Nutzen anstreben. Aufgrund der divergierenden Logik zwischen diesen verschiedenen Schwerpunkten kommt es in nachhaltigen Unternehmen zu Zielkonflikten und Spannungen. In wissenschaftlicher Literatur fehlt es an Erkenntnissen über spezifische Hindernisse und Erfolgsvoraussetzungen, welche nachhaltige Unternehmer im Wassersektor in der Anfangsphase ihrer Unternehmungen begegnen (Abbildung 2.1). Daher beleuchtet die Arbeit Hindernisse und Erfolgsvoraussetzungen speziell für nachhaltige Unternehmen im Wassersektor.

**Methodik:** Die Studie umfasst ein qualitatives Multiple-Case-Study-Design, das drei Fälle von neu gegründeten Unternehmen im Wassersektor in Europa umfasst, die sich auf Lösungen mit sozialer Wirkung in ariden und semiariden Regionen außerhalb Europas konzentrieren. Die primäre Datenerhebung bestand aus teilstrukturierten Interviews mit CEOs/Gründern und Geldgebern/Partnern der einzelnen Start-ups. Zusätzliche Sekundärdaten wurden durch Websites und Dokumente mit Informationen über die Unternehmen gesammelt. Die Datenanalyse wurde mit der qualitativen Datenanalysesoftware MAXQDA durchgeführt und umfasste zwei Schritte: erstens die fallinterne Analyse jedes einzelnen Falles und zweitens die fallübergreifende Analyse aller Fälle im gegenseitigen Vergleich.

**Hauptergebnisse:** Aus der fallübergreifenden Analyse wurden vier Erfolgsvoraussetzungen auf individueller Ebene, sogenannte Motivatoren, sechs Hindernisse und drei Erfolgsvoraussetzungen auf organisatorischer Ebene abgeleitet. Zu den Motivatoren für die Gründer nachhaltiger Unternehmen im Wassersektor gehören die Verbesserung der Lebensbedingungen der Endnutzer, die Befähigung der Endnutzer die Lösungen zu nutzen, das Generieren von finanziellen Gewinnen, um soziale Verbesserungen zu erreichen und die Konfrontation der Gründer mit dem unterliegenden Problem in Kombination mit deren fachbezogenem Hintergrund. Zu den Hindernissen auf organisatorischer Ebene für nachhaltige Start-ups im Wassersektor gehören der Mangel an öffentlichen finanziellen Mitteln in der Frühphase, der Mangel an privater Finanzierung und an Risikokapital, das begrenzte Kapital von Kunden und Endnutzern, grenzüberschreitende Beschränkungen für die Unternehmen durch den Vertrieb in anderen Ländern, Beschränkungen bei der Produktentwicklung und den Marktchancen neuer Technologien sowie der limitierte Einfluss von sozialem Unternehmertum auf Interessensgruppen.

Zu den Faktoren auf organisatorischer Ebene gehören die Initiierung einer lokalen Einbettung in angestrebte Märkte durch das bestehende Start-up Netzwerk, um Marktvalidierung und Traktion zu erreichen, und die übergeordnete Anpassung der divergierenden Logiken auf Grundlage einer gemeinsamen internen Unternehmensvision. Der Vergleich der Studienergebnisse mit vorhandener Literatur zeigt, dass nachhaltige Unternehmer im Wassersektor im Vergleich zu konventionellen oder sozialen Unternehmern in anderen Sektoren relativ große Probleme bei der Mobilisierung von finanziellen Ressourcen haben. In Verbindung mit der begrenzten Zahlungsfähigkeit der Kunden und der Endnutzer stellt das Erreichen finanzieller Tragfähigkeit der jungen Unternehmen ein Problem dar. Weitere Hindernisse verstärken die Schwierigkeit, eine Balance zwischen finanziellen und sozialen Zielen der

Unternehmen herzustellen. Vor allem Interessengruppen wie Regierungen, Großunternehmen im Wassersektor, internationale Zuwendungsgeber und NGOs sollten diese Hindernisse gemeinsam adressieren, um Start-ups im Wassersektor zu unterstützen und zum Markteintritt zu befähigen. Konkrete Maßnahmen können die Verbesserung spezifischer Finanzierungsmechanismen wie öffentliche Mittel und Impact Investing für kleine Unternehmen im Wassersektor betreffen. Darüber hinaus sollten dieselben Akteure die Schaffung starker, transnationaler Ökosystems für Start-ups fördern, um den Austausch von Wissen und Technologie zu ermöglichen.



*Abbildung 2.1 Beziehungen zwischen Hindernissen und Erfolgsvoraussetzungen*

**AP 3 – Innovation und Anwendung (3,00 PM):** Das TUM Team betreute insgesamt 6 Masterarbeiten, 2 Studienprojekte und 1 Dissertation, die in Bereichen der Pilotprojekte 2, 3, 4 und 5 durchgeführt wurden. Eine ausführliche Liste findet sich in Abschnitt 2.6. Darüber hinaus unterstützte das TUM Team in Zusammenarbeit mit TUM ohne Grenzen drei Reisen von Studenten nach Jordanien zwischen August 2022 und Februar 2023, um deren Dissertationsforschung durchzuführen und Daten zu sammeln, indem sie Treffen und Folgeaktivitäten mit Interessenvertretern abhielten. Diese beinhaltete die Sammlung von Zeitreihendaten wie

Wetterstationsdaten, Abflussdaten und Geodaten wie Wasserläufe, Höhenlage, Bodengruppen, Landnutzung/-bedeckung sowie von veröffentlichten/unveröffentlichten Berichten und wissenschaftlichen Arbeiten, die für die Entwicklung der Grundwasser-Toolbox (PP2), die Einrichtung des SWAT-Modells (PP 3), die Kartierung des Hochwasserrisikos (PP4) und PP5 (bedarfsorientierte Forschung) erforderlich waren. Nachstehend befindet sich eine Zusammenfassung der einzelnen PP:

## **Pilotprojekt 2: Entwicklung eines Werkzeugkastens zur Verwaltung von Brunnenfeldern für Wala Wellfield**

**Problemstellung:** Die größte Herausforderung bei der Bewirtschaftung von Grundwasserbrunnenfeldern ist die Fragmentierung und Streuung wichtiger Daten über verschiedene Plattformen (Alqadi, 2019), was den Entscheidungsprozess für den Betrieb und die Wartung von Brunnenfeldern in Jordanien erschwert (Bahls et al., 2019; Haddadin, 2006). Daher wurde von den Projektbeteiligten, einschließlich des jordanischen Ministeriums für Wasser und Bewässerung (MWI), eine technologische Lösung zur Behebung dieser Probleme gefordert.

**Methodik:** Die „Decision Support Software for Wellfield Management (DeMa)“ wurde als ganzheitliche Lösung entwickelt (Alqadi, 2022). Die DeMa besitzt die einzigartige Möglichkeit, verschiedene Datentypen innerhalb einer bestimmten Umgebung zu integrieren, und verbindet hydrologische Feldmessungen mit brunnen-spezifischen Daten wie Wartung, Betrieb, Design, Installation und Kosten. Darüber hinaus enthält sie das Research-Based Tool (RBT), das den Nutzern ermöglicht, auf wissenschaftliche Forschungsstudien zum Thema Grundwasserbrunnenmanagement zuzugreifen. Die praktische Anwendung dieser Methode wurde in der Fallstudie zum Brunnenfeld Wadi Al Arab (Alqadi, 2023) gezeigt, in der demonstriert wurde, wie die DeMa verstreute Daten zentralisieren und die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Parametern beleuchten kann, wodurch die Entscheidungsprozesse für das Brunnenfeldmanagement verbessert werden.

**Hauptergebnisse:** Die DeMa wurde auf das Brunnenfeld Wadi Al Arab angewendet. Ergebnisse waren, dass die Software:

- fehlende Dokumentation und Daten erkannte,
- Brunnen identifizierte, die gewartet werden müssen und
- ideale Standorte für neue Bohrungen erkannte.

Das Database Management Tool (DbMT) der DeMa ist ein zentrales Archiv für Brunnenfelddaten, das den Zugang für Techniker und Manager optimiert. Das Observation Based Tool (OBT) bietet Visualisierung und verknüpft Dokumente wie CCTV-Aufnahmen und Berichte im Document Management Tool (DMT), um einen umfassenden Datenzugriff zu gewährleisten und Lücken zu identifizieren, siehe Abbildung 2.2. Das Modul Research Based Tool (RBT) bezieht die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse in die Entscheidungsfindung ein. Die DeMa erzielt:

- ein besseres Verständnis der verfügbaren Daten für Entscheidungen, sowie
- eine verbesserte Datenverwaltung für das Brunnenfeld.

Dies schafft die Voraussetzungen für ein fortschrittliches Grundwassermanagement und datengestützte Entscheidungen. Das Tool trägt speziell dazu bei, vorausschauende Wartung im Brunnenfeldmanagement einzuführen und dementsprechend Wartungszeit zu reduzieren. Vertrauliche Daten, wie z. B. Finanzdaten, waren von der Anwendung der DeMa im Wadi Al Arab ausgeschlossen. Außerdem werden in der aktuellen Version keine Daten zur Wasserqualität erfasst. Um die Fähigkeiten von DeMa weiter zu erforschen, möchten wir es in anderen Brunnenfeldern, wie Basalt und Wala, testen.

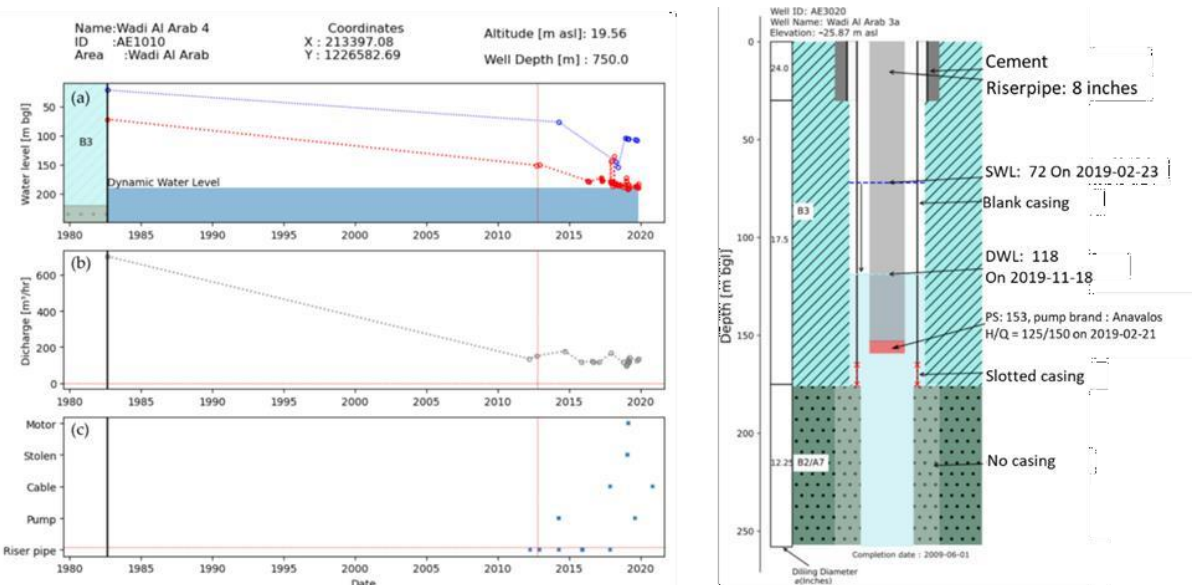


Abbildung 2.2 Beispiel für die Ergebnisse der grafischen Benutzeroberfläche der DeMa-Software (Wadi Al Arab - Status von Brunnen 3)

### Pilotprojekt 3: Modellierung des Sedimenttransports und der Wasserqualität im Stausee der Wala-Staumauer

**Problemstellung:** Der Wala-Damm ist für die Wasserversorgung der Region von entscheidender Bedeutung und dient als wichtiger Speicher für die Grundwasseranreicherung. Die Sedimentation stellt jedoch eine erhebliche Bedrohung dar, da sie die Speicherkapazität des Damms verringert und seine Rolle bei der Auffüllung des Grundwasserspeichers beeinträchtigen kann. Das Fehlen genauer und umfassender Daten verschärft die Situation, was wirksame Planung und Management in der Region des Staudamms behindert. Das Büro der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) in Jordanien und die Jordan Valley Authority (JVA) wiesen auf die Notwendigkeit hin, die Sedimentansammlung im Wala-Damm besser zu verstehen.

**Methodik:** "Das Soil & Water Assessment Tool (SWAT) ist ein Modell für kleine Wassereinzugsgebiete bis hin zu Flusseinzugsgebieten, das zur Simulation der Qualität und Quantität von Oberflächen- und Grundwasser und zur Vorhersage der Umweltauswirkungen von Landnutzung, Landwirtschaft und Klimawandel verwendet wird" (SWAT, 2023). Dieses ist auch als Plugin für ArcGIS verfügbar. SWAT wurde verwendet, um das Forschungsziel der Studie zu erreichen. Robuste Eingabedaten sind entscheidend für die Optimierung der Ergebnisse des

SWAT-Modells. Die Methodik umfasste das Sammeln von Daten aus früheren Forschungsarbeiten, Konsultationen mit Interessengruppen und öffentlichen Datenquellen. Eine Exkursion nach Jordanien ermöglichte die Teilnahme an Workshops und die Befragung von Interessengruppen, was wichtige Einblicke in das Einzugsgebiet des Wala-Stausees ermöglichte. Dr. Radwan Al-Weshah von der Universität Jordanien unterstützte die TUM Studenten bei der Datenerhebung. Dr. Al-Weshah betreute die Studenten auch während seines Besuchs an der TUM im Rahmen des Global Visiting Professor Programs der TUM und fungierte als Mentor. Angesichts der Verzögerungen bei der Bereitstellung von Daten wurden alternative Quellen, wie Fernerkundungsdaten in Betracht gezogen. Es wurden öffentliche Satellitenbilder und Altimetriedaten für den Wala-Damm untersucht. Wesentliche Daten wurden von den Sentinel-2-Satelliten und verschiedenen frei zugänglichen Portalen von Organisationen wie ESA und NASA abgeleitet (Abbildung 2.3).

**Hauptergebnisse:** Das vorherrschende Problem ist die Sedimentansammlung, die in erster Linie durch die karge Landschaft der Region und Sturzfluten verursacht wird, wobei die CN-Werte (abhängig von der Bodenart, der Landnutzung und der Topografie des Wassereinzugsgebiets) die einflussreichsten Faktoren sind. Der Zugang zu den erforderlichen Daten stellte aufgrund der bürokratischen Praktiken der Datenweitergabe in Jordanien eine Herausforderung dar. Viele der erhaltenen lokalen Daten erwiesen sich entweder als unvollständig oder unzuverlässig, so dass die Verwendung von Open-Source-Daten erforderlich war. Ein wichtiges Ergebnis war, dass sich Open-Source-Daten für die SWAT-Modellierung des Wala-Stausees besser eigneten als lokale Daten. Obwohl wir dieselben Daten, Kalibrierungs- und Analysemethoden verwendet haben, übertraf unser SWAT-Modell nicht die Leistung früherer Modelle aus der Literatur. Dies wirft Fragen zu möglichen Diskrepanzen oder Fehlern in den veröffentlichten Studien auf. Es ist von entscheidender Bedeutung, die Qualität der in das Modell eingegebenen Daten zu verbessern. Wir empfehlen, das SWAT-Modell weiter zu verwenden und zu verfeinern und eine gründliche Untersuchung der Literatur durchzuführen, um seine Genauigkeit und Zuverlässigkeit sicherzustellen.

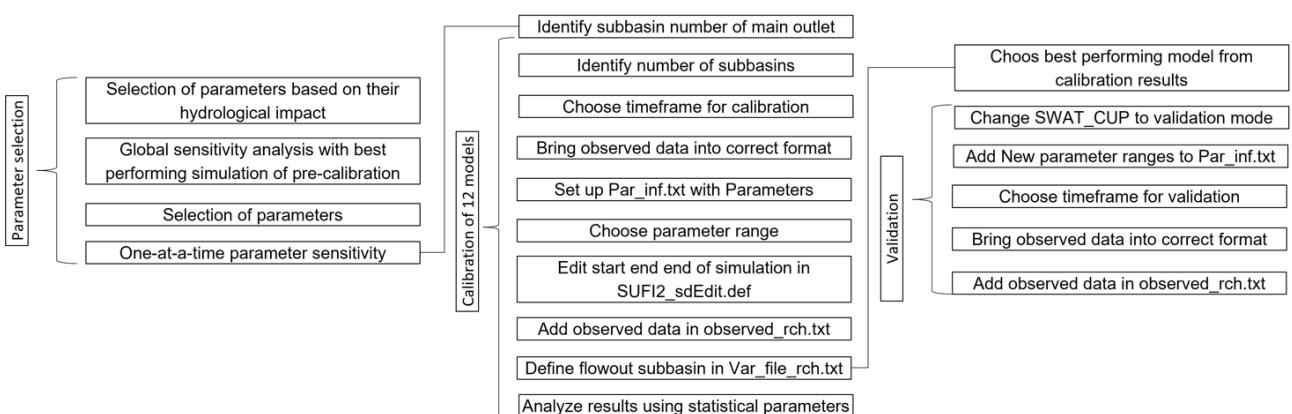


Abbildung 2.3: Detaillierte Methodik für die Parameterauswahl, Kalibrierung und Validierung von SWAT in SWAT-CUP

## Pilotprojekt 4: Hochwasserrisikokartierung

**Problemstellung:** Im Jahr 2018 ereignete sich im Mujib-Becken in Jordanien eine schwere Sturzflut, die tragischerweise zu zahlreichen Todesfällen führte. Dieser Vorfall untermalt die

Dringlichkeit, eine umfassende Studie und Modellierung dieser Region durchzuführen, um die Dynamik des Hochwasserverhaltens zu verstehen und somit weitere Tragödien zu verhindern. Bestehende Forschungsarbeiten zu Überschwemmungen konzentrieren sich vorwiegend auf Amman und Petra, was zu einer deutlichen Forschungslücke bezüglich des Mujib-Beckens führt. PP4 versucht, diese Lücke zu schließen; eine Analyse des Hochwasserrisikos war aufgrund des Mangels an verfügbaren Daten nicht möglich. Daher wurden im Rahmen von PP4 detaillierte Kartierungen der hochwassergefährdeten Gebiete erstellt und die vorhandene Literatur ausgewertet.

**Methodik:** Es wurde eine Literaturrecherche durchgeführt, um die laufende Hochwasserforschung in Jordanien zu verstehen und die Forschungslücken zu identifizieren. Während einer Exkursion nach Jordanien wurden Experteninterviews durchgeführt, um die Organisationen/Partner, die in Jordanien zum Thema Hochwasser arbeiten, zu identifizieren und die verwendeten Analysemethoden aufzulisten. Weitere Daten wurden durch die Zusammenarbeit mit dem CapTain Rain Projekt in Jordanien gesammelt, an deren Eröffnungsworkshop eine Studentin teilnahm und deren Kontakte nutzte, um Interviews mit Interessengruppen in Jordanien zu führen. Darüber hinaus wurde ein GIS-basierter multikriterieller Ansatz mittels der „Methode der Gewichteten Summe“ verwendet, um hochwassergefährdete Gebiete im Mujib-Becken zu identifizieren. Die Karten wurden unter Berücksichtigung von 5 Hauptinputs erstellt: (1) Landbedeckungsdaten, (2) DGM 30m, (3) Hangneigung, (4) Fließstrecke und (5) Niederschlag. Für die Niederschlagsrasterschicht wurden 11 Sturzflutereignisse ausgewählt, und die Niederschlagsrasterschicht wurde mittels der „Methode der Inversen Distanzgewichtung“ erstellt. Für jede Eingabe wurde eine Rasterschicht erstellt, die dann in 5 verschiedene Kategorien eingeteilt wurde, die von "sehr hohem Risiko" bis zu "sehr geringem Risiko" für die Hochwasserentstehung reichten (Rincón et al. 2018; Desalegn und Mulu 2021; Ajjur und Mogheir 2020).

**Hauptergebnisse:** Die Ergebnisse in Abbildung 2.4 zeigen die Verteilung der verschiedenen Klassen und die belegte Fläche pro Klasse. In der Legende steht die Klasse 10 für die Kategorie "sehr hohes Risiko". Die Ergebnisse zeigen, dass 14,59 % der Fläche des Mujib-Beckens in diese Kategorie fallen und 35,60 % in die Klasse 8, die "Hochrisiko"-Gebiete repräsentiert; mehr als

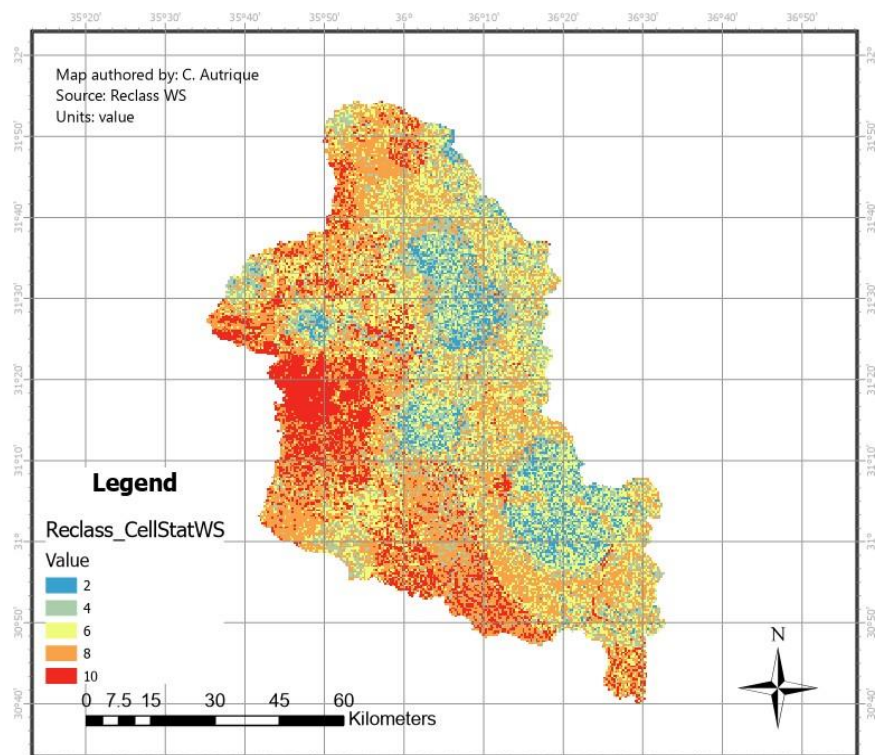


Abbildung 2.4 Neu ausgewiesene überschwemmungsgefährdete Gebiete für das Mujib-Becken, Jordanien. Niedriges Risiko blau (Value 2), höheres Risiko rot (Value 10).

die Hälfte der Fläche des Mujib-Beckens fällt in die ersten beiden Risikokategorien. Abbildung 2.4 zeigt, dass die Westseite des Mujib-Beckens besonders anfällig für Sturzfluten ist. Die Ergebnisse von PP4 können Entscheidungsträgern helfen, das Verhalten von Überschwemmungen in der Region zu verstehen und Maßnahmen in diesen Gebieten zu ergreifen.

### **Pilotprojekt 5: Entwurf eines systematischen Ansatzes zur Entwicklung bedarfsorientierter Masterarbeitsthemen für Studenten**

**Problemstellung:** Die zentralisierte Behörde in Jordanien stellt ein großes Hindernis für die effektive Einbindung der Bevölkerung und eine wissenschaftliche Beteiligung an der Entscheidungsfindung im Wassersektor dar (Vereinte Nationen, 2014). Darüber hinaus wurde das mangelnde Vertrauen zwischen dem akademischen Sektor und staatlichen Einrichtungen als eine Ursache für den unzureichenden Austausch von Forschungsergebnissen und hydrologischen Daten identifiziert. In der Studie werden Methoden zur Einbindung von Interessenvertretern ermittelt, der Prozess des Datenaustauschs qualitativ bewertet und die Ursachen für den Datenaustausch zwischen dem akademischen Sektor und anderen Organisationen identifiziert. Zu den akademischen Stakeholdern gehörten zwei Vertreter des GJU, zwei von der TH Köln, ein Forscher vom INWRDAM, ein Student der TUM und einer der Al Al-Bayt University. Die übrigen Beteiligten sind Vertreter mehrerer Ministerien (MWI, MoE, JVA und WAJ) und anderer Organisationen (z. B. INWRDAM, FAO, GIZ, USAID und BGR).

**Methodik:** Der Datenerhebungsprozess bestand aus einer Umfrage und teilstrukturierten Interviews. Die Methodik zur Entwicklung der Umfrage beinhaltete drei Phasen, nämlich die Suche nach Methoden und Vorschlägen zur Erstellung der Umfrage, den Entwurf der Struktur und der Fragen der Umfrage und die Validierung der Umfrage. Der Interviewprozess folgte demselben Ansatz wie dem Entwicklungsprozess der Umfrage. Die Umfrage wurde im August 2022 während eines Workshops in Amman durchgeführt. Die erste Gruppe von Interviews wurde vor dem Workshop durchgeführt. Nach dem Workshop wurden zwei weitere Befragungsrunden durchgeführt, die sich an Forschende, Studierende und Datenverwaltungsexperten richteten.

**Hauptergebnisse:** Gegenwärtig arbeiten die meisten Teilnehmenden sehr häufig nur mit Ministerien und Wasserbehörden zusammen, oft auch mit Geldgebern, aber nur sehr selten mit der Forschungsgemeinschaft. Meetings (formell und informell), Konsultationen im Rahmen von Regulierungsprozessen und Absichtserklärungen (MoUs) sind die am häufigsten genutzten Methoden für die Zusammenarbeit. Insgesamt existiert der Großteil der ausgetauschten Daten nur innerhalb der Ministerien. Nur 30 % der Teilnehmenden tauschen Daten mit dem akademischen Sektor aus. Hydrologische Datensätze von Ministerien, z. B. Niederschlagsdaten und Wasserqualität, werden hauptsächlich vom akademischen Sektor und von NGOs angefordert, sind aber nicht für alle Akteure im hydrologischen Sektor zugänglich. Der Austausch findet nicht regelmäßig statt, sondern nur dann, wenn Forschende Daten vom INWRDAM anfordern; anschließend stellt das INWRDAM den Kontakt her und stellt die gewünschten Daten bereit, siehe Abbildung 2.5. Der fehlende Austausch, die erheblichen Datenlücken und die geringe Qualität der Daten behindern die Arbeit der Forschenden, da ihre Studien keine genauen Ergebnisse liefern. Es besteht ein starkes Interesse am Datenaustausch, und alle Beteiligten sind sehr daran interessiert, Dissertationen und Forschungsergebnisse zu erhalten. Dem steht jedoch ein Mangel an effektiver

Beteiligung und koordinierten Bemühungen der politischen Akteure, Ministerien und akademischen Einrichtungen gegenüber. Dies ist auf unzureichende finanzielle Mittel zur Bewältigung der Herausforderungen des Datenaustauschs, auf eine geringe Wertschätzung der Daten oder auf die Besorgnis über einen potenziellen Verlust von Macht und Einfluss zurückzuführen. Die Hindernisse, mit denen sich die wissenschaftliche Gemeinschaft konfrontiert sieht, hängen mit den Schwierigkeiten zusammen, bestimmte Interessengruppen zu erreichen, mit Datenlücken, unzureichenden Schulungen zum Datenmanagement sowie mit mangelndem Engagement und fehlender Kontinuität im Austauschprozess. Für die anderen Institutionen sind die Haupthindernisse fehlende Messungen und Infrastruktur, unzureichende finanzielle Ressourcen und die Angst vor dem Verlust von Einfluss und Macht. Letzteres kann darauf zurückgeführt werden, dass bestimmte Einrichtungen Daten verkaufen oder dass die für die Daten verantwortliche Person ein Eigentumsgefühl für jene hat. Studierende und Forschende stoßen bei der Anforderung von Daten auf Hindernisse, wie z. B. Verzögerungen beim Erhalt der Daten und Ungewissheit über ihre Verfügbarkeit. Die meisten Einrichtungen waren sich einig, dass ein standardisiertes und geregeltes Datenmanagementverfahren eingeführt werden muss, das alle Phasen des Lebenszyklus von Daten umfasst. Alle Teilnehmenden waren von der Möglichkeit des Datenaustauschs auf einer gemeinsamen Plattform für alle Beteiligten begeistert.

**AP 4 – Aufbau von Kapazitäten (0,89 PM (WiMi), 0,11 PM (HiWi)):** Im Rahmen des systematischen Auf- und Ausbaus der unternehmerischen Bildung und der damit verbundenen Marktanbindung an GJU und INWRDAM unterstützte das TUM Team die Kapazitätsbildungsaktivitäten an den Partnerinstitutionen durch die Teilnahme am Flying Faculty (FF) Programm der GJU vom 09. - 15. November 2021 und dem Hydrogeologie-Blockkurs der FUB vom 12. - 23. September 2021. Darüber hinaus hat das TUM Team 3 Workshops zur Ausbildung von Ausbildern (ToT) durchgeführt:

1. **Erster ToT-Workshop: "Crossing paths - research & innovation:** Als Beispiel für eine gelungene Verbindung von Forschung und Innovation organisierte das TUM Team einen Online-Workshop, der von hochkarätigen deutschen Institutionen durchgeführt wurde. Frau Anna Fischer, Projektmanagerin und Trainerin bei UnternehmerTUM, und

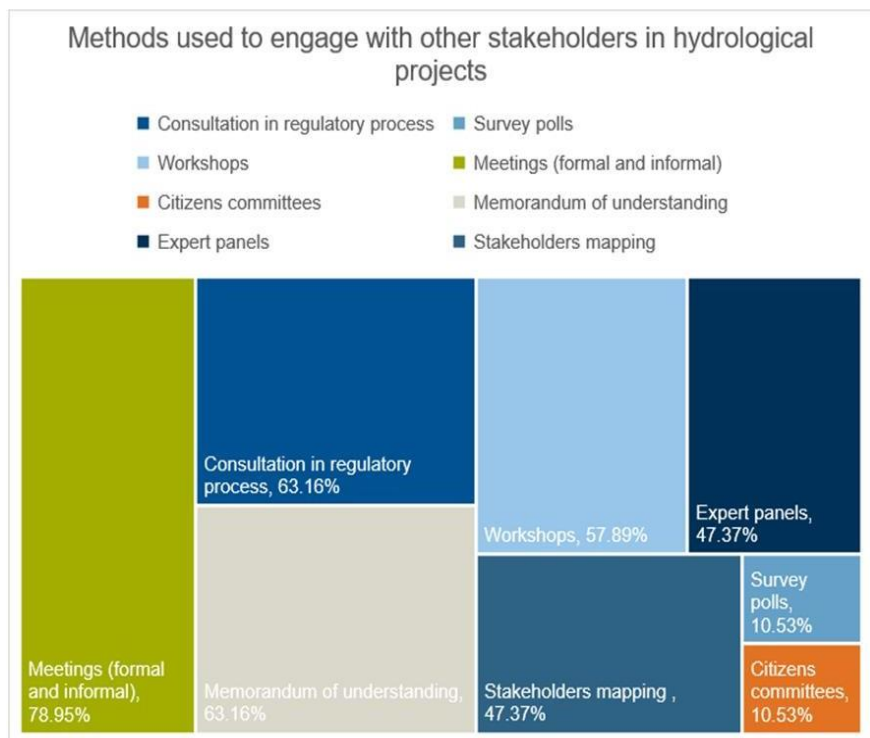


Abbildung 2.5 Methoden der Beteiligung der Interessengruppen an hydrologischen Projekten

Herr Sebastian Kägler, wissenschaftlicher Berater bei BayFOR, leiteten den Workshop für insgesamt 22 Schlüsselakteure aus verschiedenen deutschen und jordanischen Institutionen wie INWRDAM, Abdul Hameed Shoman Foundation, GJU, Al Albayt University, UnternehmerTUM, BayFor, TH Köln, FUB und TUM.

**2. Zweiter ToT-Workshop: "Research Proposal Writing":** Die TUM und die BayFOR veranstalteten gemeinsam einen Workshop zum Thema "Research Proposal Writing" für die jordanischen Partner in den Räumen des INWRDAM. Der Workshop wurde auch von den WaterD2D-Partnern der TH Köln und der FUB unterstützt. Insgesamt nahmen 15 Personen an dem Workshop teil. Ziel des Workshops war es, den jordanischen Partnern praktische Kenntnisse und Fähigkeiten zu vermitteln, die der Markt im Bereich der Erstellung von Forschungsvorschlägen mit hohen Anforderungen an die Technologiebereitschaft verlangt (d.h. Aufforderungen zur Einreichung von Vorschlägen mit einem klaren Bezug zu Innovation, Marktreplikation und Unternehmen).

**3. Dritter ToT-Workshop: "Entrepreneurship and Innovation in Water Research and Education":** Die TUM organisierte den dritten und letzten ToT-Workshop neben dem Hauptworkshop im August 2022 mit dem Schwerpunkt auf Unternehmertum und Innovation in der Wasserforschung und -ausbildung. Die Veranstaltung brachte 15 Teilnehmende aus dem akademischen Bereich und aus Institutionen, die im Wassersektor und in der Forschung in Deutschland und Jordanien tätig sind, zusammen, um die Rolle von Innovation und unternehmerischer Bildung bei der Gestaltung von Marktverknüpfungen in den Partnerinstitutionen zu untersuchen. Dr. Anton Mangstl war eingeladen, die Sitzung zu leiten. Die Meilensteine der TUM im Rahmen dieses AP sind:

- **Meilenstein 4.5: ToT für Unternehmertum:** Die ToTs wurden in den Monaten 12, 18 und 21 durchgeführt. Sie wurden durch einen Besuch der GJU Partner in München im Monat 33 ergänzt, um den Austausch über die systematische Entwicklung und den Ausbau der unternehmerischen Bildung und die damit verbundenen Marktbeziehungen zu vertiefen. Während des Besuchs besuchten die GJU Partner den Wasserverband Freising Süd in Neufahrn, den Innovation Accelerator des World Food Program (WFP) und das Precision Agriculture Lab der TUM. Die Partner des GJU tauschten sich mit Forschenden der Bayerischen Forschungsallianz (BayFOR), der Wageningen University und der Sun Yat-sen University (Guangzhou, China) über zukünftige Pläne des GJU zur Ausweitung ihrer forschungsbasierten Innovationsaktivitäten aus.

**AP 5 – Reichweite der Plattform und Verbreitung (4,95 PM (WiMi), 0,20 PM (HiWi)):** Das TUMTeam verfolgte im Rahmen von AP5 drei übergeordnete Ziele. Erstens, die Ergebnisse der WaterD2D-Arbeit zu verbreiten, um Replikation durch Veröffentlichungen und Vorträge zu ermöglichen. Zu diesem Zweck hat das TUM-Team die Projektwebsite und den Social-Media-Account auf Facebook gestaltet und veröffentlicht sowie 6 Projekt-Newsletter herausgebracht. Es sorgte für internationale Berichterstattung durch die Teilnahme an 4 internationalen Veranstaltungen/Konferenzen (IAHR, IAHS, 6th International Symposium on Flash Floods in Wadi systems und das Exzellenz Lab Bayern-Ägypten) und ein offizielles Interview mit der BBC. Weitere Verbreitung erfolgte durch Peer-Reviewed Veröffentlichungen, Masterarbeiten und Studienprojekte (eine vollständige Liste der Themen ist in Abschnitt 2.6 enthalten).

Zu den weiteren innovativen Outreach-Methoden gehörte die gemeinsame Nutzung von 5-minütigen Dissertationsvideos und Postern, um einige der vorläufigen Ergebnisse der Pilotprojekte 2, 3, 4 und

5 mit den lokalen Stakeholdern zu kommunizieren, gefolgt von einer Umfrage, um die Wirksamkeit dieser Methoden zu überprüfen (60 % der Stakeholder bevorzugten die 5-minütigen Dissertationsvideos gegenüber 40 %, die sich für Poster entschieden). Das TUM Team kooperierte auch mit einem anderen BMBF-geförderten Projekt namens CapTain Rain, betreute gemeinsam eine Masterarbeit und verbreitete die Ergebnisse der beiden Projekte in einem größeren Netzwerk. Das TUM Team organisierte eine Postersession für den Kurs „Integrated Water Resources Management (IWRM)“, bei der die Studierenden 16 Poster zu verschiedenen Themen des IWRM in Jordanien präsentierten. Auch der Forschungsbesuch von Dr. Al-Weshah von der Universität Jordanien an der TUM wurde genutzt, um Studierende zu betreuen und die WaterD2D-Ergebnisse zu verbreiten.

Das zweite Ziel von AP5 besteht darin, die Gründung von Start-ups im Wassersektor zu erleichtern als ein Ergebnis der Schulungen, die den lokalen Partnern angeboten wurden (siehe AP4 für weitere Details), wobei die Partner berichteten, dass sie besser gerüstet seien, um Herausforderungen im Zusammenhang mit Unternehmertum und Innovation in der Wasserforschung zu bewältigen. Außerdem ist geplant, eine Software zur Entscheidungsunterstützung und eine Datenbank für die Verwaltung von Brunnenfeldern (DeMa) in Form eines jordanisch-deutschen Start-ups auf den Markt zu bringen (künftige Pläne sind in Abschnitt 2.4 aufgeführt). Das dritte Ziel ist die Stärkung des Vertrauens zwischen der wissenschaftlichen Gemeinschaft und den relevanten Ministerien in Bezug auf den Daten- und Wissenstransfer, da mangelndes Vertrauen als ein wesentliches Hindernis für forschungsbasierte Innovationen identifiziert wurde. In diesem Zusammenhang führte das TUM Team während der Reisen im Juli und November 2021 24 Treffen mit Stakeholdern in Jordanien durch, die in einer Peer-Reviewed Veröffentlichung zusammengefasst wurden (Abschnitt 2.6). Diese Ergebnisse bildeten auch die Grundlage für eine Masterarbeit zum Thema " Monitoring trust in data sharing between stakeholders involved in hydrological projects in the Wala Catchment". Die Meilensteine der TUM im Rahmen dieses AP sind:

- **Meilenstein 5.1: Aufbau einer Website und Benutzerkonten in den Sozialen Medien:** die Einrichtung der Website und 6 Newsletter-Veröffentlichungen wurden in den Monaten 3, 7, 14, 18, 24, 31 und 36 der Projektlaufzeit fertiggestellt (z. B. erreichten die Facebook-Posts des WaterD2D-Projekts mehr als 1300 Personen, die veröffentlichten Peer-Reviewed-Artikel wurden mehr als 2900 Mal aufgerufen). Das TUM Team richtete auch eine Projektseite auf der ResearchGate-Website ein, um die Veröffentlichungen und Aktualisierungen des Projekts zu verbreiten. Allerdings hat ResearchGate am 31.03.2023 beschlossen, die Projektfunktion auf der Plattform insgesamt einzustellen und alle Projekte zu entfernen; daher hat die TUM weiterhin Updates auf der Facebook-Seite und der Website des Projekts veröffentlicht.
- **Meilenstein 5.2: Organisation von 3 Workshops, um die Konzepte der "Water Solution Labs" zu veranschaulichen:** Aufgrund der Reisebeschränkungen der Covid-19-Pandemie wurden die ersten beiden Hauptworkshops des Projekts verschoben; daher nutzte das TUM Team die Treffen mit den Interessenvertretern während der sieben Geschäftsreisen, um den lokalen jordanischen Interessenvertretern das Konzept der Water Solution Lab zu vermitteln (Monate 7 und 11). Im Monat 28 kommunizierte das TUM Team die vorläufigen Ergebnisse der Pilotprojekte 2, 3, 4 und 5 durch die 5-minütigen Thesenvideos und Poster. Während des Abschlussworkshops (Monat 33) organisierte das TUM Team eine Grundsatzrede von Dr.

Andreas Liebl von UnternehmerTUM zum Thema "Ermöglichung der Einführung von KI-basierten Innovationen im Wassersektor".

- **Meilenstein 5.3: Wissenschaftliche Unterstützung eines Planbeispiels für die Gründung von einem deutsch-jordanischen Startup:** Der endgültige wissenschaftliche Plan wurde im Monat 32 des Projekts veröffentlicht.

### Wissenschaftliches Konzept für ein deutsch-jordanisches Start-up im Wassersektor

**Zusammenfassung:** Das wissenschaftliche Konzept enthält drei Bereiche, siehe Abbildung 2.6. Im ersten Abschnitt wurde eine Analyse der bestehenden Hindernisse für Start-ups im jordanischen

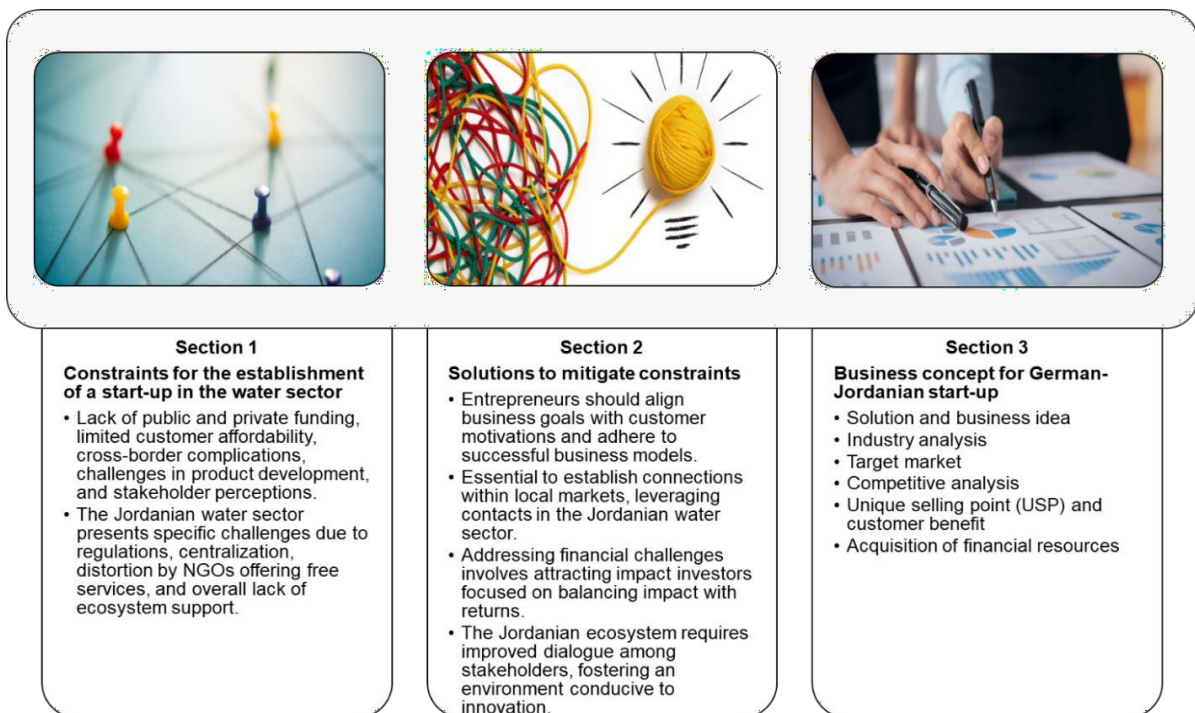


Abbildung 2.6 Wissenschaftliches Konzept für ein deutsch-jordanisches Start-up im Wassersektor

Wassersektor durchgeführt. In erster Linie betreffen diese Herausforderungen, wie den Mangel an öffentlichen und privaten Finanzmitteln, die begrenzte Bezahlbarkeit durch Endverbraucher und Kunden, grenzüberschreitende Probleme aufgrund politischer Instabilität und die Skepsis gegenüber neuen Technologien im Wassersektor. Faktoren wie die Zentralisierung des jordanischen Wassersektors, Marktverzerrungen durch Nichtregierungsorganisationen, die kostenlosen Dienstleistungen anbieten, und subventionierte Wassertarife erschweren das Gründungsumfeld in Jordanien zusätzlich. Im zweiten Abschnitt wurden einige Lösungen zur Abschwächung der Hindernisse vorgestellt, z. B. die Wichtigkeit geschäftliche Auswirkungen auf die Motivation der Kunden abzustimmen und bewährte Geschäftsmodelle zu übernehmen, die von Wasserversorgungsdienstleistungen bis hin zur Software für das „Internet of Things (IoT)“ und Datenanalyse reichen. Für Start-ups, die weit von ihren Zielmärkten entfernt sind, wurde die Nutzung bestehender Netzwerke und die Förderung starker lokaler Kooperationen, insbesondere mit wichtigen Interessengruppen wie dem MWI und der WAJ, als wesentlich erachtet. Zur Bewältigung der Finanzierungsherausforderungen wurde der Schwerpunkt auf die Finanzierung durch

internationale Zuwendungsgeber, die Verknüpfung von Impact-Investoren mit Wasser-Start-ups und die Förderung eines unterstützenden Ökosystems in Jordanien durch die Verbesserung des Dialogs zwischen staatlichen Akteuren, NGOs und neuen Start-ups gelegt. Dieser kooperative Ansatz zielt darauf ab, den Einstieg in den jordanischen Wassersektor zu erleichtern und nachhaltige, innovative Lösungen zu fördern. Der letzte Abschnitt beinhaltet eine detailliertere Analyse des Geschäftskonzepts, einschließlich des Zielmarktes, des Alleinstellungsmerkmals und der verfügbaren finanziellen Ressourcen.

- **Meilenstein 5.4: Beobachtung des Vertrauens zwischen der Wissenschaft und den zuständigen Ministerien:** Das TUM Team erfüllte diesen Meilenstein mit der Durchführung der Reise im Juli 2021, einer Veröffentlichung im August 2021 und der Durchführung von Experteninterviews während der Reise im November 2021. Außerdem wurde die Umfrage im Monat 21 als Teil des offiziellen Projektworkshops durchgeführt; die Ergebnisse sind in einer Masterarbeit zum Thema "Monitoring trust in data sharing between stakeholders involved in hydrological projects in the Wala Catchment" enthalten. In der Arbeit wird vor allem die Bedeutung der Einrichtung eines gemeinsamen Informationssystems für hydrologische Daten in Jordanien diskutiert (weitere Ergebnisse siehe PP5). Im Folgenden befindet sich die Zusammenfassung einer Veröffentlichung, die sich mit der Überbrückung der Diskrepanz zwischen den Ministerien und der Wissenschaft in Jordanien befasst:

#### **Peer Reviewed-Publikation über die Auswirkungen der Wasserstrategie einer Regierung auf die Forschung: Eine Fallstudie des Azraq-Beckens in Jordanien**

**Problemstellung:** Das Kernproblem ist ein vorherrschender Mangel an Klarheit über die Wechselwirkung zwischen wasserbezogener Forschung und dem Entscheidungsprozess. Es besteht Unsicherheit darüber, ob die in der Wasserwirtschaft getroffenen Entscheidungen wirklich auf evidenzbasierten Erkenntnissen beruhen und, ob die laufende Forschung auf die dringenden Anforderungen des Sektors zugeschnitten ist. Darüber hinaus gibt es eine offensichtliche Lücke im Verständnis der direkten Auswirkungen von Regierungsstrategien auf verschiedene Forschungsschwerpunkte und in der Feststellung, welche wissenschaftlichen Bereiche wesentlich zur Umsetzung dieser Strategien beitragen, insbesondere im Zusammenhang mit der jordanischen Wasserstrategie und ihren Auswirkungen auf die Forschung im Azraq-Becken.

**Methodik:** Um die Verbindung zwischen Forschenden und Entscheidungsträgern zu verstehen, unternahmen die Autoren eine Reise nach Jordanien und führten 18 Interviews mit Mitarbeitenden des jordanischen Ministeriums für Wasser und Bewässerung (MWI) und internationalen Partnern. Ziel war es, die Methoden des MWI zur Archivierung von Berichten zu verstehen, zugehörige Berichte zu sammeln und ein verbessertes Archivierungssystem vorzuschlagen. Das Team sammelte 2200 digitale Dokumente aus dem Zeitraum von 1963 bis 2019. Zusätzlich wurden relevante graue Literatur und Peer-Reviewed Artikel bis 2018 online recherchiert, die sich auf wasserbezogene Themen im Azraq-Becken konzentrieren. Durch die systematische Einordnung der Literatur in Bezug auf die Ziele der jordanischen Wasserstrategie (2008-2022) konnte das Team Übereinstimmungen und Forschungslücken feststellen und die Themen und Ziele ermitteln, die noch untersucht werden müssen, siehe Abbildung 2.7. Zum Beispiel, das Thema „Water for irrigation“ (Wasser zur Bewässerung) sowie das Thema „Water Demand“ (Wasserbedarf) haben mehr Aufmerksamkeit gewonnen obwohl unter Themen (1d, 1e, 1f, 4b, 4c) noch Forschungsbedarf aufweisen.

**Hauptergebnisse:** Für das Azraq-Becken müssen daher die folgenden Bereiche der Untersuchung und der Bewertung noch weiter erforscht werden, um die strategischen Ziele des MWI zu erreichen:

- die Verbesserung der Wasserverteilungssysteme mit Schwerpunkt auf Technik, Verwaltung, Effizienz und Abrechnung,
- die Bewertung tiefer Grundwasserleiter hinsichtlich Wasserqualität und –quantität,
- die Analyse der Rentabilität von entsalztem Wasser in Bezug auf Technologie, Kosten, Umwelt und alternative Energiequellen für die Entsalzung,
- Verbesserungsvorschläge für bestehende Überwachungssysteme für Wasserqualität und –menge,
- die Bewertung des Zustands der Dämme, insbesondere der Sedimentation und der Wasserqualität, mit Schwerpunkt auf der wirtschaftlichen Machbarkeit der Sedimententfernung,
- die Wassernutzung im grenzüberschreitenden Einzugsgebiet, Förderung der Zusammenarbeit mit syrischen Partnern,
- eine Übersicht über Bewässerungssysteme, eine Schätzung der Kosten für die Umstellung auf effizientere Systeme und Vorschläge für Anreizstrukturen für Landwirte,
- die Durchführbarkeit von Regenwassersammeltechniken in landwirtschaftlichen Betrieben als alternative Bewässerungsquelle.

Die gleiche Methodik wurde auch im Mujib-Becken im Rahmen eines Studienprojekts eines TUM Studenten angewandt. Es ist geplant, die neue Methode auch in anderen Einzugsgebieten in Jordanien anzuwenden.

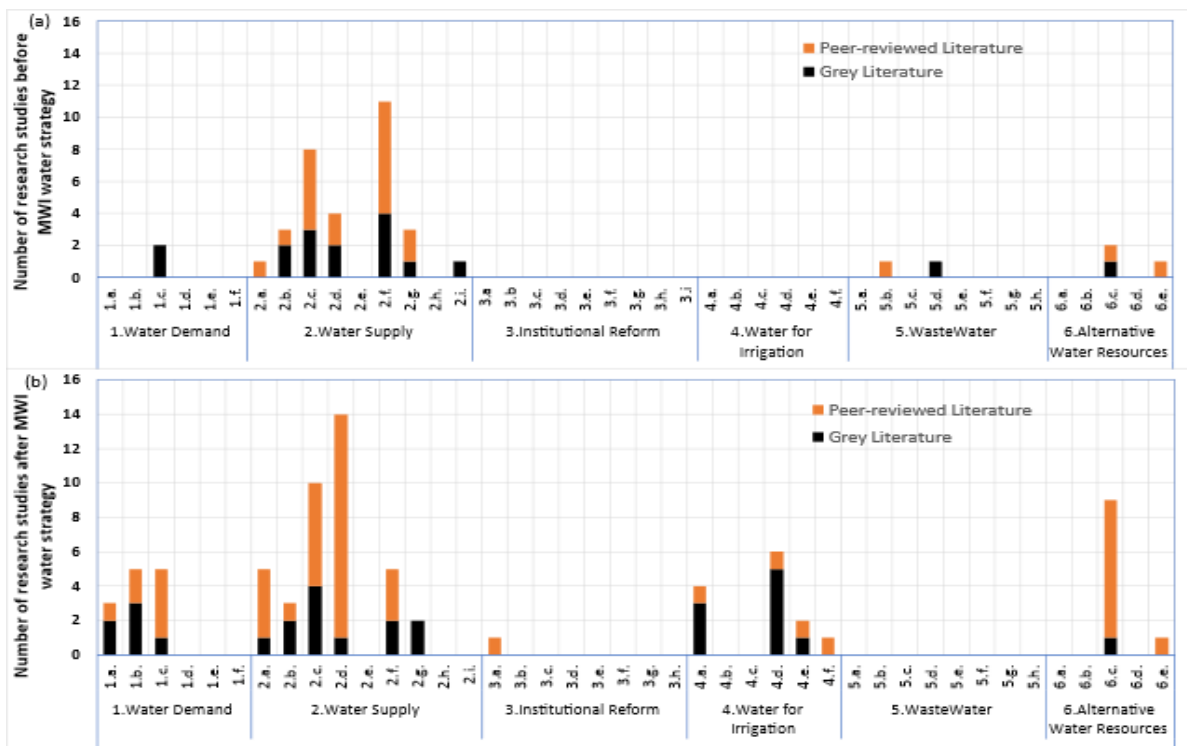


Abbildung 2.7 Anzahl der veröffentlichten Fachliteratur und grauer Literatur vor und nach der Wasserstrategie des MWI

## 2.2 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Alle entstandenen Ausgaben sind im Verwendungsnachweis und im Anhang I ausgewiesen.

## 2.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Entsprechend der in Abschnitt 1.1 hervorgehobenen wissenschaftlichen Lücke waren die in den Abschnitten 2.1 und 2.2 durchgeführten Projektaktivitäten für den Abschluss des Teilprojekts erforderlich. Einige Aktivitäten mussten aufgrund der Reisebeschränkungen durch die COVID-19-Pandemie im ersten Projektjahr (2021) angepasst werden. Das TUM Team war jedoch in der Lage, alle Meilensteine auf der Grundlage des ursprünglichen Projektplans auszuführen.

## 2.4 Nutzen und insbesondere Verwertbarkeit der Ergebnisse und des fortgeschriebenen Verwertungsplans

Einer der Hauptnutzen des Projekts wird ein Rahmen für Innovationsökosysteme im Wassersektor in Jordanien mit dem Titel iRooms sein. Die iRooms werden von unseren lokalen Partnern, hauptsächlich INWRDAM, unter der Aufsicht des HCST verwaltet (weitere Einzelheiten werden in der Berichterstattung der TH Köln enthalten sein). Der zweite Nutzen ist die erste „Decision Support Software and Database for Wellfield Management (DeMa)“, ein Hilfsmittel für das Brunnenfeldmanagement in Trockengebieten. Das Tool wird derzeit von einem Technological Readiness Level 4 (TRL 4) auf TRL 6 weiterentwickelt. Sobald die DeMA einsatzbereit ist, wird sie den Interessengruppen zur Verfügung gestellt. Die DeMa ist eine der Lösungen, die von dem deutsch-jordanischen Start-up angeboten werden könnte, welches weiterentwickelt wird (24 Monate nach Projektende), um langfristig (48 Monate nach Projektende) in der MENA-Region und in Trockengebieten weltweit wettbewerbsfähig zu sein (weitere Einzelheiten sind in Abschnitt 3.3 enthalten). Darüber hinaus werden die Ergebnisse von PP 2, 3, 4 und 5 direkt mit den Beteiligten geteilt, einschließlich eines SWAT-Modells für das Wala-Einzugsgebiet und Karten überschwemmungsgefährdeter Gebiete für das Mujib-Becken. Auch die während der Feldarbeit in Jordanien gesammelten Daten werden in die RBIS-Plattform aufgenommen (<http://rbis.itt.fh-koeln.de/>).

## 2.5 Projektrelevante Fortschritte bei anderen Stellen innerhalb des Förderzeitraums

Im Laufe der Umsetzung unseres Projekts haben wir Kontakt zu CapTainRain aufgenommen, das vom BMBF gefördert wird. Die Übereinstimmung unserer Forschungsbereiche ermöglichte eine sinnvolle Zusammenarbeit auf den folgenden Gebieten:

- **Einrichtung von Kommunikationskanälen:** In Anbetracht der übereinstimmenden Ziele nahmen wir den Dialog mit dem CapTainRain-Team auf und tauschten uns kontinuierlich über Projektentwicklungen, Ergebnisse und alle damit verbundenen Daten aus, die für beide Projekte von Nutzen sein würden.
- **Teilnahme an gemeinsamen Workshops:** Carmen Echeveste, eine Studentin der TUM, nahm am Kickoff-Workshop von CapTainRain teil, was die Zusammenarbeit zwischen den Projekten weiter erleichterte.
- **Co-Betreuung der Masterarbeit:** Die TUM hat neben dem CapTainRain Projektteam die Arbeit von Frau Echeveste mitbetreut (PP4).

Die Zusammenarbeit unseres Projekts mit CapTainRain unterstreicht die Bedeutung gemeinsamer Anstrengungen bei der Bewältigung großer Herausforderungen wie dem Klimawandel. Die Zusammenarbeit verstärkt unsere Wirkung und fördert das übergeordnete Ziel der Förderung einer nachhaltigen Entwicklung in klimasensitiven Gebieten.

## 2.6 Veröffentlichungen der Ergebnisse

### 2.6.1 Peer-Reviewed-Fachzeitschriftenartikel

- Alqadi, M.; Al Dwairi, A.; Merchán-Rivera, P.; Chiogna, G.; (2023) Presentation of DeMa (Decision Support Software and Database for Wellfield Management) and Its Application for the Wadi Al Arab Wellfield. *Water* 2023, 15, 331. <https://doi.org/10.3390/w15020331>
- Alqadi, M.; Al Dwairi, A.; Margane, A.; Brueckner, F.; Schneider, M.; Merchán-Rivera, P.; Chiogna, G.; (2022) Development of a User-friendly Tool for Groundwater Wellfields Management. Proceedings of the 39th IAHR World Congress. <https://doi.org/10.3850/IAHR-39WC252171192022884>
- Alqadi, M.; Al Dwairi, A.; Dehnavi, S.; Margane, A.; Al Raggad, M.; Al Wreikat, M.; Chiogna, G. (2021) A Novel Method to Assess the Impact of a Government's Water Strategy on Research: A Case Study of Azraq Basin, Jordan. *Water* 2021, 13, 2138, <https://doi.org/10.3390/w13152138>
- Brückner, F., Bahls, R., Alqadi, M., Lindenmaier, F., Hamdan, I., Alhiyari, M. and Atieh, A., 2021. Causes and consequences of long-term groundwater overabstraction in Jordan. *Hydrogeology Journal*, 29(8), pp.2789-2802, <https://doi.org/10.1007/s10040-021-02404-1>

### 2.6.2 Projektbezogene Vorträge von Mitgliedern

- Posterpräsentation auf dem Doktorandentag der TUM 2022 (Titel: Developing Decision Support Software and Database for Wellfield Management), Juli 2022.
- Präsentation und Exzellenz Lab Bayern-Ägypten, (Titel: Development of a User-friendly Tool for Groundwater Wellfields Management and WaterD2D project), Juli 2022.
- Mündliche Präsentation bei der IAHR (Titel: Development of a User-friendly Tool for Groundwater Wellfields Management), Juni 2022.
- Posterpräsentation beim Forum der TUM International Graduate School of Science and Engineering (IGSSE) 2022 (Titel: Innovative Engineering Injection Extraction systems for in-situ groundwater remediation), Mai 2022.
- Mündliche Präsentation für die Technische Universität Dänemark (DTU), April 2022.
- Mündliche Präsentation bei der Abdul Hameed Shoman Foundation, November 2021.
- Präsentation beim 6. Internationalen Symposium zu Sturzfluten in Wadi Systemen, September 2021.

### 2.6.3 Studentische Arbeiten

- Mohammad Alqadi, 2023: advancing water resources management in arid regions through stakeholder engagement, digitalization, and policy integration: Jordan as a case study. **Ph.D. Dissertation**, TU München.
- Anna Rückes, 2023: Between floods and droughts - An analysis of constraints and enablers for sustainable ventures in the water sector. **Masterthesis**, TU München.
- Carmen Echeveste, 2023: Flood-prone area mapping in the Mujib basin. **Masterthesis**, TU München.

- Bakir Al-Kurdi, 2023: Enhanced hydrological assessment of the Wala dam catchment using SWAT. **Masterthesis**, TU München.
- David Zeller, 2023: Hydrological assessment of the semi-arid Wala dam catchment utilizing swat in a data scarce environment. **Masterthesis**, TU München.
- Carla Catania, 2023: Monitoring trust in data sharing between stakeholders involved in hydrological projects in the Wala catchment. **Masterthesis**, TU München.
- Sultan Irshidat, 2022: Feasibility study of engineered injection and extraction in the Zarqa River, Jordan: cost estimation and legislation. **Masterthesis**, TU München.
- Sultan Irshidat, 2021: A Novel Method to Assess the Impact of a Government's Strategy on Research: A Case Study of Mujib Basin, Jordan, **Studienprojekt**, TU München.
- Mohammad Al Jarrah, 2020: Grey Literature and the Examination of Available Literature Regarding Water Sector in Jordan, **Studienprojekt**, TU München.

## 5 Literaturliste

1. Ajjur, Salah B.; Mogheir, Yunes K. (2020): Flood hazard mapping using a multi-criteria decision analysis and GIS (case study Gaza Governorate, Palestine). In Arab J Geosci 13 (2). <https://doi.org/10.1007/s12517-019-5024-6>
2. Al-Mefleh, N. K., AlAyyash, S. M., & Bani Khaled, F. A. (2019). Water management problems and solutions in a residential community of Al-Mafraq city, Jordan. Water Supply, 19(5), 1371–1380. <https://doi.org/10.2166/WS.2019.003>
3. Alqadi, M., Al Dwairi, A., Merchán-Rivera, P., Chiogna, G. (2023). Presentation of DeMa (Decision Support Software and Database for Wellfield Management) and Its Application for the Wadi Al Arab Wellfield Water (published, 2023, <https://doi.org/10.3390/w15020331>).
4. Alqadi, M., Aldwairi, A., Margane, A., Brueckner, F., & Schneider, M. (2022). Development of a User-friendly Tool for Groundwater Wellfields Management. Proceedings of the 39th IAHR World Congress 19–24 June 2022, June, 10.
5. Bahls, R., Holzner, K., & Al Hyari, M. et al. (2018). Groundwater Resources Assessment of the A7/B2 Aquifer in Jordan.
6. Desalegn, Hunegnaw; Mulu, Arega (2021): Flood vulnerability assessment using GIS at Fetam watershed, upper Abbay basin, Ethiopia. In Heliyon 7 (1), e05865. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05865>.
7. Freudenreich, B., Lüdeke-Freund, F., & Schaltegger, S. (2020). A Stakeholder Theory Perspective on Business Models: Value Creation for Sustainability. Journal of Business Ethics, 166(1), 3–18. <https://doi.org/10.1007/s10551-019-04112-z>
8. Haddadin, M. J. (2006). Water resources in Jordan: evolving policies for development, the environment, and conflict resolution. Resources for the Future.
9. Hyvärinen, A., Keskinen, M., & Varis, O. (2016). Potential and Pitfalls of Frugal Innovation in the Water Sector: Insights from Tanzania to Global Value Chains. Sustainability, 8(9), 888. <https://doi.org/10.3390/su8090888>
10. Krampe, E. (2020). Syria, Palestine, and Jordan: Case Studies in Water Scarcity, Conflict, and Migration. Maneto Undergraduate Research Journal, 3(1). <https://doi.org/10.15367/M:TURJ.V3I1.317>
11. MWI, M. of W. and I. (2008). Water for Life: Jordan's Water Strategy 2008-2022 (Issue 2).
12. MWI. (2016). National Water Strategy of Jordan 2016 -2025. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/jor156264E.pdf> Documents of The Water Sector/National Water Strategy(2016-2025)-25.2.2016.pdf
13. Raggad, M.A., Salameh, E., Alqadi, M., Magri, F. and Chiogna, G., 2018, April. Implications of projected climate change for groundwater recharge in North Jordan. In *EGU General Assembly Conference Abstracts* (p. 12359).
14. Rincón, Daniela; Khan, Usman; Armenakis, Costas (2018): Flood Risk Mapping Using GIS and Multi-Criteria Analysis: A Greater Toronto Area Case Study. In Geosciences 8 (8), p. 275. <https://doi.org/10.3390/geosciences8080275>
15. Salameh, E., Toll, M., & Al Raggad, M. (2018). Hydrogeochemical Prospecting for evaporate and clay deposits in Harrat ash Shaam basalts, Jordan. Journal of Geochemical Exploration. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2017.12.017>
16. SWAT (2023) June 2023 - Aarhus, Denmark, SWAT. Available at: <https://swat.tamu.edu/> (Accessed: 08 September 2023).
17. United Nations (2014). Water governance in the Arab region. United Nations, New York, NY.