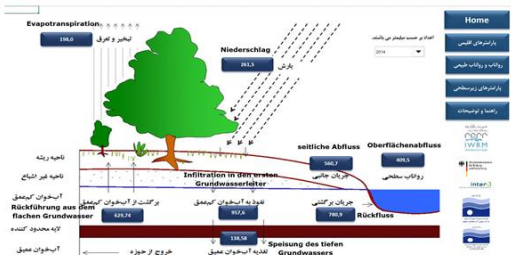


IWRM Zayandeh Rud -Büro



German-Iranian Training Center for Water and Wastewater Management

<p>Training modules</p> <ul style="list-style-type: none"> Sustainable groundwater management (FEFLOW) Sustainable surface water management (WMT/ MIKE BASIN) Operation & Maintenance of WWTP (Basic Training for daily operation) Optimizing WWTP operation (regarding resource efficiency) Water consumption management Decentralized Wastewater treatment Rehabilitation of wastewater networks 	<p>Pilot projects</p> <ul style="list-style-type: none"> Efficient WWTP operation Energy saving WWTP Canal rehabilitation Innovative irrigation technologies using purified wastewater Water consumption management 	<p>Showroom</p> <ul style="list-style-type: none"> Presentation of new technologies Training German-Iranian Workshops Site visits and Training in Germany for Iranian delegations
--	---	--



Schlussbericht

Integriertes Wasserressourcen-Management (IWRM) Zayandeh Rud

Implementierungsphase

Sachbericht zum Verwendungsnachweis

Verbundprojekt

Integriertes Wasserressourcenmanagement im Einzugsgebiet des Zayandeh Rud, Iran – Implementierungsphase

IWRM-Zayandeh Rud

in der Fördermaßnahme

Integriertes Wasserressourcen-Management einschließlich des notwendigen Technologie- und Know-how-Transfers

Autor(en)

inter 3 GmbH Institut für Ressourcenmanagement, Otto-Suhr-Allee 59, 10585 Berlin

Dr. Shahrooz Mohajeri, mohajeri@inter3.de

Dr. Ali A. Besalatpour, besalatpour@inter3.de

Tamara Nuñez von Voigt

Projektlaufzeit: 01.08.2019 – 31.07.2024

Erstellungsdatum: 11.11.2024

Projektpartner

inter 3 GmbH - Institut für Ressourcenmanagement	02WM1532A	inter 3
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.	02WM1532B	DWA
Technische Universität Berlin	02WM1532C	TU Berlin

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wurde durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Inhalt

I. Teil I Kurzfassung	4
I.1 Aufgabenstellung	4
I.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand zu Beginn des Vorhabens	6
I.3 Wesentliche Ergebnisse im Überblick	8
II. Teil II Eingehende Darstellung	13
II.1 Motivation und Aufgabenstellung	13
II.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand zu Beginn des Vorhabens	17
II.2.1 Modul A Organisationsentwicklung.....	17
II.2.2 Modul B Capacity Development	18
II.2.3 Modul C Decision Support System (DSS)	20
II.2.4 Modul D Implementierung Industrie	22
II.2.5 Modul E Projektmanagement und Public Relation.....	22
II.3 Planung und Ablauf des Vorhabens	24
II.3.1 Modul A Organisationsentwicklung.....	27
II.3.2 Modul B Capacity Development	30
II.3.3 Modul C Decision Support System (DSS)	33
II.3.4 Modul D Implementierung Industrie	41
II.3.5 Modul E Projektmanagement und Public Relation.....	42
II.4 Erzielte Ergebnisse	44
II.4.1 Modul A Organisationsentwicklung.....	44
II.4.2 Modul B Capacity Development	45
II.4.3 Modul C Decision Support System (DSS)	53
II.4.4 Modul D Implementierung Industrie	82
II.4.5 Modul E Projektmanagement und Public Relation.....	82
II.5 Darstellung des während des Vorhabens bekannt gewordenen Fortschritts auf diesem Gebiet bei anderen Stellen	86
II.6 Zusammenarbeit mit anderen Stellen außerhalb des Verbundprojektes	87
II.7 Veröffentlichungen, Vorträge Referate, etc.	87

I. Teil I Kurzfassung

I.1 Aufgabenstellung

Seit 2010 arbeitet das BMBF-geförderte Vorhaben "IWRM Zayandeh Rud"¹ als gemeinschaftliches Projekt von deutschen und iranischen Institutionen, Wissenschaftseinrichtungen, Organisationen und Unternehmen an der Entwicklung notwendiger Strukturen und Instrumenten für ein nachhaltiges Wasserressourcen-Management im Einzugsgebiet vom Zayandeh Rud Fluss.

Hier geht es um die Aufgabenstellung der letzten Projektphase, die im Jahr 2019 begonnen und im Jahr 2024 beendet wurde. Die Aufgabenstellung des Projekts umfasste verschiedene Maßnahmen, die auf eine nachhaltige Bewirtschaftung der Wasserressourcen im Einzugsgebiet Zayandeh Rud und darüber hinaus abzielen. Nach der erfolgreichen zweiten Projektphase, deren Ergebnisse im Rahmen einer Abschlusskonferenz am 9. und 10. Dezember 2018 in Isfahan präsentiert wurden, stellte sich die Notwendigkeit heraus, die erarbeiteten Ansätze und Instrumente weiter zu operationalisieren und in der Region zu verankern. Die Konferenz, an der rund 150 Teilnehmer aus unterschiedlichen wasserwirtschaftlichen und politischen Bereichen teilnahmen, zeigte nicht nur das große Interesse an den bisherigen Projektergebnissen, sondern verdeutlichte auch den Wunsch der Teilnehmenden, die gewonnenen Erkenntnisse in den langfristigen Planungen zu verankern und weiter auszubauen. In anschließenden Gesprächen, insbesondere in Teheran, wurde betont, dass für eine dauerhafte Nutzung der Projektergebnisse zusätzliche gemeinsame Initiativen notwendig sind, um die langfristige Implementierung der entwickelten Lösungen sicherzustellen.

Die Nachsorgephase des Projekts verfolgt daher drei übergeordnete Ziele: Erstens soll die Implementierung und vollständige Operationalisierung der entwickelten Instrumente abgeschlossen werden, um diese erfolgreich in den regionalen Managementstrukturen zu etablieren. Dazu gehört, die Modelle und Werkzeuge, die in den vorangegangenen Phasen entwickelt wurden, so zu optimieren und anzupassen, dass sie als langfristige Planungshilfen eingesetzt werden können.

Zweitens soll eine geeignete Struktur in Form der Flussgebietsorganisation Zayandeh Rud (River Basin Organisation, RBO) entwickelt und implementiert werden, um den IWRM-Prozess auch über die Laufzeit des Projekts hinaus nachhaltig zu fördern und weiterzuentwickeln. Die RBO Zayandeh Rud soll dabei mithilfe der erarbeiteten Modelle und Werkzeuge zu einem zentralen Impulsgeber für die Umsetzung von Maßnahmen im Einzugsgebiet für die iranischen Energie- und Landwirtschaftsministerium werden.

Drittens soll das Deutsch-Iranische Trainingszentrum für Wasser- und Abwassermanagement (GITC) am Bildungsmarkt etabliert werden, um die für eine nachhaltige Wasserwirtschaft nötigen

¹ Zum Einzugsgebiet und bisherigen Tätigkeiten des Forschungsteams vergleiche: Schlussbericht inter 3 GmbH IWRM Zayandeh Rud – Iran (2015-2019), FKZ 02WM1353A, IWRM Isfahan – Iran (2010-2014), FKZ 02WM 1177 und IWRM in Isfahan Sondierungsstudie Zayandeh Rud Einzugsgebiet (2004-2005) im Ideenwettbewerb „Integriertes Wasserressourcen-Management (IWMR), IWM 04/55

Kompetenzen sektorenübergreifend zu stärken und durch Capacity Development langfristig zu sichern.

Um diese Ziele zu erreichen, wurde die Aufgabenstellung in fünf Module gegliedert, die in enger Verzahnung miteinander umgesetzt werden. Diese Module umfassen spezifische Tätigkeiten und Maßnahmen, die im Folgenden kurz beschrieben werden:

Modul A: Organisationsentwicklung Die Aufgabe dieses Arbeitspakets besteht darin, die RBO Zayandeh Rud durch die Einrichtung von Expertengruppen zu stärken, um die Grundlagen für einen nachhaltigen Bewirtschaftungsplan zu schaffen. Diese Gruppen sollen der RBO als beratende Organe dienen, indem sie spezifische Themen wie Datenmanagement, Grundwassermanagement und Modellierung behandeln und so das Wassermanagement im Einzugsgebiet verbessern. In interaktiven Workshops mit relevanten Akteuren werden zunächst die Inhalte des Bewirtschaftungsplans entwickelt und in einem strukturierten Prozess von inter 3 moderiert. Ziel ist es, dauerhaft eine fundierte, kooperative und praxisorientierte Entscheidungsgrundlage für die RBO zu etablieren.

Modul B: Capacity Development Das Arbeitspaket konzentriert sich auf die Schaffung praxisnaher, interdisziplinärer Fortbildungsangebote im iranischen Wassersektor, insbesondere zur Unterstützung eines integrierten Wasserressourcenmanagements (IWRM). Durch das Deutsch-Iranische Trainingszentrum (GITC) sollen Know-how und innovative Technologien aus Deutschland transferiert und lokale Trainer ausgebildet werden. Hauptziel ist die Entwicklung und Etablierung hochwertiger Trainingsmodule, die den Bedarf iranischer Unternehmen und Behörden decken, sowie die Förderung des deutsch-iranischen Wissens- und Technologietransfers. Das Modul wurde zentral von der DWA bearbeitet und berichtet (FKZ 02WM1532B).

Modul C: Decision Support System (DSS) DSS dient als zentrales Werkzeug zur Entscheidungsunterstützung für ein nachhaltiges Management des Zayandeh-Rud-Einzugsgebiets. Es kombiniert die Modelle SWAT, FEFLOW und MHB sowie das Datenmanagementsystem WISKI, um Wasserbewirtschaftungsszenarien und die Einflüsse von Wasserverbrauch in verschiedenen Sektoren zu analysieren. Trotz der erfolgreichen Demonstration und Akzeptanz bei Entscheidungsträgern wurde das DSS aufgrund technischer Verzögerungen in der zweiten Projektphase noch nicht vollständig implementiert. Die Weiterentwicklung und Koppelung der Modelle, die Aktualisierung der Eingabedaten sowie der Systemwechsel auf das WISKI-Softwareprodukt erfordern zusätzlichen Aufwand, die im Fokus dieser Projektphase stehen.

Modul D: Implementierung Industrie Das Modul konzentriert sich darauf, die Industrie in ein übergreifendes Wassermanagement einzubinden, u. a. durch Effizienzsteigerung oder Wasserwiederverwendung. Vorgeschlagene Maßnahmen umfassen Recycling im Produktionsprozess und den gezielten Einsatz von Membran- und Umkehrososetechniken. Die TU Berlin leitet die Umsetzung in einem iranischen Stahlwerk und entwickelt Schulungsprogramme für nachhaltige Technologien. Das Modul wurde von der TU Berlin bearbeitet und berichtet (FKZ 02WM1532C).

Modul E: Projektmanagement und Public Relations Dieses Modul sichert die reibungslose Zusammenarbeit aller Partner und Module und fördert den Wissensaustausch auf nationaler Ebene im Iran. Es umfasst die Organisation von Treffen, Delegationsreisen und den Transfer von Erfahrungen und Technologien. Die Projektergebnisse sollen über Publikationen, Konferenzen und eine Projektwebsite bekannt gemacht werden und in einer Abschlusskonferenz Interessierten präsentiert werden.

Diese Module bilden die Grundlage für die erfolgreiche und nachhaltige Implementierung der Projektziele und tragen dazu bei, eine langfristige und effiziente Bewirtschaftung der Wasserressourcen sicherzustellen.

I.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand zu Beginn des Vorhabens

In der ersten Phase des Projekts lag der Schwerpunkt auf der Erstellung eines fundierten Wissensfundaments, um das Einzugsgebiet Zayandeh Rud in seinen vielfältigen Aspekten besser zu verstehen. Ziel dieser Phase war es, durch intensive Recherche, Analyse und Strukturierung von Informationen eine solide Grundlage für die weiteren Projektphasen zu schaffen. Dazu zählte die umfassende Erkundung des Einzugsgebiets, einschließlich der Analyse seiner wichtigsten wasserwirtschaftlichen Akteure, wie lokale Institutionen, Behörden und Organisationen, die in diesem Bereich aktiv sind. Die Erfassung und Bewertung der wasserwirtschaftlichen Strukturen und Verantwortlichkeiten half, ein klares Bild von den Herausforderungen und Bedürfnissen der Region zu gewinnen. Parallel dazu wurde ein geeignetes Konzept für das Integrierte Wasserressourcen-Management (IWRM) entwickelt und angepasst, dass die besonderen Bedingungen und Anforderungen des Zayandeh-Rud-Einzugsgebiets berücksichtigt. Die Datenerhebung und die Definition notwendiger Instrumente waren weitere zentrale Elemente dieser ersten Projektphase, um eine datengestützte Grundlage für Entscheidungen und Maßnahmen zu schaffen.

Mit Abschluss dieser vorbereitenden Arbeiten im Frühjahr 2015 wurde die zweite Phase des Projekts eingeleitet, die sich auf die Entwicklung und Weiterentwicklung der IWRM-Instrumente sowie deren Anwendung im Rahmen eines Pilotprojekts konzentrierte. Diese Instrumente wurden entwickelt, um eine nachhaltige und effiziente Bewirtschaftung der Wasserressourcen im Einzugsgebiet zu fördern und die Bedürfnisse der unterschiedlichen Nutzergruppen, wie Landwirtschaft, Industrie und Siedlungswasserwirtschaft, zu berücksichtigen. Zu den wesentlichen Ergebnissen dieser zweiten Phase gehörten umfassende Daten und Berichte zur Wassernutzung in verschiedenen Sektoren, die Grundlage der 3. Projektphase bilden. Diese Ergebnisse, darunter detaillierte Wasserressourcenbilanzen, boten wertvolle Einblicke in die gegenwärtige Nutzung und Verteilung der Wasserressourcen und dienten als Basis für die Szenarientwicklung.

Ein bedeutender Teil der Arbeit in der zweiten Phase bestand darin, die gesammelten Daten und Analysen in spezifischen Modellen zu integrieren. Die Modelle SWAT, FEFLOW, MHB, SIMBA und AGROHYD wurden dabei genutzt, um die komplexen Zusammenhänge und Wechselwirkungen im Einzugsgebiet abzubilden. Jedes dieser Modelle hat unterschiedliche Schwerpunkte: Während SWAT

beispielsweise für die Modellierung der Wasserflüsse in Einzugsgebieten entwickelt wurde, konzentriert sich FEFLOW auf die Simulation von Grundwasserströmungen, MHB auf hydrologische Prozesse und SIMBA sowie AGROHYD auf landwirtschaftliche Wasserbedarfsanalysen. Die Modelle erlaubten es, zukünftige Szenarien zu entwickeln und die Auswirkungen potenzieller Veränderungen im Einzugsgebiet zu simulieren. Diese Szenarien halfen den Entscheidungsträgern, eine fundierte Vorstellung davon zu gewinnen, wie sich klimatische und infrastrukturelle Veränderungen auf das Wasserressourcenmanagement in der Region auswirken könnten.

Ein weiterer Meilenstein war die Zusammenführung der Modelle SWAT, FEFLOW und MHB zu einem integrierten Water Management Tool (WMT), das eine ganzheitliche Betrachtung und Bearbeitung der Herausforderungen im Wasserressourcenmanagement ermöglichte-. Dieses Tool wurde an eine eigens eingerichtete iranische WMT-Arbeitsgruppe übergeben, die für die fortlaufende Pflege und Anwendung des WMT im Einzugsgebiet zuständig ist. Die Übergabe des WMT markierte einen wichtigen Schritt zur Stärkung der regionalen wasserwirtschaftlichen Kompetenzen und trug zur Kapazitätsbildung bei den iranischen Partnern bei. Die Weiterentwicklung, Implementierung und Verbreitung des WMT im Zayandeh-Rud-Einzugsgebiet und darüber hinaus sind daher zentrale Aufgaben der dritten und abschließenden Projektphase, über die in diesem Bericht ausführlich berichtet wird. Ziel ist es, das WMT langfristig als festes Planungsinstrument zu etablieren, das eine effiziente und nachhaltige Bewirtschaftung der Wasserressourcen im Einzugsgebiet unterstützt.

Im Rahmen der 3. Phase wurde die WMT-Arbeitsgruppe zudem zum Kernbestandteil der neu gegründeten Flussgebietsorganisation Zayandeh Rud (River Basin Organisation, RBO) weiterentwickelt. Diese Organisation spielt eine entscheidende Rolle bei der koordinierten Bewirtschaftung der Wasserressourcen und der Einbindung aller relevanten Akteure im Einzugsgebiet. Bereits gegen Ende der zweiten Projektphase wurden hierfür strukturierte Empfehlungen für den Aufbau der RBO entwickelt, die in der dritten Phase in die Umsetzung gelangten. Die RBO bildet heute die zentrale Institution für das Wasserressourcenmanagement im Zayandeh-Rud-Einzugsgebiet und ist für die langfristige Sicherung der Wasserverfügbarkeit und -qualität verantwortlich.

Zusätzlich zur Einrichtung des WMT und der RBO wurden im Verlauf der Projektarbeit in der 2. Phase weitere umfassende Empfehlungen für eine nachhaltige Entwicklung des Einzugsgebiets ausgearbeitet. Zu Beginn der Implementierungsphase (3. Projektphase) lagen bereits detaillierte Vorschläge zur Weiterentwicklung des wasserwirtschaftlichen Bildungssektors vor, der ein wichtiges Element für die langfristige Sicherung der wasserwirtschaftlichen Kompetenzen darstellt. Weitere Empfehlungen zielten auf die Optimierung der Kläranlagen ab, um die Effizienz und Reinigungsleistung dieser Anlagen zu verbessern. Die Reduzierung des Wasserverbrauchs war ebenfalls ein zentrales Anliegen, sowohl im landwirtschaftlichen als auch im industriellen Sektor. Hierbei wurden Maßnahmen entwickelt, die die Transformation der Landwirtschaft hin zu weniger wasserintensiven Anbaumethoden fördern und den Wasserverbrauch in der Industrie durch effizientere Prozesse und das Wassermanagement optimieren sollen.

Durch die enge Zusammenarbeit aller beteiligten Partner und die Entwicklung umfassender Maßnahmen und Werkzeuge für das Wasserressourcenmanagement hat das Projekt entscheidende Schritte zur Verbesserung der Wasserbewirtschaftung im Zayandeh-Rud-Einzugsgebiet geleistet. Die erzielten Fortschritte und die entwickelten Strukturen und Instrumente bilden eine solide Grundlage für die letzte Projektphase, in der die entwickelten Tools in geeigneten Strukturen im wasserwirtschaftlichen Entscheidungsprozess im Einzugsgebiet aktiv benutzt werden.

I.3 Wesentliche Ergebnisse im Überblick

Modul A: Organisationsentwicklung In diesem Modul wurden zwei zentrale Ergebnisse zur Unterstützung der Wasserbewirtschaftung im Einzugsgebiet Zayandeh Rud erzielt:

1. Entwicklung des Bewirtschaftungsplans für das Zayandeh-Rud-Einzugsgebiet:

Im Projektverlauf wurde ein Bewirtschaftungsplan für das Zayandeh Rud erstellt – der erste seiner Art im Iran. Fünf Musterkapitel wurden gemeinsam mit iranischen Kolleg:innen ausgearbeitet. Durch begleitende Schulungen und die Bereitstellung notwendiger Infrastruktur sind die Beteiligten nun in der Lage, die verbleibenden Kapitel eigenständig zu erstellen und den Ansatz auch auf andere Einzugsgebiete zu übertragen.

2. Neuorganisation des integrierten Wasserressourcenmanagements (IWRM):

Die Struktur des IWRM wurde grundlegend überarbeitet, was in drei wesentlichen Teilergebnissen mündete:

- Die Struktur und spezifischen Aufgaben des IWRM wurden sowohl auf nationaler Ebene als auch speziell für das Zayandeh-Rud-Gebiet definiert.
- Das erste IWRM-Büro im Iran wurde eingerichtet, das aus drei Einheiten besteht: (I) Wasserbewirtschaftungsinstrumente, (II) Koordinierung und Beteiligung der Akteure, und (III) Datenmanagement und Analyse. Durch enge Zusammenarbeit mit iranischen Partner:innen wurden klare Rollen und Verantwortlichkeiten innerhalb des Büros festgelegt.
- Eine Vernetzung des IWRM-Büros mit relevanten Stakeholdern, wie Landwirten, zivilgesellschaftlichen Gruppen und politischen Akteuren, wurde aufgebaut und intensiviert.

Insgesamt sind die iranischen Kolleg:innen durch die neu geschaffene organisatorische Struktur und den Bewirtschaftungsplan bestens auf künftige wasserwirtschaftliche Herausforderungen vorbereitet.

Modul B: Capacity Development Die Implementierungsphase des Projekts im Bereich Capacity Development im Iran war von zahlreichen Herausforderungen geprägt. Politische und epidemiologische Entwicklungen führten dazu, dass die Aktivitäten über weite Teile der Projektlaufzeit weitgehend zum Erliegen kamen, wodurch nur geringe Fortschritte erzielt wurden. Dennoch konnten in den ersten Jahren einige Erfolge verzeichnet werden, insbesondere durch Trainingsmaßnahmen und die Einbindung einheimischer Trainer. Der Fokus lag auf der Stärkung von Managementkapazitäten und der Förderung eigenständiger Trainingsansätze. Ab März 2020 führte die COVID-19-Pandemie zu einer weitgehenden Projektsperre, wobei digitale und kollaborative Anpassungsmaßnahmen diskutiert wurden. Trotz der Einschränkungen blieb der Dialog mit den iranischen Partnern bestehen, und die strategische Türöffnerrolle für deutsche Akteure wurde

aufrechterhalten. Die Ergebnisse und Herausforderungen dieser Phase werden im Folgenden detailliert dargestellt. Hier eine kurze Zusammenfassung der einzelnen Teilprojekte:

B-1: Betriebsbefähigung GITC: Das Teilarbeitspaket lag in der Verantwortung des Teilprojektes der DWA. Inhaltliche Aussagen zu den Ergebnissen dieses Arbeitspaketes finden sich daher im Endbericht der DWA (FKZ 02WM1532B). Die wesentlichen Ergebnisse des Teilarbeitspakets zeigen, dass trotz eines vielversprechenden Starts im Jahr 2020, insbesondere durch zwei erfolgreich durchgeführte Trainings (technisches Training und Training of Trainers), die angestrebte Betriebsfähigkeit des GITC nicht nachhaltig erreicht werden konnte. Die vorbereiteten einheimischen Trainer des GITC zeigten eine exzellente Performance und wurden methodisch sowie fachlich als einsatzfähig bewertet. Zudem wurde durch das GITC-Management eine Reduzierung auf etwa 20 Potenzialträger durchgeführt, die substantielles Ownership demonstrierte. Aufgrund der COVID-19-Pandemie und politischen Entwicklungen konnte jedoch die dauerhafte Platzierung technischer Kursangebote am Markt sowie der Aufbau eines organisierten Trainerpools nicht realisiert werden.

B-2: Auswahl und Erprobung digitaler Technologien: Durch den pandemiebedingten Fokus auf Digitalisierung wurden Open-Source-Lösungen wie das Lernmanagementsystem MOODLE implementiert, ergänzt durch Nextcloud, OnlyOffice und Jitsi für cloudbasiertes Arbeiten.

Diese wurden in einem neu entwickelten „Digitale LERNHAUS“ zusammengefasst, um orts- und zeitunabhängige Schulungen und unterstützte selbstlernorientierte Formate zu ermöglichen. Verschiedene digitale Lernmethoden wie interaktive H5P-Inhalte und „Flipped Classroom“-Konzepte wurden erfolgreich getestet und eingesetzt. Das „Digitale LERNHAUS“ trug dazu bei, Peer-to-Peer-Kommunikation und Wissenstransfer zwischen deutschen und iranischen Trainer:innen zu ermöglichen und digitale Weiterbildung zu optimieren.

B-3: Weiterentwicklung des Bildungsangebots: Das Teilarbeitspaket lag in der Verantwortung des Teilprojektes der DWA. Inhaltliche Aussagen zu den Ergebnissen dieses Arbeitspaketes finden sich daher im Endbericht der DWA (FKZ 02WM1532B). Die wesentlichen Ergebnisse des Teilarbeitspakets umfassen die punktuelle Unterstützung bei der Standardisierung von Modulen anderer Akteure sowie die Durchführung eines digitalen Bildungsmoduls durch die TU Berlin im Mai 2021 zum Thema Membranverfahren, unterstützt von inter 3. Aufgrund der ungeklärten Situation des GITC wurde auf die Einführung weiterer Bildungsmodule vorerst verzichtet. Diese Maßnahmen dienen der Entwicklung und Erprobung von Ansätzen für ein nachhaltiges Bildungsangebot, konnten jedoch aufgrund der Rahmenbedingungen nicht umfassend umgesetzt werden.

B-4: Erschließung neuer Tätigkeitsfelder: Eine geplante Kläranlagennachbarschaft wurde wegen der im Iran veränderten Struktur der Wasserwirtschaft vorerst nicht weiterverfolgt.

Der erste nationale Berufswettbewerb im Bereich „Water Technology“ wurde 2019/2020 erfolgreich durchgeführt. Optimierungsvorschläge für künftige Wettbewerbe wurden erarbeitet, aber aufgrund struktureller Verzögerungen nicht mehr implementiert.

Ein geplantes Betreiberprojekt in Zusammenarbeit mit Hamburg Wasser wurde pandemiebedingt auf einen Fragebogen zur Kanalzustandserfassung reduziert. Die Ergebnisse sollen als Grundlage für eine nationale Kanalzustandsbefragung dienen.

Modul C: Decision Support System (DSS) Das DSS basiert auf vier unabhängigen Modellen, darunter ein Modell für den Klimawandel, ein Oberflächenwassermodell (SWAT), ein Grundwassermodell (FEFLOW) und das MHB-Modell. Außerdem wurde die für das Einzugsgebiet des Zayandeh Rud erstellte Datenbank in der Software WISKI implementiert. Das Grundwassermodell wurde im Auftrag der TU Berlin von der Firma AQUASOIL erfolgreich entwickelt.

Das MHB-Modell war bereits in der zweiten Projektphase weitgehend entwickelt. Um das Modell praktisch nutzen zu können, wurde in einem Schritt das Modell in Zusammenarbeit mit der iranischen MHB-Arbeitsgruppe mit aktuellen Daten auf den neusten Stand gebracht.

Das SWAT Modell wurde in der Projektphase mit neuen verfügbaren wasserwirtschaftlichen Daten aus dem Einzugsgebiet so aktualisiert und erweitert, dass das Modell die wichtigsten wasserwirtschaftlichen Bilanzparameter ermitteln und zur Verfügung stellen kann. Außerdem wurde die Simulationszeitraum von Klimaparametern und natürlichen Abflüssen auf kurze Zeiträume beispielsweise täglich für ein bevorstehendes Bewässerungsjahr reduziert. Schließlich wurde zur effektiven Darstellung der Modellergebnisse und zu einem besseren Verständnis der Daten ein Management-Dashboard entwickelt, um die Simulationsergebnisse klar und verständlich für die Managementebene zu präsentieren.

Nach der Fertigstellung der Zayandeh-Rud Datenbank und Strukturierung der Daten in der Software WISKI wurden durch das Unternehmen KISTERS die o.g. Modelle zu einem wasserwirtschaftlichen Modellierungstool (WMT) verbunden. Gleichzeitig erhielten die iranischen Kollegen Schulungen zur Nutzung von WMT als Entscheidungsunterstützungssystem (DSS) sowie dessen Weiterentwicklung.

Für eine nutzerfreundliche Bereitstellung der Modellergebnisse für das Management oder für interessierten Gruppen wurde ein Online Management-Dashboard entwickelt, die die Ergebnisse der Management-Szenarien und Wasserzuteilungsstrategien in einer attraktiven Form darstellen lässt. Das Dashboard steht auf die IWRM-Zayandeh Rud Website den Nutzergruppen mit verschiedenen Zugangsebenen zur Verfügung, um die Ergebnisse des Tools in einer klaren und kohärenten Weise zu finden. Die Bereitstellung und Nutzung dieses Management-Dashboards ermöglichte dem Projektteam und insbesondere der RBO Zayandeh Rud, die Ergebnisse verschiedener Management-Szenarien und -entscheidungen effektiver mit den Einzugsgebietsinteressierten zu teilen und deren Feedback zu sammeln. Darüber hinaus wird es eine visuell ansprechende Darstellung der Leistungsfähigkeit des WMT und letztendlich der Erfolge des gesamten Projekts ermöglichen.

Modul D: Implementierung Industrie Das Modul lag in der Verantwortung der TU Berlin. Detaillierte Aussagen zu Ergebnissen finden sich im Endbericht der TU Berlin (FKZ 02WM1532C). Wesentliche Ergebnisse des Moduls sind:

Produktionsintegrierte Modellierung: Die Modellierung der Wasserströme im Stahlwerk der Esfahan Steel Company (ESCO) identifizierte Optimierungspotenziale, wie die Kreislaufschließung durch Membranverfahren, die Aufbereitung von Kühlturmabschlammwässern und die Standzeitverlängerung von Aktivbädern. Die statische Modellierung erwies sich als praxisnäher, da sie einfacher zu handhaben und für das technische Management zugänglicher war. Diese Ansätze legten die Grundlage für wassersparende Technologien und ein effizientes Recycling.

Entwicklung und Implementierung von Lehrmodulen: Es wurden vier digitale Lehrmodule zum integrierten Wasserressourcenmanagement entwickelt, angepasst an lokale Bedürfnisse. Aufgrund von Exportbeschränkungen wurde eine ursprünglich geplante Membranversuchsanlage durch die Digitalisierung von Testständen an der TU Berlin ersetzt, die nun für Ausbildungszwecke genutzt werden.

Inbetriebnahme großtechnischer Anlagen: Eine großtechnische Abwasseraufbereitungsanlage mit 850 m³/h Kapazität ermöglicht ESCO, den Frischwasserverbrauch deutlich zu senken und bis 2046 auf alternative Wasserquellen umzustellen. Moderne Technologien wie Membranbioreaktoren, Umkehrosmose und Ozonierung entfernen effektiv toxische Substanzen wie Cyanide und Phenole. Die Abwässer werden gemäß höchsten Qualitätsanforderungen aufbereitet.

Wissenschaftliche Erkenntnisse: Untersuchungen mit realen Abwasserproben bestätigten die hohe Effizienz der Membranbioreaktoren, die toxische Stoffe zu über 99 % entfernen. Die Nutzung von Verdunstungsbecken als Salzsinken trägt zur Ressourcenschonung bei. Diese Ergebnisse setzen neue Maßstäbe für nachhaltiges Wassermanagement in der Stahlindustrie.

Modul E: Projektmanagement und Public Relations: Die Ergebnisse der deutsch-iranischen Kooperation im Wassermanagement des Zayandeh Rud-Einzugsgebiets zeichnen ein Bild erheblicher Fortschritte. Die enge Abstimmung zwischen den Projektpartnern, trotz der Umstrukturierung des iranischen Wassersektors 2021, war entscheidend, um die Projektziele erfolgreich unter neuen administrativen Bedingungen fortzuführen.

Ein zentraler Impuls für die Neuausrichtung war das Treffen in Isfahan am 8. Januar 2022, bei dem die Projektleitung und regionale Vertreter eine Strategie zur langfristigen Implementierung der Projektergebnisse entwickelten. Zu den Ergebnissen gehörte die Beauftragung des Beratungsunternehmens Abgostaran Mihan, das eine Expertengruppe zur Überwachung der Bewirtschaftungsmaßnahmen einrichtete. In der Wasserbehörde von Isfahan wurde zudem eine Arbeitsgruppe gegründet, um die nachhaltige Anwendung des entwickelten Water Management Tools (WMT) zu gewährleisten.

Im Juni 2022 wurden von der WMT Arbeitsgruppe gemeinsam mit den deutschen Experten eine Roadmap und drei Bewirtschaftungsszenarien entwickelt, die anschließend der Iran Water Resources Management Company (IWRMC) präsentiert und gemeinsam ausführlich diskutiert wurden. Diese Szenarien und ihre Ergebnisse, die im November 2022 an das Energieministerium übergeben wurden, stellten einen Meilenstein in der Wasserbewirtschaftung in Zayandeh Rud dar.

Ein zentrales Ziel des Projekts war der Wissenstransfer. Im Frühjahr 2023 wurden dafür in enger Zusammenarbeit Online-Seminare und eine Hybridkonferenz organisiert, um Methoden und Erkenntnisse an weitere Einzugsgebiete im Iran weiterzugeben. Technische Probleme führten jedoch dazu, dass einige Veranstaltungen in Präsenz stattfinden mussten.

Ein weiterer Höhepunkt war die Eröffnung des IWRM-Büros für das Zayandeh Rud-Einzugsgebiet in Isfahan am 7. November 2023. Diese Institution sichert die Verankerung und Weiterentwicklung der im Projekt geschaffenen Strukturen und Technologien. Die feierliche Eröffnung fand parallel zu einem Projekttreffen in Berlin statt und wurde in einer Live-Schaltung begleitet.

Zum Abschluss wurde im Juni 2024 gemeinsam mit Gästen von der Isfahaner Wasserbehörde eine Konferenz in Berlin ausgerichtet, auf der die Ergebnisse von 15 Jahren Zusammenarbeit vorgestellt wurden. Um die langfristige Verfügbarkeit und Nutzung der Projektergebnisse zu sichern, wurde eine neue iranische Website mit Management-Dashboards eingerichtet. Diese Plattform ermöglicht es, die Projektergebnisse dauerhaft zugänglich zu machen, Szenarien nachzuvollziehen und neue Planungen anzustoßen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass im Rahmen des IWRM-Projekts Zayandeh Rud die wesentlichen Elemente eines integrierten Wasserressourcenmanagements (IWRM) für das Zayandeh Rud-Einzugsgebiet entwickelt und erfolgreich in die regionalen wasserwirtschaftlichen Entscheidungsprozesse integriert wurden. Die Projektergebnisse haben nicht nur die Grundlage für eine nachhaltige Wasserbewirtschaftung in der Region geschaffen, sondern fungieren heute als Vorbild und Leuchtturm für andere Einzugsgebiete im Iran.

Die erfolgreiche Implementierung dieses IWRM-Ansatzes zeigt eindrücklich, wie durch enge Kooperation, abgestimmte Strategie und gezielte Anpassungen an lokale Gegebenheiten die komplexen Herausforderungen des Wasserressourcenmanagements gemeistert werden können.

II. Teil II Eingehende Darstellung

II.1 Motivation und Aufgabenstellung

In vielen Region Irans herrschen bereits heute allgemeine Wasserknappheit, die aus einer Kombination von fehlerhafter Ressourcenpolitik, Übernutzung durch den Menschen und Klimawandel resultiert.

Trotz zahlreicher offizieller Bekundungen zum integrierten Wasserressourcen-Managements (IWRM) als Leitbild für die nationale Wasserpolitik fehlt es im Iran weiterhin an der erforderlichen Erfahrung, effektiven Institutionen sowie sektor-spezifischen oder gar sektor-übergreifenden Strategien für dessen Umsetzung.

Seit 2010 arbeitet das BMBF-geförderte Vorhaben "IWRM Zayandeh Rud"² als gemeinschaftliches Projekt von deutschen und iranischen Institutionen, Wissenschaftseinrichtungen, Organisationen und Unternehmen an der Entwicklung notwendiger Strukturen und Instrumenten für ein nachhaltiges Wasserressourcen-Management im Einzugsgebiet vom Zayandeh Rud Fluss.

Die erste Phase des IWRM-Projekts konzentrierte sich hauptsächlich auf die Schaffung der erforderlichen Grundlagen im Einzugsgebiet. Dies umfasste die Erkundung des Einzugsgebiets und seiner wichtigsten wasserwirtschaftlichen Akteure und Institutionen, die Anpassung eines geeigneten IWRM-Konzepts, die Datenerfassung sowie die Definition notwendiger Instrumente.

Nach Abschluss dieser Arbeiten im Frühjahr 2015 konzentrierte sich die zweite Phase auf die (Weiter) Entwicklung der IWRM-Instrumente und ihren pilothaften Einsatz. Als relevanten Ergebnisse der zweiten Projektphase, die zum größten Teil die Grundlage der dritten Projektphase bilden sind zu benennen: Daten und Sachberichte zur Wassernutzung in der Landwirtschaft, Industrie und Siedlungswasserwirtschaft sowie selbst erstellen Wasserressourcenbilanzen. Die Ergebnisse aus den Berichten und Analysen wurden bereits in der zweiten Projektphase in den Modellen SWAT, FEFLOW, MHB, SIMBA und AGROHYD berücksichtigt und anschließend weiterentwickelt. Der Schwerpunkt der Modelle lag zu dieser Zeit auf Entwicklung von Szenarien, um die Auswirkungen von Veränderungen im Einzugsgebiet für die Zukunft darzustellen.

Nach einem Zusammenschluss der Modelle SWAT, FEFLOW, MHB zu WMT wurde diese an die iranische WMT-Arbeitsgruppe, bestehend aus Mitarbeitern der regionalen Wasserbehörden von Isfahan und Chaharmahal va Bakhtiari, übergeben. Die Arbeitsgruppe ist direkt den Leitern der Wasserbehörden unterstellt und nutzt das WMT zur Erstellung von Analysen, wie z.B. den Zufluss zum Damm, den Versorgungsgrad sowie die Wassermenge für die einzelnen Sektoren bzw. für die Definition verschiedener Management- und Planungsszenarien.

² Zum Einzugsgebiet und bisherigen Tätigkeiten des Forschungsteams vergleiche: Schlussbericht inter 3 GmbH IWRM Zayandeh Rud – Iran (2015-2019), FKZ 02WM1353A, IWRM Isfahan – Iran (2010-2014), FKZ 02WM 1177 und IWRM in Isfahan Sondierungsstudie Zayandeh Rud Einzugsgebiet (2004-2005) im Ideenwettbewerb „Integriertes Wasserressourcen-Management (IWMR), IWM 04/55

Darüber hinaus lagen zum Ende der zweiten Projektphase ausgearbeiteten Empfehlungen zum Aufbau einer Flussgebietsorganisation, zur Weiterentwicklung des wasserwirtschaftlichen Bildungssektor, zur Kläranlagenoptimierung und Wasserverbrauchsreduzierung, zur landwirtschaftlichen Transformation sowie Verbrauchsmanagement in der Industrie vor.

In der dritten und letzten Projektphase soll es darum gehen, die Entscheidungsträger und weitere relevante Stakeholder dazu zu befähigen, die wesentlichen gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen aus 10 Jahre Forschung im Bereich des nachhaltigen Wassermanagements zusammenzuführen, in konkrete Bewirtschaftungskonzepte und -maßnahmen zu übersetzen und im Einzugsgebiet Zayandeh Rud zu institutionalisieren.

Zu Beginn der dritten Phase verfügte das Konsortium über ein Konzept eines Entscheidungsunterstützungssystems (Decision Support System, DSS) mit vier Modellen: einem Klimamodell, einem Grundwassermodell (FEFLOW), einem Wasserzuteilungsmodell (MHB) und einem Oberflächenwassermodell (SWAT). Diese Modelle wurden zu einem Water Management Tool (WMT) zusammengefasst und in der dritten Projektphase weiterentwickelt und anschließend den Praxispartnern, insbesondere der Flussgebietsorganisation Zayandeh Rud, übergeben, um sie in der praktischen Anwendung zu nutzen.

Neben der Weiterentwicklung der Modelle lag ein weiteres zentrales Ziel dieser Projektphase im Aufbau und der Implementierung der Flussgebietsorganisation sowie der Entwicklung von Capacity-Development-Maßnahmen. Diese Aufgaben wurden hauptsächlich von inter 3 übernommen. Im Rahmen der Gesamtkoordination des Projekts durch inter 3 wurde auch die Verbreitung des IWRM-Konzepts und der Projektergebnisse über das Einzugsgebiet hinaus koordiniert. In Abb. 1 ist die Struktur des Forschungsprojektes dargestellt, die notwendig war, um die genannten Ziele zu erreichen.

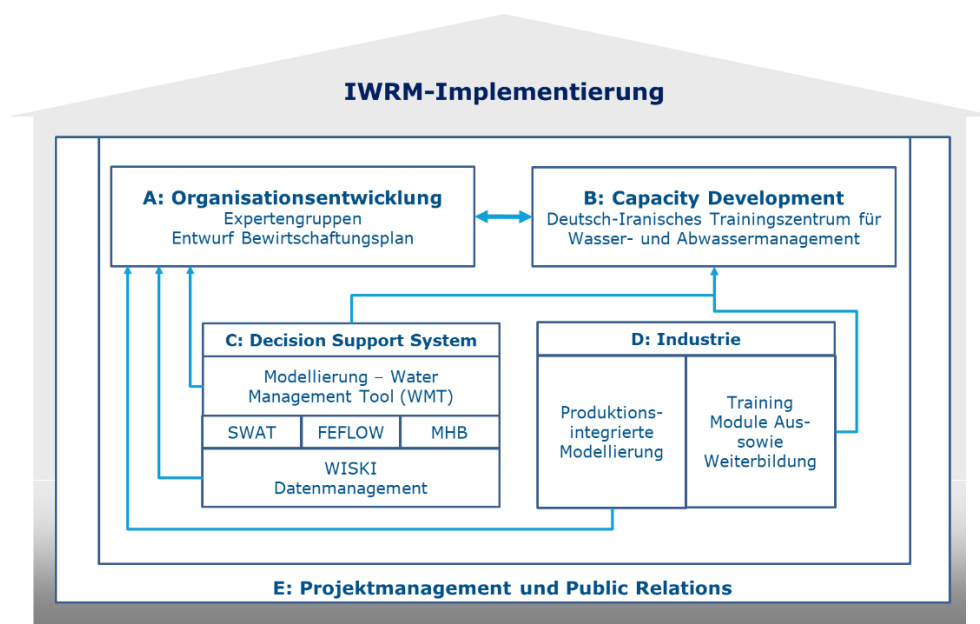


Abb. 1 Projektstruktur dritte Projektphase

Das Vorhaben wurde von einem Konsortium aus wissenschaftlichen Instituten und Praxispartnern (inter 3, DWA, TU Berlin) mit inter 3 als Gesamtprojektkoordinator durchgeführt. inter 3 ist in alle Module involviert. Die Module A Organisationsentwicklung, B Capacity Development, C Decision Support System und E Projektmanagement werden von inter 3 inhaltlich geleitet und bearbeitet. Die DWA war maßgeblich im Modul B involviert. Das Modul D Implementierung Industrie wurde von der TU Berlin, Prof. Dr.-Ing. Sven-Uwe Geißen, Fachgebiet Umweltverfahrenstechnik inhaltlich geleitet und bearbeitet.

Der Kooperationspartner in Iran war die Wasserbehörde Isfahan im Auftrag der „Kommission zum Schutz des Zayandeh Rud“ unter Leitung des Gouverneurs der Provinz Isfahan, in der alle für ein IWRM wichtigen Institutionen vor Ort wie Provinzverwaltung, Planungsbehörde, Umweltbehörde, Landwirtschaftsbehörde, Baubehörde, Industrie- und Bodenschatzbehörde, sowie die Wasser- und Abwasserbetriebe vertreten waren. Die iranischen Projektpartner sind konkret für das Modul A „Organisationsentwicklung“ das Energieministerium und die Iranian Water Resources Management Company (IWRMC), für das Modul B „Capacity Development“ das Bildungsbüro des Energieministeriums sowie die National Water and Wastewater Engineering Company (NWWEC), für das Modul C Decision Support System das IWRMC und die Isfahaner Wasserbehörde (IWRC) und für das Modul D Industrie die Esfahan Steel Company (ESCO) sowie das Energieministerium.

Die Durchführung der dritten Phase des Vorhabens stellte sich aufgrund von besonderer politischer Lage sowie bestehenden Sanktionen sehr herausfordernd dar. Die politische Situation und die damit verbundenen Unsicherheiten beeinträchtigten insbesondere die Umsetzung von Teilvorhaben wie z.B. Capacity Development, da das Interesse von deutschen Unternehmen und Institutionen an Zusammenarbeit mit dem Iran auf einem Tiefpunkt gesunken war.

So begann Anfang September 2019 die USA ihre Sanktionen gegen Iran zu verschärfen und stärkere Strafmaßnahmen für Unternehmen einzuführen, die mit dem Iran zusammenarbeiten. Trotz der zunehmenden Verschärfung des Konfliktes konnte jedoch die Projektleitung auf die jahrelang bewährte Zusammenarbeit aufbauen und die Vorbereitung, Abstimmung und Planung der bilateralen Vor-Ort-Aktivitäten mit den iranischen Partnern weitgehend wie gewohnt durchführen, wenn auch mit leichten Verzögerungen. Die erste Reise der Projektleitung wurde vorbereitet und konnte dann im Oktober 2019 durchgeführt werden.

Mitte November 2019 kam es jedoch im Iran als Reaktion auf Benzinpreiserhöhungen zu landesweiten Protesten mit mehreren hundert Toten. Aus Sicherheitsgründen wurden die in den einzelnen Arbeitspaketen geplanten Reisen von deutschen Projektmitarbeiter*innen in den Iran auf das erste Quartal 2020 verschoben.

Gleichzeitig wurde im Verlauf des Jahres 2021 im Iran ein umfangreicher Prozess zur Reorganisation und Umstrukturierung der nationalen Wasserwirtschaft eingeleitet, der auf der Grundlage von Wassereinzugsgebieten basiert. Dabei begleitete inter 3 diesen Prozess aktiv, indem sie eine Reihe von Gesprächen mit den maßgeblichen Akteuren führte. Im Juni 2021 fand das erste offizielle Treffen

mit der neu ernannten Führung der Flussgebietseinzugsorganisation (River Basin Organisation, RBO) Zayandeh Rud statt, der ebenfalls eine Fortführung der Projektzusammenarbeit in angepasster Form unterstützte.

Zusätzlich zu den bestehenden politischen Spannungen und Sanktionen brachten ab Anfang 2020 die Auswirkungen der COVID-19-Pandemie weitere Herausforderungen für das IWRM Zayandeh Rud Projekt mit sich. Die Reisebeschränkungen und Gesundheitsprotokolle infolge der Pandemie machten es zum größten Teil unmöglich, persönliche Besuche und Vor-Ort-Arbeiten durchzuführen, die für eine umfassende Projektumsetzung entscheidend sind. Dies führte zu Kommunikationshindernissen, Verzögerungen bei der Datenerhebung und Schwierigkeiten bei der direkten Zusammenarbeit mit den beteiligten Partnern vor Ort. Das Projektteam musste daher alternative Wege finden, um den Informationsaustausch aufrechtzuerhalten, virtuelle Meetings abzuhalten und Remote-Methoden zu implementieren. Trotz dieser neuen Hürden blieb das Engagement für die Zielerreichung bestehen, wobei innovative Ansätze zur Bewältigung der neuen Realitäten entwickelt wurden.

II.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand zu Beginn des Vorhabens

II.2.1 Modul A Organisationsentwicklung

Bereits in den vorherigen Phasen des IWRM-Projekts beschloss der Iranische Water Supreme Council 2013 die Einführung von Flussgebietsorganisationen (River Basin Organisation, RBO) und gründete 2014 die erste RBO für das Zayandeh Rud Einzugsgebiet als Pilotprojekt für den Iran. Die RBO Zayandeh Rud verfolgt im Wesentlichen das Ziel, wichtige Entscheidungsträger zusammenzubringen und durch Aushandlungsprozesse eine „gerechte“ oder zumindest akzeptierte Wasserverteilung zu erreichen.

Das übergeordnete Ziel des Moduls A der dritten Phase bestand darin, sich mit dem Ausbau und der strategischen Implementierung der RBO Zayandeh Rud zu befassen. Um dies umzusetzen, waren mehrere planerische und strukturelle Schritte notwendig, auf die wir hier näher eingehen werden.

Die Implementierung der RBO Zayandeh Rud erforderte in erster Linie die Gründung eines IWRM-Büros, das als operative Einheit fungiert. Innerhalb des IWRM-Büros sollten Arbeits- und Expertengruppen gebildet werden, die den erforderlichen fachlichen Input zu den Schwerpunktthemen liefern können. Tatsächlich war es notwendig, die Struktur und die Rollen des IWRM Büros klar zu definieren. Die Themen, die von den Expertengruppen bearbeitet werden, umfassen u.a. Gewässerqualität/-überwachung, Grundwassermanagement, Hoch- und Niedrigwassermanagement, Ökologie/Hydromorphologie und Datenmanagement. Zu den Aufgaben der Arbeitsgruppen gehören nicht nur Datenmanagement und der Aufbau eines Monitoringsystems, sondern auch das Verfassen von Stellungnahmen und die Erstellung eines Bewirtschaftungsplans (River Basin Management Plan, RBMP) für das Einzugsgebiet des Zayandeh Rud.

Die Struktur und Gliederung des Bewirtschaftungsplans des Zayandeh Rud sollte als Vorbild für weitere Bewirtschaftungspläne im Iran dienen. Dabei bestand die Hauptaufgabe darin das IWRM Zayandeh Rud zu unterstützen, mit geeigneten Expertengruppen die erforderlichen Grundlagen für die Ausarbeitung eines Bewirtschaftungsplans zu schaffen, um das Wasserressourcenmanagement koordiniert anzugehen und letztlich IWRM zu implementieren. Dies wurde wie folgt angegangen: Zunächst wird mit wichtigen Entscheidungsträgern eine Gliederung des Bewirtschaftungsplans skizziert. Anschließend sollen exemplarisch Expertengruppen in einem Bottom-up-Prozess aufgebaut werden, die die Kapitel erarbeiten und als etablierter Expertengruppen innerhalb des IWRM Büros agieren. Diese Arbeiten werden von inter 3, einer neutralen Institution, organisiert, moderiert und mit dem erforderlichen fachlichen Input unterstützt. Die Entwicklung des Bewirtschaftungsplans soll durch Experten aus dem Einzugsgebiet und unter Beteiligung relevanter Akteure aus Teheran erfolgen, die in themenbezogenen Arbeitsgruppen sektorübergreifend zusammenarbeiten.

Die wichtigsten geplanten Aktivitäten des Moduls A sind:

- Einrichtung eines IWRM Büros;
- Definition der Struktur und Rollen des IWRM Büros;

- Unterstützung des IWRM Büros bei der Einrichtung der Expertengruppen;
- Erstellung einer Zusammenfassung in den Expertengruppen und Entwicklung der Beispielkapitel für den Bewirtschaftungsplan;
- Befähigung der Expertengruppen zur Entwicklung des Bewirtschaftungsplans auf der Grundlage der Beispielkapitel.

Die iranischen Kolleg:innen werden darüber hinaus gleichzeitig gecoacht, sodass sie später in der Lage sind, nach dem Beispiel der ersten Pilot-AGs weitere Gruppen zu gründen bzw. Kolleg:innen aus anderen Flusseinzugsgebieten zeigen können, wie solche Bewirtschaftungspläne organisiert, erstellt und geschrieben werden.

II.2.2 Modul B Capacity Development

Vor dem Beginn der Implementierungsphase im Jahr 2019 wurden wesentliche Vorarbeiten für das Deutsch-Iranischen Trainingszentrums für Wasser- und Abwassermanagement (GITC) geleistet, um die Grundlage für eine erfolgreiche Umsetzung zu schaffen. Diese Vorarbeiten umfassten sowohl organisatorische als auch inhaltliche Aspekte.

Organisatorische Voraussetzungen: Bereits in der zweiten Projektphase wurden die organisatorischen Voraussetzungen für das Trainingszentrum geschaffen. Dazu gehörten die Auswahl eines geeigneten Standorts, die Bereitstellung der notwendigen Infrastruktur sowie die Ausarbeitung einer Satzung und die Sicherstellung einer Sockelfinanzierung. Ein Vorstand wurde etabliert, um die strategische Leitung des Zentrums zu gewährleisten. Diese Maßnahmen bildeten die Grundlage für die spätere Implementierung und den operativen Betrieb des Trainingszentrums.

Entwicklung von Bildungsmaterialien und Trainerqualifizierung: Parallel zu den organisatorischen Vorbereitungen wurden die ersten Bildungsmodule in Zusammenarbeit mit iranischen Partnern entwickelt und durchgeführt. Im Rahmen dieser Aktivitäten fanden mehrere didaktische und fachliche Training-of-Trainer (ToT) Kurse statt. Das erste didaktische Training ausgewählter Trainer konnte Ende April 2017 durchgeführt werden, gefolgt von weiteren didaktischen und fachlichen Trainings, die der Qualifizierung eines Trainerpools von rund 20 Trainern diente.

In der Implementierungsphase sollte ein geeignetes Geschäftsmodell entwickelt werden, um:

- finanzielle Unabhängigkeit des Trainingszentrums zu sichern.
- Benchmark für die Weiterbildung im iranischen Wassersektor zu sein.
- Deutsch-Iranische Zusammenarbeit nachhaltig zu gestalten.
- Innovationen im iranischen Wasser- und Abwassersektor zu fördern.

Zu diesem Zwecke sollte ein Businessplan für GITC unter Federführung der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) und mit Unterstützung von Inter 3 in Zusammenarbeit

mit dem GITC-Vorstand und der Geschäftsstelle erstellt werden. Das GITC sollte in die Lage versetzt werden, Kursangebote im Bereich Wasserwirtschaft dauerhaft und kostendeckend am iranischen (und möglicherweise regionalen) Trainingsmarkt zu platzieren. Die Kurse sollten durch freiberuflich tätige Trainer, die in einem Trainerpool organisiert sind, durchgeführt werden. Gleichzeitig sollten in Zusammenarbeit mit ausgewählten deutschen Experten/Trainern weitere Bildungsmodule entwickelt werden (Arbeitspaket B-1 Betriebsbefähigung GITC).

Für eine effektive Zusammenarbeit sollte eine digitale Plattform und Online-Kurse entwickelt werden und auf einen virtuellen Showroom erweitert werden. Der Showroom diene als geeigneter Raum für deutsche Technologieunternehmen, um ihre Exponate und Informationsmaterialien auszustellen. Dies ermöglichte es den Unternehmen, ihre Technologien das ganze Jahr über zu präsentieren (Arbeitspaket B-2 Auswahl und Erprobung von digitalen Technologien).

Die bereits in der zweiten Projektphase durchgeführten Trainingskurse zeigten positive Ergebnisse, da mehr als 100 iranischen Teilnehmer sowohl didaktisch als auch fachlich weitergebildet wurden. Diese Erfolge verdeutlichten den Bedarf und das Potenzial des Trainingszentrums. Daher sollten auch weitere Trainingsinhalte mit Unterstützung der DWA am GITC verankert werden. Dazu gehörte die Einführung von weiteren Trainingsmodulen entsprechend modernen Methoden der Erwachsenenbildung im Bereich Abwassertechnik (Arbeitspaket B-3 Weiterentwicklung des Bildungsangebots) und die Entwicklung weiterer innovativer Ansätze (Arbeitspaket B-4 Erschließung weiterer Tätigkeitsfelder).

Dabei ging es zum einen um neue Schulungsformate für weitere Zielgruppen im Iran. Interesse von iranischer Seite wurde u.a. an den bei der DWA bewährten Schulungsformaten „Nachbarschaften“ und „Berufswettbewerb“ geäußert. Nachbarschaften in Deutschland sind freiwillige Zusammenschlüsse von Betreibern wasserwirtschaftlicher Anlagen. Sie sind das populärste Modell der DWA für berufliche Fortbildungen auf Technikerebene (in Deutschland gibt es rund 380 Kläranlagennachbarschaften). Ziel der Nachbarschaften ist die berufliche Weiterbildung, der Erfahrungsaustausch und Vernetzung (Arbeitspakete B-4-1 Kläranlagennachbarschaften und B-4-2 Berufswettbewerb).³

Während „Wettbewerb“ und „Nachbarschaften“ den nationalen Austausch (iranisch-iranisch) fördern, soll zum anderen im Rahmen dieses Arbeitspaketes die Möglichkeiten und das Potential von Betreiberunterstützung durch deutsch-iranische Partnerschaften durch das GITC eruiert werden (Arbeitspaket B-4-3 Betreiberunterstützung).

Anhand einer pilothaften Umsetzung einer Betreiberunterstützung zur Lösung eines spezifischen Problems sollten die Vor- und Nachteile des Modells gegenüber der gängigen Consultant-Lösung analysiert und bewertet werden. Bei Betreiberunterstützung durch einen Betreiber geht es um eine Unterstützung von Kollegen zu Kollegen (Peer-to-Peer) auf gleicher Augenhöhe. Die wenigen

³ Mehr dazu siehe <https://de.dwa.de/de/nachbarschaften.html>

vorhandenen Erfahrungen mit dem Modell weisen darauf hin, dass das Vertrauen in die gemeinsam entwickelten Vorschläge durch die Zusammenarbeit auf gleicher Augenhöhe deutlich größer ist und eine Implementierung wahrscheinlicher macht. Außerdem verfügen die Betreiber im Gegensatz zum Consultant über praktische betriebliche Erfahrung und Standard Operating Procedures, die gemeinwohlorientiert zur Verfügung gestellt werden.

Darüber hinaus sollte das GITC als weitere Einnahmequelle geeignete Delegationsreisen nach Deutschland planen und durchführen, um den Austausch und die Zusammenarbeit zwischen deutschen und iranischen Partnern zu verstetigen.

II.2.3 Modul C Decision Support System (DSS)

Für die erfolgreiche Umsetzung eines IWRM wird die Annahme und effektive Nutzung eines Decision Support System (DSS) als entscheidend angesehen. Das DSS bietet den Entscheidungsträgern die Möglichkeit, datengesteuerte Entscheidungen zur Lösung eines Wasserressourcenmanagementproblems zu treffen. In der Vergangenheit wurden Managemententscheidungen im Zayandeh Rud-Einzugsgebiet hauptsächlich auf der Grundlage früherer Erfahrungen und auf der Grundlage von Expertenmeinungen getroffen, ohne dass digitale Werkzeuge oder Modelle zur Validierung und Unterstützung von Entscheidungen im Einzugsgebiet vorhanden waren. Darüber hinaus wurden Wasserressourcenmanagementdaten und -informationen im Einzugsgebiet von verschiedenen Abteilungen separat und nicht zentralisiert gesammelt und verwaltet. Diese Realität führte zu kontroversen Diskussionen und erheblichen Missverständnissen zwischen den Stakeholdern und führte in vielen Fällen zur Ablehnung von Managemententscheidungen durch die Beteiligten. Aus diesem Grund wurde die Schaffung einer geeigneten Datenverwaltungsstruktur und die Entwicklung eines DSS zur Unterstützung von Entscheidungen als wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung des IWRM-Prozesses identifiziert und als Ziele von Modul C festgelegt.

Die Basis und Grundlage des DSS als zentrales Instrument zur Unterstützung zukünftiger Entscheidungen für ein nachhaltiges Einzugsgebietsmanagement wurde in der ersten Projektphase in Form von WMT gelegt. Nach langen Verhandlungen mit den wichtigsten Interessengruppen wurden die zentralen Funktionen des WMT definiert. Um die Haupteinflüsse auf die Wasserressourcen und deren Wechselwirkungen zu klären, wurde beschlossen, vier unabhängige Modelle zu entwickeln und zu integrieren: ein Modell für den Klimawandel, ein Oberflächenwassermodell (SWAT), ein Grundwassermodell (FEFLOW) und das Modell MIKEBasin, mit den Veränderungen der Wasserverfügbarkeit im Einzugsgebiet infolge bestimmter Bewirtschaftungsentscheidungen dargestellt werden können (Abbildung 2). Eine der größten Herausforderung des Projekts war die Entwicklung einer umfassenden und einheitlichen Datenbank für das Einzugsgebiet, die von allen Beteiligten akzeptiert wird. Diese Datenbank wurde in der dritten Phase des Projekts in der WISKI-Software implementiert. Die WMT-Modelle sollen dann ihre Eingabedaten direkt von WISKI erhalten.

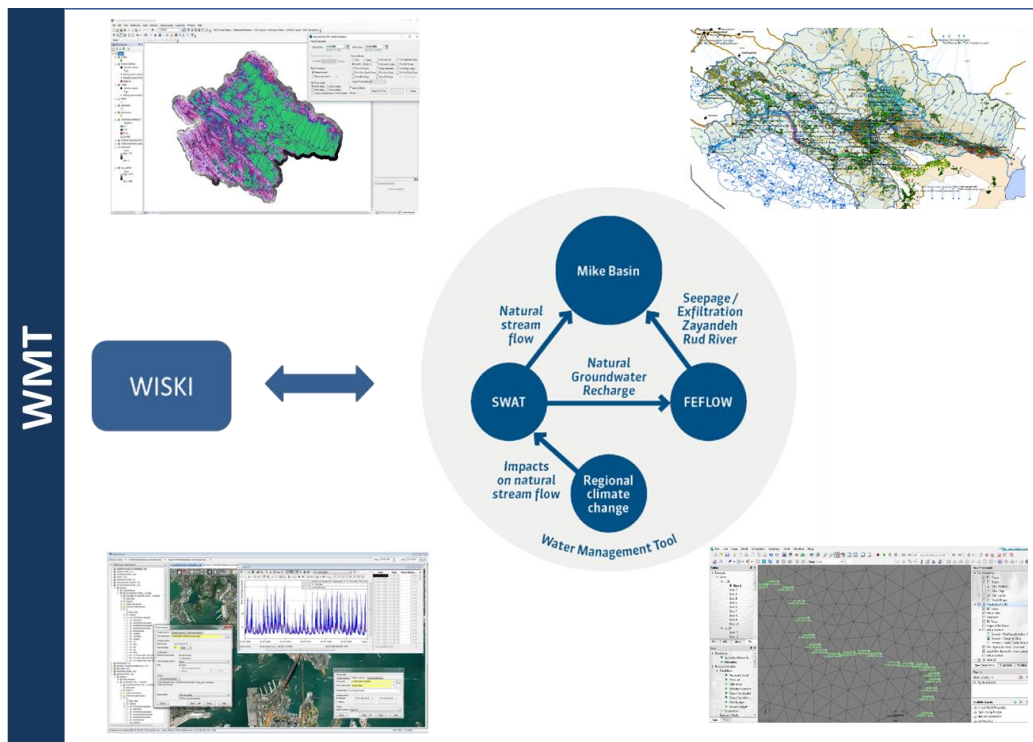


Abb. 2 Schema WMT

In der zweiten Phase wurden das WMT und deren Komponenten weiterentwickelt. Darüber hinaus wurden die ersten Management-Szenarien (ein Szenario für die Fortsetzung des aktuellen Zustands und sieben weitere Szenarien, die Wasserressourcenmanagementmaßnahmen und die Nutzung von Industrie-, Haushalts- und landwirtschaftlichem Wasser umfassen) definiert und mit WMT analysiert. Die Leistungsfähigkeit und Nützlichkeit der Werkzeuge wurde den Entscheidungsträgern überzeugend demonstriert, und sie zeigten ihr ernsthaftes Interesse zukünftig das WMT für operativen Entscheidungen zu erproben und zu nutzen. Das WMT konnte jedoch nicht implementiert und in Betrieb genommen werden, da die Entwicklung und Fertigstellung seiner einzelnen Komponenten während der zweiten Projektphase aus verschiedenen Gründen nicht erfolgten.

Vor allem das Grundwassermodell wurde zum Ende der zweiten Projektphase nur für den Unterlauf des Einzugsgebiets vorbereitet. Für den Oberlauf des Einzugsgebiets war das Modell strukturell vorhanden, aber noch nicht mit Daten versorgt und kalibriert worden.

Bis zum Ende der zweiten Projektphase wurde das Wasserverteilungsmodell (MHB) in Betrieb genommen und funktionierte wie das Oberflächenwassermodell (SWAT), berücksichtigte jedoch nur Daten bis zum Bewässerungsjahr 2008/2009. Daher mussten für alle Modelle in der dritten Phase des Projekts die Eingangsdaten für den Zeitraum 2009-2018 aktualisiert werden, um eine sinnvolle zukünftige Planung zu ermöglichen.

Darüber hinaus wurde in der zweiten Projektphase eine Datenverwaltungsstruktur (Datenbank) entwickelt und ein Datenverwaltungssystem implementiert. Aus unterschiedlichen Gründen musste die Datenbank in der dritten Projektphase neu strukturiert und aufgebaut werden.

Zusätzlich wurden in den früheren Phasen Schulungsmodulare erstellt und Schulungskurse zu Einzelthemen wie Software, Modellierung und Datenmanagement im zweiten Projektabschnitt durchgeführt. Zu Beginn der dritten Phase wurden aufgrund des Bedarfs des iranischen Partners an weiterer Schulung und der Einrichtung spezialisierter Arbeitsgruppen für die Aktualisierung und Nutzung der Modelle vier spezialisierte Arbeitsgruppen für FEFLOW, SWAT, WISKI und MHB gebildet, bestehend aus Experten von Wasserunternehmen in Isfahan und Chaharmahal va Bakhtiari sowie der Iran Water Resources Management Company. Diese Arbeitsgruppen wurden so geschult, dass sie in Zukunft die Aktualisierung und operative Durchführung des WMT übernehmen konnten. Darüber hinaus können sie durch die Durchführung von Schulungen der zweiten Generation für andere iranische Spezialisten die Grundlage für die Übertragung der Projektergebnisse auf andere Einzugsgebiete des Irans schaffen.

Das Hauptziel dieser Projektphase bestand daher in der Entwicklung und Aktualisierung des WMT, der Behebung der Mängel, der Abschluss der Schulung und die operative Implementierung des WMT für praktische Anwendungsfälle (Arbeitspakete C-1-1 FEFLOW, C-1-2 Mike HYDRO Basin, C-2 SWAT und C-3 WISKI Datenmanagement). Es ist erwähnenswert, dass das WMT und seine Komponenten von den geschulten Arbeitsgruppen für Analysen wie Eintragsströmung in Staudämme, Modellierung von Wasserbewirtschaftungsvorschriften, Versorgungsniveau und Wasserversorgung für verschiedene Sektoren oder für die Definition verschiedener Wasserressourcenmanagement- und Planungsszenarien verwendet werden.

II.2.4 Modul D Implementierung Industrie

Das Modul D Industrie lag in der Verantwortung der Technischen Universität Berlin (TU Berlin). Näheres findet sich daher im gesonderten Sachbericht zum Verwendungsnachweis der TU Berlin (FKZ 02WM1532C).

II.2.5 Modul E Projektmanagement und Public Relation

Im Verlauf der zweiten Phase haben sich mehrere entscheidende Bausteine im Projektmanagement etabliert, die zum Erfolg beigetragen haben und als solider Grundstein für die bevorstehenden Aktivitäten der dritten Phase dienen. Dazu zählt die effektive Koordination und Kommunikation zwischen allen deutschen und iranischen Projektbeteiligten. Durch regelmäßige Treffen und die Bildung von Arbeitsgruppen wie WMT oder Bewirtschaftungsplanung wurde eine enge interdisziplinäre Zusammenarbeit mit unseren iranischen Partnern gefördert. Diese Strukturen ermöglichten eine verbesserte Abstimmung der Projektaktivitäten und eine effiziente Nutzung der Ressourcen.

Ein weiterer Eckpfeiler war die kontinuierliche Pflege und Weiterentwicklung des Projekt- und Dokumentenmanagementsystems. Der Neuaufbau zu Beginn der zweiten Phase sowie die fortlaufende Aktualisierung über die gesamte Projektlaufzeit hinweg zielten auf eine transparente Verwaltung sämtlicher Projektunterlagen in einer vertrauensvollen Arbeitsatmosphäre ab.

Zur Förderung des Vertrauens und zur Präsentation deutscher Technologien wurden in der zweiten Projektphase erfolgreiche Delegationsreisen von iranischen Experten und Entscheidungsträgern nach Deutschland geplant und durchgeführt. Diese Reisen dienten dazu, den Austausch zwischen den Projektbeteiligten zu fördern, Kooperationen zu stärken und Projektaktivitäten zu koordinieren. Diese positiven Erfahrungen sollen auch in der letzten Projektphase fortgesetzt werden.

Ein Höhepunkt der zweiten Phase war die erfolgreiche Durchführung der zweitägigen Abschlusskonferenz in Isfahan im Dezember 2018. Diese Konferenz bot nicht nur eine Plattform für den Austausch der Projektergebnisse, sondern lieferte auch neue Impulse für zukünftige Kooperationen und Aktivitäten. Die positive Resonanz und das hohe Interesse der Teilnehmer bestärkten uns darin, den eingeschlagenen Weg des Wissenstransfers auch für die letzte Projektphase fortzusetzen. Diese etablierten Bausteine des erfolgreichen Projektmanagements bilden das Fundament für die bevorstehenden Herausforderungen der dritten Phase.

Neben dem Projektmanagement spielte auch die Öffentlichkeitsarbeit eine entscheidende Rolle bei der Verbreitung der Ergebnisse und der Stärkung der Projektbekanntheit in Deutschland und im Iran, die in den ersten beiden Projektphasen erfolgreich erprobt und umgesetzt wurde. Ein zentraler Baustein der Öffentlichkeitsarbeit war die regelmäßige Veröffentlichung von Pressemitteilungen zu wichtigen Meilensteinen und Ereignissen des Projekts. Diese Mitteilungen dienten nicht nur der Information der Medien, sondern trugen auch dazu bei, das Bewusstsein für die Relevanz unseres Themas in der Fachwelt und der Öffentlichkeit zu schärfen.

Die Neugestaltung und Pflege der Projektwebsite auf der Domain www.iwr-m-zayandehrud.com erwies sich als strategisch wichtiger Schritt. Die dreisprachige Homepage (Deutsch, Englisch, Farsi) bot eine benutzerfreundliche Plattform, auf der interessierte Stakeholder und Forscher Informationen zum Projekt finden konnten. Sie wurde kontinuierlich mit aktuellen Inhalten und Neuigkeiten aktualisiert, um die Transparenz und Zugänglichkeit unserer Arbeit sicherzustellen.

Ein weiterer Erfolgsfaktor waren die umfangreichen Publikationen und Präsentationen in Fachjournalen sowie die Erstellung einer detaillierten Projektbroschüre in Englisch und Farsi. Diese Materialien wurden gedruckt verbreitet und digital auf unserer Website zum Download bereitgestellt.

Zum Abschluss der zweiten Projektphase standen auch fünf Animationsfilme zu verschiedenen Themenbereichen des IWRM-Projekts zur Verfügung. Diese Filme wurden nicht nur auf der Abschlussveranstaltung mit großer Resonanz präsentiert, sondern auch über soziale Medien und den inter 3 YouTube-Kanal verbreitet. Sie trugen maßgeblich dazu bei, komplexe Sachverhalte anschaulich zu vermitteln und ein breites Publikum für unsere Forschungsergebnisse zu begeistern.

II.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Nach Projektstart zum 1.08.2019 wurden zunächst die Planungen und Bedarf in den Teilprojekten konkretisiert und erste Abstimmungsgespräche für den Projektstart im Iran von der Projektleitung mit den iranischen Partnern geführt. Um die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen deutschen und iranischen Partner zu intensivieren, wurde für die Implementierungsphase von der Verbundleitung entschieden, die Aktivitäten in den einzelnen Teilprojekte bzw. Module nicht wie in der vorangegangenen Phase zentral über die Wasserbehörde in Isfahan zu koordinieren sondern dezentral und im direkten Austausch mit den jeweiligen involvierten iranischen Partnern. Dies wurde inter 3 in einem offiziellen Schreiben vom iranischen Vizeenergieminister für Wasser und Abwasser bestätigt. In dem Schreiben bedankt er sich für die bisherigen Aktivitäten des Projektes und sichert die volle Unterstützung der Aktivitäten in der dritten Phase zu. Darüber hinaus schreibt er, dass er für die Implementierungsphase eine intensive Zusammenarbeit aller Partner auch auf nationaler Ebene erwartet. Für das Modul A Organisationsentwicklung sind dabei das Energieministerium und die Iranian Water Resources Management Company (IWRMC), für das Modul B Capacity Development das Bildungsbüro des Energieministeriums sowie die National Water and Wastewater Engineering Company (NWWEC) und Vorstand und Management des Deutsch-Iranischen Trainingszentrums in Isfahan (GITC), für das Modul C Decision Support System das IWRMC und die Isfahaner Wasserbehörde (IWRC) und für das Modul D Industrie die Esfahan Steel Company (ESCO) sowie das Energieministerium zu nennen, da Industrien eine ministerielle Genehmigung für die Zusammenarbeit mit ausländischen Institutionen brauchen.

Anfang September 2019 begannen die USA damit, ihre Sanktionen zu verschärfen und stärkere Strafmaßnahmen für Unternehmen einzuführen, die Geschäfte mit dem Iran machen. Trotz der zunehmenden Verschärfung des Konfliktes konnte jedoch die Projektleitung auf die jahrelang bewährte Zusammenarbeit aufbauen und die Vorbereitung, Abstimmung und Planung der Vor-Ort-Aktivitäten mit den iranischen Partnern wie gewohnt durchführen, wenn auch mit leichten Verzögerungen, da die Abstimmungsgespräche wie oben beschrieben auch direkt auf oberste Ebene mit dem iranischen Energieministerium geführt wurden. Die erste Reise der Projektleitung wurde vorbereitet und konnte dann im Oktober 2019 durchgeführt werden.

Mitte November 2019 kam es jedoch im Iran als Reaktion auf Benzinpreiserhöhungen zu landesweiten Protesten mit mehreren hundert Toten. Für mindestens eine Woche gab es keine Internet-Verbindung, so dass Nachrichten zur Lage vor Ort spärlich blieben. Aus Sicherheitsgründen wurden die in den einzelnen Arbeitspaketen geplanten Reisen von deutschen Projektmitarbeiter*innen in den Iran daher auf das erste Quartal 2020 verschoben.

Im Dezember 2020 konnte der Unterauftrag mit Hamburg Wasser für die Durchführung des AP B-4-3 beispielhaften Betreiberunterstützung unterzeichnet werden und im Januar 2020 gab es von Seiten des Vizeenergieministers als Vorstandvorsitzender des GITC sowie von Seiten der NWWEC die offizielle Bestätigung einer gewünschten Zusammenarbeit mit Hamburg Wasser.

Die Zuspitzung der politischen Krise im Iran im Januar 2020, dann kurze Entspannung und der anschließende Ausbruch der weltweiten Covid19 Pandemie im Iran Mitte Februar und den damit einhergehenden Einschränkungen, hatten dann jedoch erheblichen Einfluss auf die ursprüngliche Arbeits- und Zeitplanungen mit direkter Auswirkung auf dem Mittelabruf.

Zum einen wurden im Jahr 2020 aufgrund der Reiseeinschränkungen für deutsche Partner*innen deutlich mehr Arbeiten von inter 3 übernommen als ursprünglich geplant (AP B-4-2 Berufswettbewerb Monitoring & Evaluation, C-3 WISKI-Datenmanagement). Darüber hinaus ergaben sich bei der Abstimmung mit den iranischen Partnern für die Teilprojekte A, C-2 und C-3 neue Bedarfe auf iranischer Seite, die von inter 3 erledigt wurden und so nicht eingeplant waren. Der Mehraufwand bezifferte sich insgesamt auf ca. 8 PM. Dies wurde in einem Statusbericht zur Zielerreichung im August 2020 an den Projektträger mitgeteilt.

Zum anderen war der Bedarf an digitale Lösungen für den Wissens- und Erfahrungstransfer und die Ansprüche daran (Modul B) enorm gestiegen, so dass es für inter 3 notwendig war externe Expertise für die Beratung, Entwicklung und Betrieb einer integrierten Serverlandschaft hinzuziehen (B-2).

Dafür wurden Anfang November 2020 eine Umwidmung von 10.000 Euro aus der Position 0823 für die Beauftragung eines IT-Experten beantragt und am 11.11.2020 genehmigt.

Einige Arbeitspakete (B-1 Betriebsbefähigung, B-4-3 Betreiberpartnerschaften) konnten jedoch erst weiter vorangetrieben werden, wenn wieder Vor-Ort-Einsätze möglich waren. Hier wurde versucht, um Kontakt und Vertrauen zu erhalten bzw. aufzubauen, sinnvolle ergänzende Projektideen gemeinsam mit den iranischen Partnern über Online-Treffen zu bearbeiten.

Zu Beginn des Jahres 2021 entschied jedoch die Projektleitung aufgrund der andauernden Einschränkungen durch die Covid19-Pandemie insbesondere auf Grund der Situation im Iran in Absprache mit dem Projektträger, den Personaleinsatz im Projekt dann erst einmal auf ein Minimum zu reduzieren und ein Teil der Mittel auf das Jahr 2023 zu verschieben.

Gleichzeitig wurde Anfang 2021 im Iran begonnen, die angekündigte umfangreiche Reorganisation und Umstrukturierung der iranischen Wasserwirtschaft basierend auf Wassereinzugsgebiete umzusetzen, die Mitte des Jahres beendet war. Die Projektleitung begleitete den Prozess, führte zahlreiche Gespräche mit den Verantwortlichen und im Juni 2021 gab es das erste offizielle Treffen (online) mit der neuen Leitung der RBO Zayandeh Rud, wo das Projekt vorgestellt und die Bestätigung und Weiterführung (wenn auch in angepasster Form) beschlossen wurde. Die zweite Hälfte des Jahres 2021 war daher geprägt von Gesprächen und Anpassungsmaßnahmen wie z.B. Neubildung der Arbeitsgruppen für die Modelle, die im Detail in den einzelnen Modulen beschrieben werden. Die Reduzierung der Projektarbeit zu Beginn des Jahres erwies sich damit als gute Entscheidung und konnte die Anschlussfähigkeit des Projektes an die neue administrative-rechtliche Situation sicherstellen.

Nach Umsetzung der Reorganisation und erfolgreich erfolgten Neuabstimmung mit den iranischen Partnern und Anpassung des Projektes (siehe Änderung Arbeitsplanung Modul A) wurde ab September 2021 der Mittelabruf wieder aufgenommen. Außerdem konnten die Teilprojekte C-1-1 FEFLOW und C-3 WISKI inzwischen ebenfalls erfolgreich von inter 3 auf dem Weg gebracht werden.

Auch auf politischer Ebene hatte sich in der Zeit einiges getan. Im Juni 2021 waren Präsidentschaftswahlen im Iran und damit einhergehend fanden die üblichen Neubesetzungen der leitenden Positionen statt. So wurde auch ein Leitungswechsel bei der National Water and Wastewater Engineering Company (NWWEC) angekündigt, der im April 2022 offiziell vollzogen wurde. Neuer Leiter der NWWEC wurde Herr Jafari und anstelle von Herrn Kashfi wurde jetzt Herr Amini Deputy of Operation, ehemals Leiter der Isfahaner Wasser- und Abwasserbetriebe und durch die gemeinsamen Pilotprojekte mit dem Projekt und der Projektleitung bestens vertraut. Auch der Chef der Behörde Iranian Water Resources Company, der gleichzeitig Deputy Minister für Wasser ist, wurde gewechselt. Der neue Chef heißt Mohammad Javanbakt.

Darüber hinaus gaben die Wiederaufnahme der Gespräche zu einer erneuten Atomvereinbarung Hoffnung auf eine Verbesserung der internationalen Beziehungen zum Iran.

Durch die positiven Entwicklungen im Iran bestätigt, sah die Projektleitung hohe Erfolgchancen zur Zielerreichung bei Streckung des Vorhabens und stellte im Juni 2022 unter Anpassung der Arbeits- und Zeitplanungen an die neuen Bedingungen ein Antrag auf kostenneutrale Verlängerung der Projektlaufzeit um 24 Monate bis 31.07.2024, der im Juli bewilligt wurde.

Ab September 2022 verschlechterten sich jedoch im Rahmen regionaler Spannungen in Ost-Europa und Nah-Ost die politischen Rahmenbedingungen zwischen Iran und Deutschland erheblich, so dass Projektaktivitäten für deutsche Partner*innen vor Ort nicht möglich waren. Die Arbeiten im Modul B (AP B-3 Weiterentwicklung Bildungsmodule, AP B-4-3 Betreiberunterstützung) konnten daher bis Ende des Vorhabens im Juli 2024 nicht durchgeführt werden, weil deutsche Expert*innen, Trainer*innen oder Unternehmen die Zusammenarbeit mit dem Iran meiden und nicht reisen durften.

Darüber hinaus hatten neue Herausforderungen und Anforderungen an das DSS (siehe Modul C) und die immer noch ausstehende Entscheidung zur Weiterführung des GITC nach der Umstrukturierung (AP B-1 Betriebsbefähigung GITC) im Oktober 2023 zur Sicherung der Zielerreichung Implementierung eine weitere Änderung der Arbeits-, Zeit- und Kostenplanung notwendig gemacht. Die Änderung wurde beim Projektträger im Oktober 2023 beantragt und bewilligt. Die geänderte Vorhabensbeschreibung und der angepasste Zeitplan wurden am 20.10.2023 versandt.

Die Arbeitsplanänderungen umfassten neue Arbeitsschritte in Modul C für die Entwicklung eines übergreifenden Online-Dashboard und die Integration einer kurzfristigen Wasserallokationsplanung sowie die Durchführung eines Workshops für Stakeholder-Beteiligung (Modul A / B). Ausstehende Arbeitsschritte im Arbeitspaket B-1 Betriebsbefähigung, Arbeitspakete B-3 Weiterentwicklung

Bildungsangebot und B-4 Betreiberunterstützung sowie in Modul E4 Projektmanagement Arbeitsschritt GITC PR Strategie entfielen aufgrund der oben beschriebenen Situation. Die Kostenplanung wurde entsprechend mit dem Projektträger angepasst.

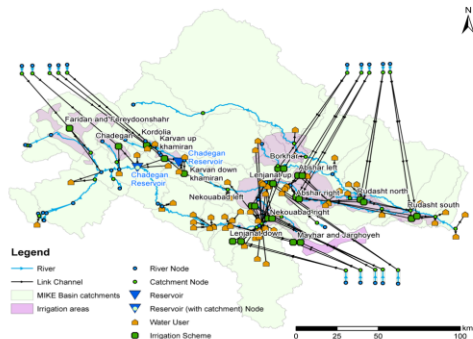
II.3.1 Modul A Organisationsentwicklung

Wegen der Reiseeinschränkungen und personeller Veränderungen im inter 3 Team konnten die Arbeiten im Jahr 2020 im Modul A: Organisationsentwicklung nicht wie geplant fortgesetzt werden. Im Jahr 2021 wurde wie oben beschrieben in Iran eine umfangreiche Reorganisation und Umstrukturierung der Wasserwirtschaft auf Basis von Wassereinzugsgebieten durchgeführt, die Mitte des Jahres abgeschlossen waren. Die Projektleitung begleitete diesen Prozess, führte zahlreiche Gespräche mit den Verantwortlichen und erhielt im Juni 2021 von der neuen Leitung der RBO die Bestätigung zur Weiterführung des Projekts, jedoch in angepasster Form. Weitere Gespräche mit den Verantwortlichen und Anpassungsmaßnahmen wie die Neubildung der Arbeitsgruppen (AGs) führten zu weiteren Verzögerungen im Modul A, so dass die Arbeiten erst 2022 wieder aufgenommen werden konnten.

Nachdem sich die im Projekt beteiligten Personen mit der Reorganisation des Wassersektors vertraut gemacht hatten, veranstaltete die Projektleitung am 19. Juni 2022 eine Sitzung zur Entwicklung des Bewirtschaftungsplans für das Zayandeh Rud Einzugsgebiet. In dieser Sitzung wurde die vorgesehene Anfangsstruktur des RBMP vorgestellt und diskutiert. Nach der Diskussion und dem Meinungsaustausch wurde vereinbart, dass inter 3 den ersten Entwurf der Gliederung des RBMP erstellt und an iranische Experten zur Rückmeldung schickt.

Da seitens der iranischen Partner viele Rückfragen zu den Europäischen Einzugsgebieten und deren Bewirtschaftungsplänen aufkamen, war weiterer Wissenstransfer auf Grundlage der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und der Europäischen RBM Pläne seitens inter 3 notwendig.

inter 3 hat in Abstimmung mit der Wasserbehörde Isfahan einen ersten Entwurf der Gliederung für den RBMP entwickelt und auf die Region Zayandeh Rud angepasst. Die Vorschläge seitens der iranischen Partner wurden eingearbeitet und erneut abgestimmt. Bereits im Vorfeld wurde die Idee diskutiert, Arbeitsgruppen für jedes Kapitel zu gründen und eine Person für die Koordination der Recherche- und Schreibarbeiten zu benennen. Daher wurden von den iranischen Partnern Koordinator:innen für die einzelnen Ober- und Unterkapitel benannt, die Expertise in den jeweiligen Bereichen besitzen. Die Hauptaufgaben der Koordinator:innen umfassen das Vorantreiben der Arbeiten des RBMP und die kontinuierliche Überprüfung des Fortschritts ihrer Arbeitsgruppen.



River Basin Management Plan Zayandeh Rud

inter3
INSTITUTE FOR RESOURCE MANAGEMENT

SPONSORED BY THE
Federal Ministry
of Education
and Research

River Basin Management Plan Zayandeh Rud



Table of content

1. Foreword
2. Introduction
3. Objectives
4. General characteristics of the Zayandeh Rud River Basin
 - 4.1 General characteristics
 - 4.1.1 Zayandeh Rud River Basin
 - 4.1.2 River system and sub-basins
 - 4.1.3 Climate
 - 4.1.4 Topography
 - 4.1.5 Geology
 - 4.1.6 Land use and vegetation cover
 - 4.1.7 Hydrology
 - 4.2 Human activities and use of water resources
 - 4.2.1 Demographics (population size, density, and distribution within the basin. Analyze population trends)
 - 4.2.2 Agricultural Practices
 - 4.2.3 Industrial Activities
 - 4.2.4 Mining and Extractive Industries
 - 4.2.5 Water consumption
 - 4.3 Water infrastructure
 - 4.3.1 Water Supply Systems
 - 4.3.2 Dams and Reservoirs
 - 4.3.3 Hydroelectric Power Generation
 - 4.3.4 Water Treatment Plants
 - 4.3.5 Irrigation Infrastructure
 - 4.4 Socio-economic context
 - 4.4.1 Cultural and Social Dynamics
 - 4.4.2 Economic Activities:
 - 4.5 Protected areas
 - 4.6 Navigating Risks
 - 4.6.1 Natural Hazards
 - 4.6.2 Climate Change Impacts
 - 4.6.3 Human-Induced Risks
 - 4.6.4 Water Quality Risks
 - 4.6.5 Infrastructure Vulnerability
 - 4.6.6 Social and Economic Risks
 - 4.7 Stakeholders and administrative organization
 - 4.7.1 Main Stakeholders
 - 4.7.2 RBO Zayandeh Rud
5. Available water resources in the Zayandeh Rud River Basin
 - 5.1 Historical and current context
 - 5.1.1 Historical context of Water Resources in the basin
 - 5.1.2 Current State of Water Resources in the basin
 - 5.1.3 Impacts of Climate Change on Water Availability

Abb. 3 Finalisierte Gliederung des Bewirtschaftungsplans für den Zayandeh Rud

Die vorgeschlagene und überarbeitete Gliederung wurde in einem Online-Meeting am 20. September 2022 allen beteiligten Personen detailliert vorgestellt und diskutiert. Das Ziel dieses Meetings war es, die Koordinator:innen miteinander vertraut zu machen und die Details des Zeit- und Arbeitsablaufs zu besprechen. Im Kick-Off-Meeting wurden neben dem Zeit- und Arbeitsplan auch eine Zusammenfassung der WRRL und Beispiele für die Gliederung bereits erfolgreich umgesetzter Europäischer RBMP vorgestellt.

Im Juli 2023 wurden mit den Koordinator:innen die Inhalte der jeweiligen Kapitel diskutiert. Für einige Themenschwerpunkte war intensive Recherche notwendig, insbesondere im Hinblick auf Datenqualität, Genauigkeit und Aktualität. Um eine reibungslose Kommunikation und einen Austausch zu ermöglichen, richtete inter 3 auf der im Rahmen von AP B-2 entwickelten Plattform „Digitales Lernhaus“ einen Kurs ein. Zudem wurden von inter 3 zwei Musterkapitel, „Introduction“ und „Objectives“, vorbereitet, um den Koordinator:innen die Richtung des RBMP aufzuzeigen.

Um sehr lange und textlastige Kapitel besser zu strukturieren, wurden in einem separaten Meeting Zwischenüberschriften ausgearbeitet. Ende 2023 wurden die Inhalte für Kapitel 4 und 5 von den beiden Koordinator:innen recherchiert und zusammengetragen. Die Inhalte wurden inter 3 vorgestellt und im Meeting gemeinsam präzisiert. Die Fertigstellung der Kapitel verzögerte sich jedoch aufgrund umfangreicherer Recherchen und Präzisierungen. Darüber hinaus erforderte das

Herausarbeiten der Inhalte für die einzelnen Kapitel mehr individuelle Meetings zwischen inter 3 und den Koordinator:innen als geplant.

Anfang 2024 gab es weitere Korrekturschleifen der Kapitel 4 und 5, wobei die Koordinator:innen nicht nur die Texte, sondern auch einen Fokus auf die Abbildungen legten. Diese sollten aktuell und präzise sein. Zudem führte inter 3 einen kleinen Workshop zum Quellenmanagement durch, damit die Quellen konsistent im gesamten Plan angegeben werden.

Während des gesamten Prozesses haben die Koordinator:innen ein kontinuierliches Training erhalten, um die Koordination der Kapitel und den Schreibprozess voranzutreiben. Eines der Hauptziele des Trainings war es, die Koordinator:innen so zu schulen, dass sie den Arbeitsprozess auf andere Flusseinzugsgebiete im Iran, die planen, einen eigenen RBMP zu verfassen, übertragen und eigenständig Schulungen durchführen bzw. von ihren Erfahrungen berichten können. Am Ende haben die Teilnehmenden ein Zertifikat bekommen, s. Abbildung 4.



CONFIRMATION

Mr / Ms

Zahra Mesmarian

has successfully completed the training course

Training of Trainers (ToT)
Compilation of structure and development of River Basin Management Plan

She has also been responsible for writing the fifth chapter of the Zayandeh Rud River Basin Management Plan, titled:

Available water resources in the Zayandeh Rud River Basin

This work was carried out under the supervision of the German course instructors.



Dr. Susanne Schön
 Managing Director
 inter 3 Institute for Resource Management



<https://www.iwrn-zayandehrud.com/>



Abb. 4 Zertifikat über die Teilnahme an dem Training zum Verfassen des RBMP Zayandeh Rud

Die Strukturierung der RBO war bereits in der zweiten Phase des IWRM-Projekts weitestgehend abgeschlossen. Im Jahr 2023 beschloss das Energieministerium die Einrichtung eines IWRM-Büros für das Zayandeh Rud-Einzugsgebiet. inter 3 arbeitete gemeinsam mit iranischen Kolleg:innen an der

Struktur, den Rollen und Zuständigkeiten der einzelnen Positionen für das IWRM-Büro. Dafür wurde eine umfassende Recherche zu Organisationen und Bürostrukturen von Flusseinzugsgebieten in Deutschland und Europa durchgeführt. Bilateral wurde mit iranischen Kolleg:innen diskutiert, inwiefern Parallelen existieren und ob die europäische Organisationsstruktur auf das iranische Büro übertragen oder ähnliche Positionen eingerichtet werden könnten. Neben der Organisationsstruktur erarbeitete inter 3 für jede Zuständigkeit eine detaillierte Rollenbeschreibung. Die Struktur und Organisation sind in der Abbildung 5 dargestellt.

Im November 2023 wurde das IWRM Zayandeh Rud -Büro offiziell eröffnet, das als Vorbild für weitere Flusseinzugsgebiete fungieren soll.

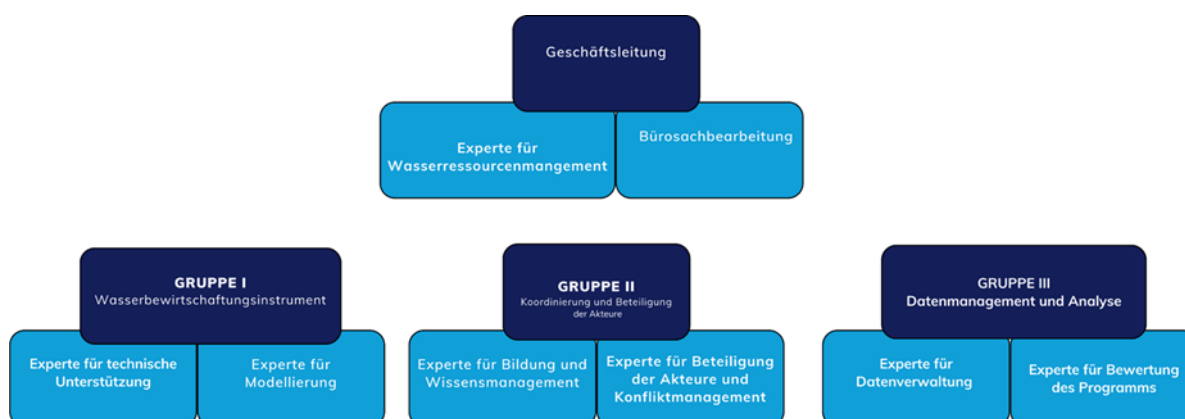


Abb. 5 Struktur des IWRM Büros

II.3.2 Modul B Capacity Development

Das Modul B wurde durch verschiedene Herausforderungen wie oben beschrieben stark beeinträchtigt und in seiner Entwicklung verhindert. Trotz regelmäßiger Treffen und Gespräche mit Akteuren im Energieministerium und der National Water & Wastewater Company konnte die erforderliche Entscheidungsfindung zum GITC nicht abgeschlossen werden. Insbesondere die Auswirkungen der COVID-19-Pandemie, die Präsenzveranstaltungen im Iran untersagte, erschwerten die Umsetzung sowohl für die deutschen als auch für die iranischen Partner weiter. Dies führte dazu, dass geplante Aktivitäten nicht wie geplant fortgeführt werden konnten. Aus diesem Grund erfolgte im Projektverlauf eine beantragte und genehmigte Planänderung.

Nachfolgend werden die Tätigkeiten in einzelnen Arbeitspakete beschrieben.

Arbeitspaket B-1 Betriebsbefähigung GITC

Das Arbeitspaket lag in der Verantwortung des Teilprojektes der DWA. Detaillierte Aussagen zu den Planungen und Ablauf dieses Arbeitspaketes finden sich daher im Endbericht der DWA (FKZ 02WM1532B). Schwerpunkt der Aktivitäten von inter 3 in diesem Arbeitspaket waren die

Abstimmung und Konkretisierung der praktischen Aktivitäten mit den iranischen Partnern (siehe auch Arbeitspaket B-3).

Der Betrieb des Deutsch-Iranischen Trainingszentrums (GITC) konnte nicht wie ursprünglich geplant weitergeführt werden, hauptsächlich aufgrund organisatorischer und struktureller Herausforderungen sowohl auf deutscher als auch auf iranischer Seite. Zu Beginn des Vorhabens im Jahr 2019 war eine grundlegende Voraussetzung für die Wiederaufnahme der Arbeit mit dem GITC die satzungsgemäße Konstituierung des Trainingsinstituts. Diese Bedingung konnte nach einer Reise und Workshop mit den iranischen Verantwortlichen erfüllt werden.

Anschließend wurden intensive Bemühungen von beiden Seiten unternommen, um das GITC weiterbeleben zu können, einschließlich der Planung von Workshops und der Entwicklung von Trainingskonzepten. Jedoch wurden viele dieser Vorhaben durch unvorhergesehene Ereignisse wie Covid19 Pandemie, politische Umstrukturierungen im iranischen Energieministerium und strukturelle Veränderungen im National Water and Wastewater Engineering Company (NWWEC) beeinträchtigt. Diese Entwicklungen führten dazu, dass die geplanten Workshops verschoben und schließlich abgesagt werden mussten.

Trotz wiederholter Bemühungen und regelmäßiger Treffen mit den iranischen Partnern im Projektverlauf konnte keine nachhaltige Fortführung der praktischen Arbeiten erreicht werden. Die unsichere politische und institutionelle Lage sowie die Entscheidungsprozesse der iranischen Partner haben es unmöglich gemacht, dass das GITC seine operativen Tätigkeiten aufnehmen konnte. Die Zukunft des Zentrums bleibt abhängig von weiteren Entwicklungen und Entscheidungen der Beteiligten, insbesondere im Hinblick auf die mögliche Auslagerung an eine private Institution außerhalb des Ministeriums.

Insgesamt zeigen die Berichtszeiträume eine kontinuierliche Bemühung, das GITC funktionsfähig zu machen, jedoch wurden diese Bemühungen durch externe Faktoren und interne Herausforderungen im Projektumfeld stark beeinträchtigt, was zur Verzögerung und letztendlich zur Nichtumsetzung der geplanten Ziele führte.

Arbeitspaket B-2 Auswahl und Erprobung von digitalen Lösungen

Nach dem Projektstart fokussierte sich Arbeitspaket B-2 auf die Auswahl und Erprobung digitaler Lösungen für das Deutsch-Iranische Trainingszentrum (GITC). Nach intensiven Workshops mit iranischen und deutschen Trainern sowie umfassenden Recherchen wurden Kommunikationsplattformen, Online-Dokumenten- und Lernmanagementsysteme sowie Präsentations- und Interaktionstools identifiziert, implementiert und erprobt. Im darauffolgendem Jahr 2020 erwies sich die Nutzung dieser Lösungen aufgrund der COVID-19-Pandemie als unverzichtbar, wobei anfangs freie Tools wie z.B. meet.jit.si oder Skype sowie die auf dem inter 3 eigenen Server installierte Moodle und Nextcloud-Version aufgrund von Kapazitätsproblemen für den produktiven Betrieb nicht effektiv waren. Die Komplexität und Aktualisierungsanforderungen der webbasierten Infrastruktur führten dazu, dass externe Expertise notwendig wurde, um eine robuste Plattform aufzubauen. Mit der Unterstützung von einem externen Berater gelang es, eine integrierte Serverlandschaft mit MOODLE, Nextcloud, OnlyOffice, Jitsi und BigBlueButton aufzubauen und als Digitales LERNHAUS zu etablieren, die für Schulungen und Meetings genutzt wird. In den Folgejahren

wurde diese Infrastruktur kontinuierlich gewartet, weiterentwickelt und durch weitere Tools ergänzt, um digitale Lernformate effizient zu unterstützen.

Neben anderen Tools wurde dabei auch intensiv das Open Source HTML5 Paket H5P⁴ getestet und erste Inhalte wie u.a. interaktive Videos, Branching Scenarios, Hot Spot Images und 360°Views als innovative Präsentationstechniken für Lernarrangements und den virtuellen Showroom getestet.

Arbeitspaket B-3 Weiterentwicklung des Bildungsangebots

Dieses Arbeitspaket lag in der Verantwortung des Teilprojektes der DWA. Detaillierte Aussagen zu den Planungen und Ablauf dieses Arbeitspaketes finden sich daher im Endbericht der DWA (FKZ 02WM1532B). Schwerpunkt der Aktivitäten von inter 3 in diesem Arbeitspaket sind die Abstimmung und Konkretisierung der praktischen Aktivitäten mit den iranischen Partnern (siehe auch Arbeitspaket B-1).

Das Ziel des Arbeitspaketes war die Entwicklung und Umsetzung von 10 weiteren Bildungsmodulen-Modulen inklusive der notwendigen Training-of-Trainer (ToT)-Maßnahmen. Dazu wurde basierend auf den Erfahrungen aus der zweiten Projektphase zu Beginn der dritten Phase zunächst ein überarbeiteter Ablaufplan für die Entwicklung und Umsetzung von neuen Bildungsmodulen mit dem GITC-Team abgestimmt. Außerdem wurde das von inter 3 entwickelte Evaluationskonzept mit dem Vorstand und der Geschäftsstelle des GITC diskutiert und verabschiedet.

Vor dem Start neuer ToT-Module sollten die Ergebnisse von bereits durchgeführten Modulen aus der zweiten Projektphase durch die iranischen Trainer evaluiert werden. Dazu waren drei Weiterbildungskurse ausgewählt, die von den iranischen Trainern durchgeführt werden sollten. Die Evaluation der Schulungsdokumente im November 2019 zeigte erhebliche Qualitätslücken, so dass der erste Kurs zu Operation & Maintenance nach gemeinsamer Überarbeitung von Schulungsdokumenten und erneutem Training von iranischen Trainern erst im Februar 2020 erfolgreich durchgeführt und von inter 3 und DWA während ihrer Reise beobachtet und evaluiert werden konnte. Alle anderen geplanten Weiterbildungskurse durch die iranischen Trainer sowie geplante ToT-Kurse deutscher Experten mussten aus bekannten Gründen bis auf Weiteres nach Anweisungen des MOE abgesagt werden.

Mit dem Vorstand und der Geschäftsstelle des GITC wurden ab dem Zeitpunkt Gespräche zu Möglichkeiten von ToT rein digital ohne Präsenzveranstaltung geführt. Dafür wurde von inter 3 in enger Abstimmung mit der DWA ein Konzept für die digitale kollaborative Kursentwicklung entwickelt (siehe Anhang und Kap. II.4 B3) und die Infrastruktur und eine Toolbox für komplett digitale Trainingsformate ausgebaut (siehe AP B-2). Es war geplant, sobald es die Ausnahmesituation im Iran zulässt, die begonnen ToT-Maßnahmen im Jahr 2021 „digital“ wieder aufzunehmen.

Aber aus bereits beschriebenen Gründen konnten die weiteren geplanten Leistungen in diesem Arbeitspaket nicht umgesetzt und mussten umgeplant werden.

⁴ Siehe <https://h5p.org/>

Arbeitspaket B-4 Erschließung weiterer Tätigkeitsfelder

Zur Stabilisierung und Sicherung des GITC sollten im Rahmen dieses Arbeitspaketes weitere mögliche Tätigkeitsfelder und Aktivitäten eruiert und mit den iranischen Partnern diskutiert und nach Abstimmung exemplarisch demonstriert oder pilothaft umgesetzt werden. Dabei ging es zum einen um neue Schulungsformate für weitere Zielgruppen im Iran wie die bei der DWA in Deutschland etablierten und erfolgreichen Schulungsformate wie „Nachbarschaften“ (Arbeitspaket B-4-1) und „Wettbewerb“ (Arbeitspaket B-4-2). In Workshops wurden diese beiden Schulungsformate von der DWA vorgestellt und mögliche für den Iran entwickelte Anwendungskonzepte mit den iranischen Partnern diskutiert. Nach Abstimmung sollten die Konzepte ggf. exemplarisch organisiert, erprobt und implementiert werden.

Während „Wettbewerb“ und „Nachbarschaften“ den nationalen Austausch (iranisch-iranisch) fördern sollte, sollte zum anderen im Rahmen dieses Arbeitspaketes auch die Möglichkeiten und das Potential von Betreiberunterstützung (Arbeitspaket B-4-3) durch deutsch-iranische Partnerschaften durch das GITC eruiert werden. Dazu konnte in der Antragsphase die Hamburg Wasser als Unterauftragnehmer gewonnen werden. Die geplanten Leistungen dazu konnten aus bereits beschriebenen Gründen nicht umgesetzt und musste umgeplant werden.

II.3.3 Modul C Decision Support System (DSS)

Modul C wurde in enger Abstimmung mit den iranischen Partnern, der Iran Water Resources Management Company (IWRMC) und der Isfahan Water Company (IWRC), sowie den deutschen Partnern bzw. Unterauftragnehmern der AQUASOIL INGENIEURE & GEOLOGEN GmbH und KISTERS koordiniert und geplant.

Im Verlauf des Projekts wurde das WMT gemäß den spezifischen Anforderungen des Einzugsgebiets kontinuierlich weiterentwickelt. Insbesondere wurden die Bedürfnisse des iranischen Energieministeriums und der IWRMC berücksichtigt. Im Jahr 2021 hatten verschiedene Sitzungen mit der neuen Einzugsgebietsverwaltung sowie Experten des Energieministeriums und der IWRMC stattgefunden, um Anwendungen zu prüfen, die Bedeutung des Tools zu diskutieren und seine Rolle in Entscheidungsprozessen zu untersuchen. Während dieser Sitzungen wurden die Teilnehmer:innen nicht nur mit den verbesserten Funktionen des entwickelten Tools vertraut, sondern erkannten auch, dass iranische Fachleute nun in der Lage sind, diese Tools eigenständig zu nutzen.

Erstmals im Iran wurde im Jahr 2022 im Auftrag von IWRMC, die direkt für die Wasserressourcenmanagemententscheidungen im Land verantwortlich ist, vom Projektteam verschiedene Szenarien für Entscheidungsfindung entwickelt und deren Ergebnisse in Teheran präsentiert.

Im Jahr 2023 wurden fünf weitere Szenarien entwickelt und umgesetzt. Die Ergebnisse wurden in verschiedenen Sitzungen in der IWRMC und im Energieministerium des Irans präsentiert. Das Energieministerium und die IWRMC begrüßten die präsentierten Ergebnisse und entschieden die gewonnenen Erfahrungen, insbesondere die entwickelten Tools und Modelle, auf andere Einzugsgebiete im Iran zu übertragen. Daher wurde beschlossen, im Rahmen einer zweitägigen Konferenz und Online-Seminare mit der Teilnahme von Managern und Experten anderer

Einzugsgebiete im Iran sowie Managern und Experten des Energieministeriums und der IWRMC einen Erfahrungsaustausch durchzuführen. Diese Konferenz fand am 9. und 10. Mai in Shahrekord (in der Provinz Chaharmahal va Bakhtiari) unter dem Titel "Transferring the developed DSS for the Zayandeh Rud to the other basins of Iran" statt. Dies trug erheblich zur Umsetzung eines weiteren Hauptziels des Projekts in Phase 3 bei, nämlich der Übertragung der gewonnenen Erfahrungen im Zayandeh Rud-Einzugsgebiet auf andere Einzugsgebiete im Iran.

Zusätzlich zur Schaffung einer geeigneten Verwaltungsstruktur im Energieministerium und IWRMC für eine gezielte und nachhaltige Nutzung der WMT haben die Entscheidungsträger im iranischen Energieministerium beschlossen, das IWRM-Büro in Isfahan zu gründen. Dieses Büro wurde offiziell am 07.11.2023 unter Anwesenheit der iranischen Verantwortlichen und Entscheidungsträger (Deputies und Manager Energieministerium, IWRMC, Wasserbehörden der Provinzen) eröffnet. Die Gründung dieses Büros trägt inkrementell zur praktischen Umsetzung der entwickelten Tools bei und hat somit die Erreichung des Hauptziels der dritten Phase des Projekts unterstützt.

Zur Vervollständigung des WMT im Modul C waren vier Arbeitspakete definiert, in denen nachfolgend detaillierte Berichte über die durchgeführten Aktivitäten sowie etwaige Abweichungen vom Plan oder aufgetretene Probleme im Zusammenhang mit der Umsetzung vorliegen.

Arbeitspaket C-1-1: FEFLOW

Im Rahmen dieses Arbeitspaketes erfolgte von inter 3 die Unterstützung und Supervision bei der Weiterentwicklung des Grundwassermodells und der Kopplung mit dem Oberflächenmodell sowie die Schulung.

Die im Antrag für den Unterauftrag ursprünglich vorgesehene Firma sprang noch vor Bewilligung ab, so dass zu Beginn des Projektes zunächst intensiv nach neuen Partnern gesucht wurde, was sich durch die Verschärfung der politischen Situation im Iran ab Oktober 2019 als schwierig herausstellte. Im Januar 2020 konnte letztendlich die Firma AQUASOIL INGENIEURE & GEOLOGEN GmbH zu einer offiziellen Angebotsabgabe gewonnen werden, die im Mai 2020 an den Projektträger weitergeleitet wurde. Nach Genehmigung durch das BMBF wurde von der TU Berlin (als fachlicher Partner im Verbund für Modellierung) Anfang September 2020 ein Aufstockungsantrag gestellt werden, der Ende Oktober 2020 bewilligt wurde. Nach einer EU weiten Online Ausschreibung durch die TU Berlin Mitte Dezember 2020 bis Mitte Januar 2021 erhielt die Firma AQUASOIL als einzige Bewerberin den Zuschlag für ihr Angebot und konnte mit der Fertigstellung des Grundwassermodells für den gesamten Einzugsgebiet beauftragt werden.

Im Projektzeitraum hat inter 3 die Übergabe des vorhandenen Modells sowie die Zusammenstellung, Aufbereitung und Übergabe der Daten an AQUASOIL organisiert. Parallel dazu hat inter 3 die FEFLOW Arbeitsgruppe mit 11 Mitgliedern (2 Experten der IWRMC, 2 Experten aus der Wasserbehörde Chaharmahal va Bakhtiari und 7 aus Isfahan) im Iran in enger Abstimmung mit der IWRMC zusammengeführt und gemeinsam mit AQUASOIL den Projektablauf konkretisiert und das Kick-off im Januar 2022 mit den iranischen Partnern vorbereitet.

In enger Zusammenarbeit mit dem FEFLOW-Team im Iran und unter Einsatz des Digitalen LERNHAUS von inter 3 wurden während des Berichtszeitraums Online-Schulungen ermöglicht und moderiert. Insgesamt fanden 18 zweistündige Trainingskurse statt. Darüber hinaus wurden in verschiedenen

Erklärungssitzungen Mängel und Modellaspekte sowie die Modellergebnisse intensiv mit den iranischen Kollegen diskutiert und ausgetauscht, wobei inter 3 die Koordination dieser Sitzungen übernahm (Abbildung 7).

In zwei 4-stündigen Workshops am 15.04.2024 und 22.04.2024 unter der Leitung von inter 3 präsentierte die Aquasoil Company den iranischen Partnern die Grundwassermodelle und Endergebnisse (Abbildung 8). Die Beschreibung des Grundwassermodellierungsprozesses sowie die detaillierte Darstellung der Ergebnisse werden in einem separaten Bericht der TU Berlin als Auftraggeber von AQUASOIL vorgestellt (siehe auch Endbericht der TU Berlin, FKZ 02WM1532C).

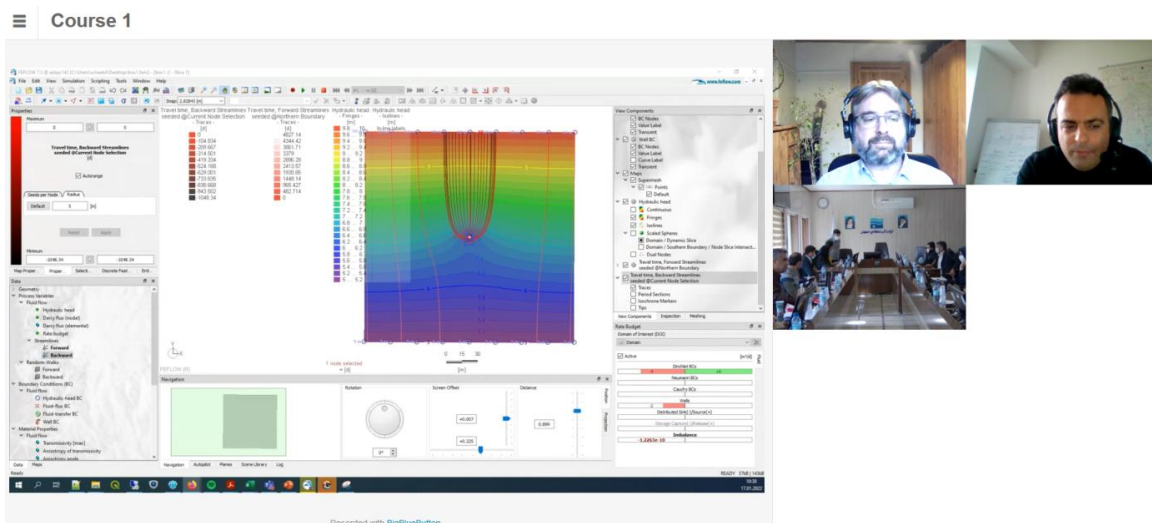


Abb. 7 FEFLOW Trainingskurs

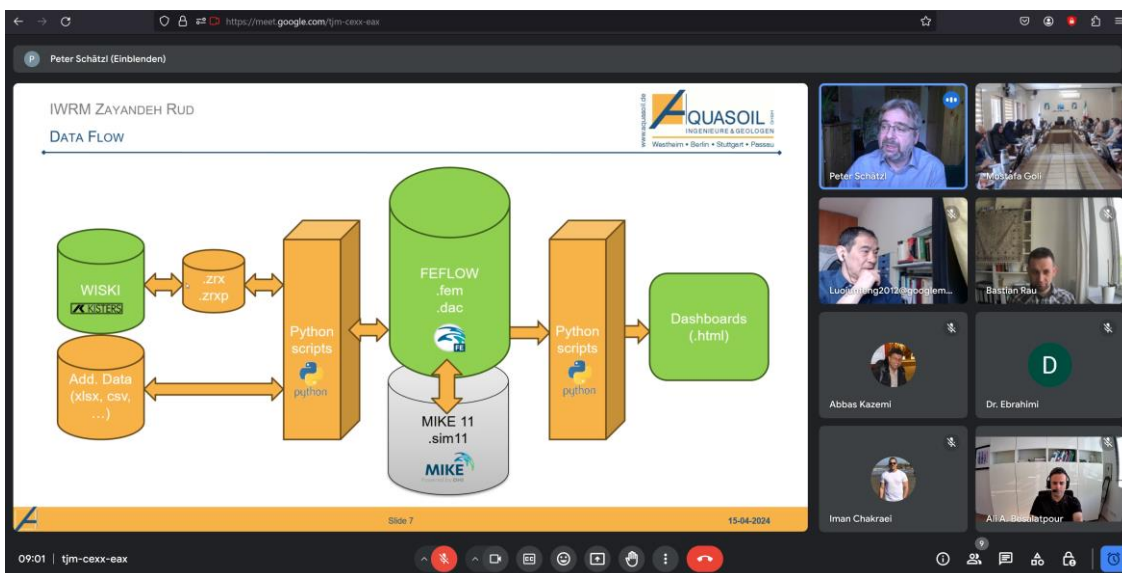


Abb. 8 FEFLOW Abschlussworkshop (15.04.2024)

Arbeitspaket C-1-2: MIKE HYDRO Basin (MHB)

inter 3 war federführend bei der Entwicklung und Fertigstellung des MHB-Modells. Der erste Schritt zur Fertigstellung des Modells bestand darin, es für die letzten Jahre zu aktualisieren. Mit der

Einrichtung der Arbeitsgruppe für dieses Modell wurden die erforderlichen Daten von den iranischen Partnern gesammelt, geändert und formatiert. Das Modell wurde mit den neuen Daten aktualisiert (2009-2022). Dieser Prozess dauerte von Februar bis Mai 2022. Am 28. Juni 2022 forderte der Leiter der RBO Zayandeh Rud zum ersten Mal die Umsetzung von drei Managementszenarien. Die Anforderungen für die Umsetzung dieser Szenarien wurden sofort erörtert. Die Szenarien wurden von inter 3 im MHB-Modell und von geschulten iranischen Experten umgesetzt und die Ergebnisse den Behörden vorgestellt. Das Energieministerium und das IWRMC begrüßten die vorgestellten Ergebnisse. Zum ersten Mal gaben diese Ergebnisse iranischen Entscheidungsträgern eine Vorstellung von den Folgen Ihrer Entscheidung.

Im Anschluss daran formulierten das Energieministeriums und die IWRMC zusätzliche Anforderungen für die Umsetzung von Szenarien. Das Modell wurde daraufhin aktualisiert. Insgesamt wurden fünf Hauptmanagementszenarien erfolgreich implementiert, deren Ergebnisse in verschiedenen Sitzungen im Energieministerium erörtert wurden (siehe Abbildung 9).

Comparison of scenarios	Continuation of the current status	Management of consumption in the downstream and 5% reduction of consumption in the upstream	Cultivation management with the conditions of scenario 1	Prioritizing the environment with the conditions of scenario 1 and 2	Water transfer to the basin
parameter	SC_0	SC_1	SC_2	SC_3	SC_4
	Expected	Management requirement	Management scenario	Environmental scenario	Resource increase scenario
Natural resources	Unchanged	Unchanged	Unchanged	Unchanged	Unchanged
New water transfer projects to the basin	Kohrang 3 will not be implemented, all the projects implemented so far and in operation	1- Kohrang 3 will be implemented (in less than 4 years) 2- The needs of the industry will be supplied from the sea 3- The drinking needs of Kashan will be supplied from outside the basin	1- Kohrang 3 will be implemented (in less than 4 years) 2- The needs of the industry will be supplied from the sea 3- The drinking needs of Kashan will be supplied from outside the basin	1- Kohrang 3 will be implemented (in less than 4 years) 2- The needs of the industry will be supplied from the sea 3- The drinking needs of Kashan will be supplied from outside the basin	1- Kohrang 3 will be implemented (less than 4 years) 2- Industry needs will be supplied from the sea 3- Kashan drinking needs will be supplied from outside the basin 4- Amount of 250 M.M.M will be delivered to Cham Asman for drinking It will be given
New water transfer projects from the basin	No new project	No new project	No new project	No new project	No new project
Illegal water withdrawals	A decrease will not happen in another 15 years	Within less than four years, 1- Unauthorized withdrawals and overdrafts will be stopped. 2- Licenses will be modified and adjusted.	Within less than four years, 1- Unauthorized withdrawals and overdrafts will be stopped. 2- Licenses will be modified and adjusted.	Within less than four years, 1- Unauthorized withdrawals and overdrafts will be stopped. 2- Licenses will be modified and adjusted.	Within less than four years, 1- Unauthorized withdrawals and overdrafts will be stopped. 2- Licenses will be modified and adjusted.
Water supply for industry	Unchanged	The supply of water to large industries will be cut off from the Zayandeh River and transferred from the sea	The supply of water to large industries will be cut off from the Zayandeh River and transferred from the sea	The supply of water to large industries will be cut off from the Zayandeh River and transferred from the sea	The supply of water to large industries will be cut off from the Zayandeh River and transferred from the sea
The need for drinking water	8% increase every 5 years	8% increase every 5 years	8% increase every 5 years	8% increase every 5 years	8% increase every 5 years
Agricultural activities	Reduction in cultivation area due to lack of water	Technological changes in agriculture, less irrigation, alternative cultivation, elimination of rice cultivation and reduction of consumption upstream of Zayandeh Rood Dam to 5% between Zayandeh Rood Dam and Cham Asman remain unchanged.	Technological changes in agriculture, lack of irrigation, alternative cultivation, elimination of rice cultivation and reduction of consumption upstream of Cham Asman Dam will be corrected according to the cultivation levels of 1360.	Technological changes in agriculture, lack of irrigation, alternative cultivation, elimination of rice cultivation and reduction of consumption upstream of Cham Asman Dam will be corrected according to the cultivation levels of 1360.	Technological changes in agriculture, low irrigation, alternative cultivation, elimination of rice cultivation and reduction of upstream consumption of Cham Asman Dam equivalent to 25% of the current situation will be managed.
Water allocated to Gavkhuni	Without transitive change - Varsaneh	Without transitive change - Varsaneh	Without transitive change - Varsaneh	1- Requirement to pass 5.5 cubic meters per second through Varzane, equivalent to 173 mm of the lagoon 2- Requirement to have a discharge of 5 cubic meters per second in the waterfall dam	Without transitive change - Varsaneh

Abb. 9 Die fünf implementierten Managementszenarien

Während der Projektlaufzeit und der Implementierung verschiedener Szenarien wurde festgestellt, dass trotz der effektiven Erfüllung der zugewiesenen Aufgaben des DSS durch die aktuelle Version vom WMT einige Defizite bestehen, die behoben werden sollten, um die Implementierung zu erleichtern. Zu den identifizierten Defiziten gehören:

1. Benutzerfreundliche Ergebnispräsentation: Die aktuelle Version des WMT generiert nach jeder Ausführung Hunderte von Ausgabedateien mit den Modellergebnissen. Diese müssen in Excel importiert und in Diagrammen und Tabellen einzeln dargestellt werden, was zeitaufwändig ist. Daher wird ein übergreifendes Online-Dashboard benötigt, das die Ergebnisse des Tools online und benutzerfreundlich präsentiert, um Benutzern (Managern und Stakeholdern) die Überprüfung und Analyse zu erleichtern. Zu diesem Zweck wurde mit dem Shebakieh Unternehmen ein Untervertrag über die Fertigstellung dieses Abschnitts unterzeichnet. Die Erstellung dieses Dashboards brachte eine

große Veränderung in Bezug auf die Darstellung der Ergebnisse und Erfolge des Projekts auf greifbare Weise für Manager und andere Begünstigte mit sich (siehe Kapitel II.4.3 Modul C Erzielte Ergebnisse).

2. Kurzfristige Wasserzuweisungsplanung: Die aktuelle Version des WMT ermöglicht die langfristige Planung in Form verschiedener Management-Szenarien, jedoch nicht die kurzfristige Wasserzuweisungsplanung, z. B. für die nächste Bewässerungssaison. Die iranischen Kollegen planen die Nutzung des Tools für die Wasserzuweisungsplanung in zukünftigen Bewässerungssaisons. Dies erfordert die Erstellung täglicher Daten, insbesondere von natürlichen Abflussdaten und hydrologischen Daten, sowie die Schätzung des täglichen Wasserbedarfs verschiedener landwirtschaftlicher Produkte basierend auf gängigen landwirtschaftlichen Methoden, was mit der aktuellen Version des WMT nicht möglich ist. Um die Modelle zu aktualisieren und tägliche natürliche und hydrologische Abflussdaten zu erstellen, wurde ein Unterauftrag mit Herrn Dr. Pourreza (einem in Iran anerkannten Experten für hydrologische Angelegenheiten) unterzeichnet, um die Schätzung des täglichen Wasserbedarfs verschiedener landwirtschaftlicher Produkte basierend auf gängige landwirtschaftliche Methoden zu kodieren.

Im Jahr 2023 führte inter 3 Schulungen für iranische Fachleute durch, und im Juli 2024 führten die im Iran geschulte Experten der zweiten Generation Kurse für Fachleute aus anderen Einzugsgebieten durch. inter 3 war verantwortlich für die Planung und Entwicklung des Bildungsmoduls für diese Kurse. Aufgrund des großen Zuspruchs der Teilnehmer und auf Wunsch des IWRMC ist geplant, die zweite Runde dieses Kurses im November 2024 unter Anwesenheit von Experten aus anderen Wassereinzugsgebieten Irans abzuhalten.

Zusätzlich wurden Vorbereitungen getroffen, um MHB durch verschiedene Treffen mit der Firma KISTERS mit der WISKI-Software zu verbinden. Die Eingabedaten für MHB wurden von geschulten iranischen Kollegen entsprechend dem benötigten Format der WISKI-Software vorbereitet. inter 3 hat den Abschluss dieses Prozesses geleitet.

Arbeitspaket C-3: SWAT

Die Hauptaufgabe dieses Arbeitspakets bestand darin, das Modell zu aktualisieren, fertigzustellen und Experten darin auszubilden. inter 3 war federführend. In enger Abstimmung mit der IWRMC wurde am Anfang des Projekts eine feste SWAT-Arbeitsgruppe (AG) mit 11 Expert*innen (3 von IWRMC, 2 von der Wasserbehörde Chaharmahal va Bakhtiari und 6 aus Isfahan) gegründet.

Ende August 2019 konnte dann das 1. Treffen mit der gesamten Arbeitsgruppe Online stattfinden und gemeinsam das Teilprojekt „Hydrologische Modellierung mit SWAT“ vorbereitet werden. Das offizielle Kickoff Treffen mit der SWAT-AG mit Präsentation und Einführung des Modells durch inter 3 fand dann Anfang September 2019 statt. In dieser und in den folgenden Sitzungen wurde zunächst die Theorie des SWAT-Modells ausführlich von inter 3 präsentiert und mit der AG diskutiert und analysiert. Diesen Sitzungen haben das Vertrauen der iranischen Expert*innen in das Modell und in seine Leistungsfähigkeit deutlich gestärkt, so dass Anfang Oktober 2019 dann die Schulungsmaßnahmen für die SWAT-AG starten konnten. Ziel der Schulungsmaßnahmen war, dass die AG Expert*innen (1) die Bereitstellung der erforderlichen Daten und Neuformatierung, (2) die Verwendung des Modells, (3) die Aktualisierung des Modells und (4) die Verwendung und Interpretation der Modellergebnisse erlernen. Dafür wurde von inter 3 eine Trainingsreihe mit zweistündigen Online Trainingseinheiten zu den folgenden 10 Hauptthemen konzipiert und vorbereitet:

1. Theoretische Grundlagen für die Arbeit mit SWAT
2. Installation und Aktivierung des SWAT-Modells
3. Erforderliche Daten zum Erstellen des Modells
4. Vorbereitung der Daten für die Eingabe in das Modell
5. Konstruktion eines SWAT-Modells für ein einfaches Einzugsgebiet ohne Berücksichtigung von Managementprojekten wie Wassertransferprojekte, Dämmen usw.
6. Änderung der Modelldatenbank
7. Konstruktion eines SWAT-Modells für ein Einzugsgebiet mit Punktwasserquellen (Wie Quellen, Brunnen und Qanats)
8. Konstruktion eines SWAT-Modells für ein Einzugsgebiet unter Berücksichtigung von Managementprojekten
9. Schematische Extraktion der Modellergebnisse
10. Analyse der Modellergebnisse

In 2-3 interaktiven Online Kurseinheiten pro Thema haben die Expert*innen aus der SWAT-AG gelernt und geübt, wie mit SWAT und ARCGIS gearbeitet wird sowie alles zu Datenvorbereitung, Fehlerbehebung etc.. Für jedes Thema wurde von inter 3 im Nachgang ein 5-minütiger Kurzfilm erstellt und den Teilnehmer*innen zum Nacharbeiten und Üben auf der Lernplattform zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus war inter 3 für direkten Support und Fragen den Expert*innen zur Verfügung.

Bis zum Ende des 2020 Jahres wurden von inter 3 insgesamt 10 Trainingskurse zu den ersten drei Themen durchgeführt, an denen jeweils mindestens 8 der AG-Expert*innen teilgenommen haben. Insgesamt wurden auch im Jahr 2021 mehr als 20 Trainingskurse (online) von inter 3 durchgeführt. Die Kurse wurden über die im Rahmen des Projektes dafür entwickelte Serverlandschaft organisiert und durchgeführt. Dort wurden den Kursteilnehmer:innen auch sämtliche Trainingsmaterialien sowie die Aufzeichnungen der Online-Veranstaltung zur Verfügung gestellt (Produkte: MOODLE-Kurs, BBB-Aufzeichnungen, Trainingsmaterialien wie pptx, pdf, interaktive Videos, Branching Scenario).

im Januar 2022 hielt inter 3 einen zweitägigen Schulungskurs in Präsenz in der Isfahan Wasserbehörde ab, an dem iranische Experten aus den Provinzen Isfahan und Chaharmahal teilgenommen haben. Am Ende dieses Kurses wurde den Teilnehmer:innen in Anwesenheit von Managern der Isfahaner Wasserbehörde das Zertifikat über den Abschluss des vorläufigen SWAT-Modellkurses überreicht. Die Kurse für Fortgeschrittene (einschließlich Sensitivitätsanalyse, Kalibrierung und Validierung komplexer Modelle wie des Zayandeh Rud SWAT-Modells) wurden online fortgesetzt.

Eine weitere Hauptaufgabe dieses Arbeitspakets bestand in der Aktualisierung des Modells, die gemeinsam mit iranischen Partnern durchgeführt wurde. Dazu wurden zunächst alle für die Aktualisierung des Modells erforderliche Daten zusammengestellt und bei den iranischen Partnern angefragt. Nach dem Erhalt wurden die Daten von inter 3 analysiert, korrigiert und Fehler behoben, um die Daten für das SWAT-Modell erforderliche Format vorzubereiten und das Modell wurde für die Jahre 2014 bis 2018 aktualisiert.

Bei dem Projekttreffen im Januar 2020 in Isfahan wurde darüber hinaus zusätzlich der Bedarf geäußert, die Ergebnisse des Modells so zu erweitern und aufzubereiten, dass sie für die Aufstellung einer Wasserbilanz genutzt werden können. Dabei war der Wert der Evapotranspiration die wichtigste noch fehlende Zahl. Das Modell wurde daher von inter 3 so weiterentwickelt, dass dieser Wert für alle rund 370 Teileinzugsgebiete zur Verfügung steht. Im August 2020 konnte das Modell dann probeweise

erfolgreich zur Bilanzierung der Wasserressourcen eingesetzt werden. Um die Ergebnisse des Modells effektiv zu präsentieren, wurde das im Jahr 2022 begonnene Management Excel Dashboard in enger Zusammenarbeit mit der SWAT-Arbeitsgruppe finalisiert. Dieses Dashboard hat sich als äußerst effizient erwiesen, um die Modellausführung zu verstehen, die Ergebnisse zu nutzen und anzuzeigen. Auf der Übergangskonferenz im Mai 2023 wurde das Dashboard und das aktualisierte Modell als eines der bedeutenden Ergebnisse der SWAT-Arbeitsgruppe iranischen Managern vorgestellt.

Darüber hinaus wurden umfassende Studien zum Klimawandel durchgeführt, wobei der Fokus auf der Modellierung mit dem SWAT-Modell lag. Dabei wurden verschiedene Szenarien (RCP2.6 und RCP8.5) im Rahmen der neuesten Generation des Coupled Model Inter Comparison Project Phase 5 (vom IPCC, CMIP5) verwendet. Mithilfe dieser Szenarien wurden Klimadaten (Niederschlag und Temperatur) für die Zukunft (2025-2050) simuliert. Die simulierten Klimakomponenten wurden in das aktualisierte SWAT-Modell von Zayandeh Rud für die geschätzten Wasserressourcenkomponenten, insbesondere den Oberflächenabfluss im Becken, integriert und das Modell wurde erneut ausgeführt. Die Ergebnisse wurden sorgfältig von der SWAT-Arbeitsgruppe analysiert und anschließend iranischen Managern präsentiert. Inter 3 führte Studien zum Klimawandel durch, wobei die von SWAT geschulte Arbeitsgruppe eine bedeutende Rolle spielte, insbesondere bei der sorgfältigen Vorbereitung der Eingabedaten für das Modell (Abbildung 10).

Für die kurzfristige Planung der Wasserzuteilung war es notwendig, dass WMT Tagesdaten erstellt, insbesondere natürliche Abflussdaten und hydrologische Informationen. Zudem war es erforderlich, den täglichen Wasserbedarf verschiedener landwirtschaftlicher Nutzpflanzen basierend auf gängigen landwirtschaftlichen Methoden zu schätzen. Diese Daten wurden mithilfe des SWAT-Modells generiert. Die Umsetzung dieser Aktivitäten wurde Ende 2023 gestartet und bis Ende Juni 2024 abgeschlossen.

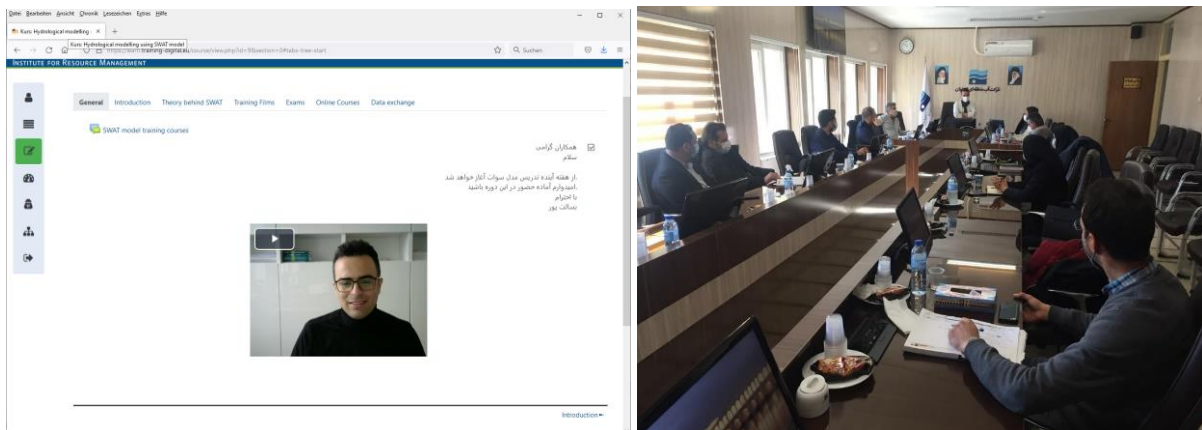


Abb. 10 MOODLE Kurs <https://learn.training-digital.eu> und Präsenztreffen mit SWAT AG in Isfahan am 5.1.2022

Arbeitspaket C-4: WISKI

Die Weiterentwicklung der Datenmanagement Software wurde in Abstimmung mit den iranischen Partnern und mit der Firma KISTERS von Inter 3 vorangetrieben. Die für das erste Quartal 2020 geplante erste Reise der Firma KISTERS konnte auf Grund der Corona-Pandemie nicht stattfinden. Außerdem musste zunächst eine Möglichkeit innerhalb von WISKI zur Beurteilung der Datenqualität innerhalb von einzelnen Messstationen und Vergleich der Datenqualität mit den benachbarten Messstationen

geschaffen und WISKI zur Generierung von fehlenden Daten oder Daten angepasst werden. All dies führte dazu, dass die Durchführung des Arbeitspaketes deutlich länger als geplant dauerte.

Mitte September 2020 fand das erste gemeinsame Online-Treffen von inter 3 und KISTERS mit der WISKI-AG statt zur Vorstellung der Firma KISTERS und Vorbereitung des Arbeitspaketes „Datenmanagement und Analyse mit WISKI“ und Abstimmung der Planung und Vorgehensweise. Das offizielle Kickoff Treffen fand dann Ende Oktober 2020 statt. Um mit den konkreten Arbeiten mit der WISKI-Software und auch den Trainingskursen zu beginnen, muss die WISKI-Software jedoch erst auch auf dem System der iranischen Kolleg*innen installiert werden. Hierfür müssen erst die notwendigen technischen Voraussetzungen und Kompetenzen für die Installation von der iranischen Seite und eine Fernverbindung für alle AG-Mitglieder*innen bereitgestellt werden. Dazu wurden von inter 3 die notwendigen Informationen zur Software zusammengestellt und damit begonnen ein Mitglied der AG mit ausreichenden IT-Kenntnissen darin zu schulen, die Einrichtung vorzunehmen.

Die WISKI-Arbeitsgruppe mit 9 Expert*innen (2 von IWRMC, 1 von der Wasserbehörde Chaharmahal und 6 aus Isfahan) wurde von inter 3 zusammengestellt und die Schulungskurse wurden in Absprache mit KISTERS geplant und begannen sofort am 15. Juni 2022. Im Jahr 2022 wurden insgesamt 7 Schulungen in der von inter 3 entwickelten MOODLE-Umgebung abgehalten. Die WISKI-Arbeitsgruppe sammelte auch Eingangsdaten für die Software (Abbildung 11). Die anfängliche Struktur der Datenbank wurde ebenfalls entworfen und nach Diskussion und Meinungsaustausch genehmigt.

Die WISKI-Software wurde in der Sitzung des WISKI-Arbeitskreises im Oktober 2022 dem Leiter des Büros für Daten- und Informationsmanagement des iranischen Energieministeriums vorgestellt. Sie baten darum, dass die Grundstruktur der WISKI-Datenbank so gestaltet wird, dass sie in Zukunft leicht auf andere Einzugsgebiete im Iran erweitert werden kann. Nach Diskussionen und Austausch mit der beauftragten Firma KISTERS wurde daher eine grundlegende Datenbankstruktur unter Berücksichtigung aller Einzugsgebiete im Iran von dem geschulten iranischen Team entworfen. Es wurde dann beschlossen, dass die Zayandeh Rud-Datenbank als Beispiel für alle anderen Einzugsgebiete vervollständigt werden sollte.

Die Fertigstellung der Zayandeh Rud-Datenbank Ende 2023 markierte einen wichtigen Meilenstein. In einer Sitzung mit dem iranischen Management wurde die Datenbank präsentiert und beschlossen, die Integration in das WMT durch die Verbindung von WISKI mit MHB zu initiieren. Die für diese Verbindung erforderlichen Codes wurden von KISTERS erstellt, wobei ein iranischer Experte den gesamten Prozess begleitete, um Schulungen für ähnliche Zwecke in Zukunft bereitzustellen.

Im 09. Oktober 2024 wurden während eines von KISTERS abgehaltenen und von inter 3 geleiteten 4-stündigen Workshops die Verbindung der zwei Softwareprogramme sowie die technischen Probleme in Anwesenheit iranischer Experten vorgestellt und bewertet (Abbildung 12).

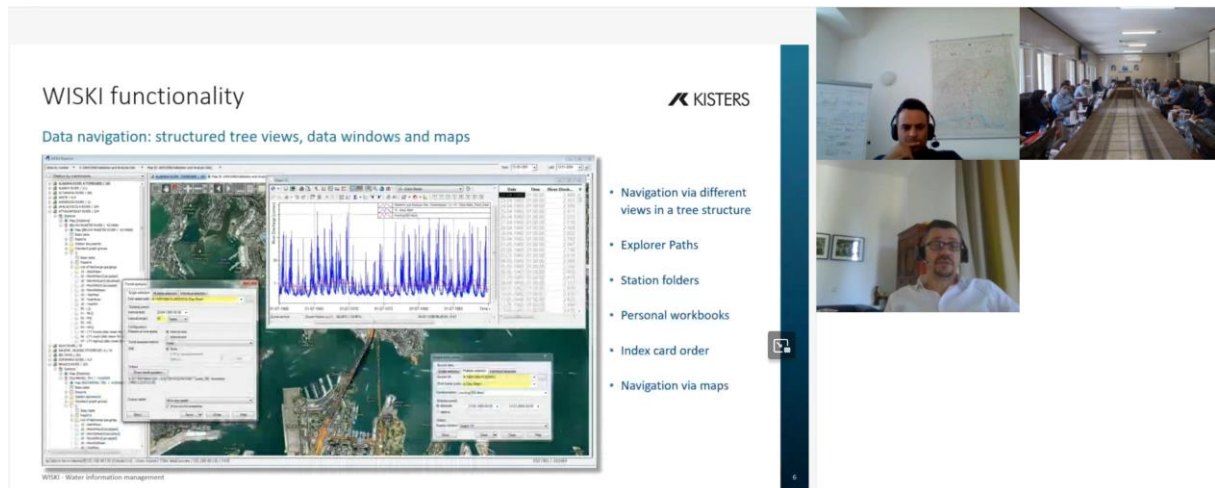


Abb. 11 WISKI Trainingskurs

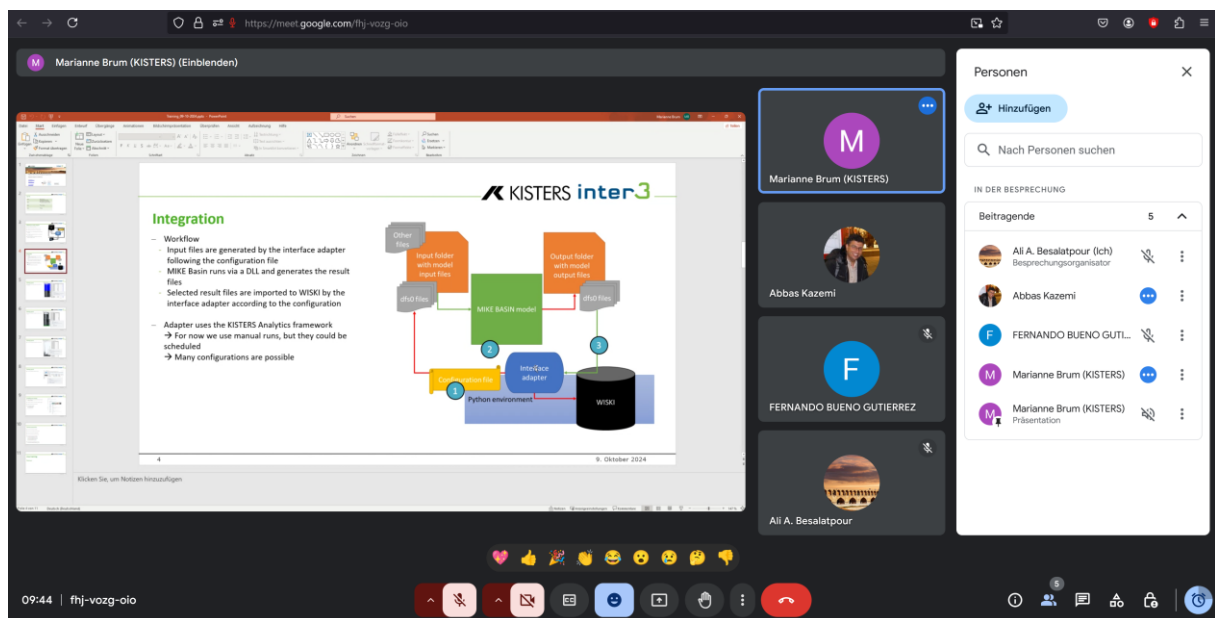


Abb. 12 Schulungsworkshop zur Integration der WISKI-Software

II.3.4 Modul D Implementierung Industrie

Das Modul lag in der Verantwortung der TU Berlin. Detaillierte Aussagen zu den Planungen und Ablauf finden sich im Endbericht der TU Berlin (FKZ 02WM1532C). Schwerpunkt der Aktivitäten von inter 3 in diesem Arbeitspaket waren die Abstimmung und Konkretisierung der praktischen Aktivitäten mit den iranischen Partnern.

Die Abstimmung mit dem iranischen Partner ESCO wurde zunächst von inter 3 nach Projektstart begonnen und Dr. Besalatpour hatte das Teilprojekt von im Oktober 2020 im Iran vorgestellt und diskutiert. ESCO stand bereit für den Projektstart, und hatte dies auch inter 3 und der TU Berlin bestätigt. Allerdings benötigte ESCO als Industrieunternehmen im Iran eine offizielle Genehmigung des Ministeriums für die direkte Zusammenarbeit mit internationalen Institutionen. Das

Energieministerium hatte Ende 2020 diese Genehmigung mündlich zugesagt, aber der formale Genehmigungsprozess und ein offizielles Schreiben dauerte, so dass Vor-Ort Aktivitäten mit der TU Berlin noch nicht konkretisiert werden konnten. Die offizielle (schriftliche) Genehmigung wurde erst nach intensivem Nachhaken und Briefen seitens inter 3 im April 2020 erteilt.

In dem ersten Teilprojekttreffen zwischen inter 3 und TU Berlin zur Konkretisierung der Projektplanung im Januar 2020 wurde vereinbart, dass die Teilprojektkoordination in dieser Phase dezentral bei der TU Berlin liegt und diese nach erfolgter offizieller Genehmigung direkt mit dem Partner ESCO zusammenarbeiten wird. Die Verbundleitung inter 3 wurde im Projektverlauf über alle laufenden Aktivitäten informiert und stand für Trouble-Shooting bereit. Darüber hinaus unterstützte inter 3 die TU Berlin im Arbeitspaket D-3 bei der Entwicklung der Bildungsmodule sowohl didaktisch, inhaltlich als auch technisch und kümmerte sich um die Abstimmung mit GITC bzw. der NWWEC (siehe auch II.3.2).

II.3.5 Modul E Projektmanagement und Public Relation

Im Rahmen des Moduls wurden zahlreiche Aktivitäten durchgeführt, die wesentlich zur Erreichung unserer Ziele beigetragen haben, auch wenn sie insbesondere auf Grund der Corona Pandemie und der politischen Situation im Iran nicht den gewünschten Umfang und Qualität erreichten.

Die Abstimmung der Teilprojekte mit unseren Verbundpartnern in Deutschland und im Iran war ein herausfordernder und zugleich zentraler Bestandteil der Arbeiten in diesem Arbeitspaket. Regelmäßige Projekttreffen und die Organisation von Delegationsreisen, einschließlich der Planung von Besuchsprogrammen für internationale Veranstaltungen wie der IFAT 2020, trugen maßgeblich dazu bei, unsere Zusammenarbeit zu festigen und die notwendige institutionelle Unterstützung sicherzustellen. Dies gilt auch, obwohl die geplanten Delegationsreisen auf ein Minimum reduziert wurden und der IFAT Besuch nicht erfolgte.

Die Aktualisierung der Projektwebsite www.iwrn-zayandehrud.com war ein weiterer wichtiger Schritt. Hier wurden die aktuellen Projektziele, Partnerinformationen und die Ergebnisse der vorangegangenen Projektphase transparent dargestellt, was zur Verankerung unserer Fortschritte beitrug und die Kommunikation mit interessierten Stakeholdern verbesserte. Diese Homepage wurde zum Ende des Vorhabens in einer neuen Homepage integriert, die im Iran erstellt und dauerhaft betrieben wird.

Durch die Verbreitung von Pressemitteilungen oder die Präsentation auf internationalen Plattformen wie dem iranischen Tag der Wissenschaft und anderen Fachveranstaltungen sollten die Projektergebnisse verbreitet werden. Dies wäre entscheidend gewesen, um sowohl die wissenschaftliche Gemeinschaft als auch politische Entscheidungsträger im Iran zu erreichen und für unser Vorhaben zu sensibilisieren. Auch diese Veranstaltungen mussten aus genannten Gründen kurzfristige Absage werden.

Um die wissenschaftlichen Projektergebnissen und -erkenntnisse zu verbreiten wurden in diesem Modul die wissenschaftlichen Aufsätze von Projektpartner und externe Experten gesammelt und für eine Veröffentlichung bei Springer Nature vorbereitet, was einen bedeutenden Beitrag zur globalen

Verbreitung unserer Forschungsergebnisse leistete und die Position von deutschen Projektbeteiligten als Experten im Bereich integriertes Wasserressourcenmanagement stärkte.

Die Organisation und Durchführung von Verbundtreffen spielten eine wesentliche Rolle beim Monitoring des Projektfortschritts und der rechtzeitigen Anpassung unserer Strategien. Insbesondere das Abschlussverbundtreffen mit dem Projektträger und die Abschlusskonferenz in Berlin ermöglichte eine detaillierte Bilanzierung der erzielten Ergebnisse und eine strategische Ausrichtung für die Zukunft.

Alle genannten Tätigkeiten waren essenziell, um die definierten Projektziele, soweit die besonderen Rahmenbedingungen während der Projektarbeit dies zuließen. Sie trugen dazu bei, die transdisziplinäre Zusammenarbeit zu fördern, Wissenstransfer zu ermöglichen und unsere Ergebnisse sowohl national als auch international zu positionieren. Die Pflege der technischen Infrastruktur und die kontinuierliche Aktualisierung der Projektwebsite sicherten die Transparenz und Nachvollziehbarkeit unserer Arbeitsschritte.

Trotz der erfolgreichen Durchführung der meisten geplanten Aktivitäten gab es auch Herausforderungen. Insbesondere mussten geplante PR-Aktionen und Delegationsreisen aufgrund externer Umstände verschoben werden, was die zeitliche Planung beeinträchtigte und die unmittelbare Wirkung auf die Stakeholder-Kommunikation verzögerte.

II.4 Erzielte Ergebnisse

Dieses Kapitel beschreibt die Resultate des IWRM-Projekts Zayandeh Rud, das als Meilenstein in der iranisch-deutschen Zusammenarbeit im Bereich des integrierten Wasserressourcenmanagements bezeichnet werden kann. Das Projekt zielte darauf ab, die zentralen Elemente eines nachhaltigen Wasserbewirtschaftungssystems für das Einzugsgebiet Zayandeh Rud zu entwickeln und in die Entscheidungsprozesse zu integrieren. Die erzielte Projektergebnisse schaffen nicht nur eine solide Basis für eine nachhaltige Bewirtschaftung der Wasserressourcen in dieser wasserarmen Region, sondern liefern zugleich ein Modell, das als Vorbild für andere iranische Einzugsgebiete dient.

Diese Projektergebnisse sind Ausdruck einer erfolgreichen Anpassung an die lokalen und nationalen Anforderungen des iranischen Wassersektors, die in enger Abstimmung mit den beteiligten Partnern kontinuierlich weiterentwickelt wurden. Die Wirksamkeit der Maßnahmen zeigt, wie die Zusammenarbeit und die gezielte Anpassung an regionale strukturelle zu nachhaltigen Lösungen führen können.

Der folgende Abschnitt gibt einen detaillierten Überblick über die erzielten Fortschritte und Erfolge, die sowohl die Handlungsfähigkeit der lokalen Institutionen gestärkt als auch den Weg für eine Übertragung der Projektergebnisse auf andere Regionen im Iran geebnet haben.

II.4.1 Modul A Organisationsentwicklung

Grundsätzlich wurden im Moduls A zwei Hauptergebnisse erzielt:

- 1) Der Bewirtschaftungsplan wurde speziell für das Einzugsgebiet Zayandeh Rud auf nationaler Ebene entworfen. Innerhalb der Projektlaufzeit wurden fünf Kapitel als Musterkapitel erstellt. Während des gesamten Schreibprozesses wurden die iranischen Kolleg:innen begleitet und gecoacht, um sie in die Lage zu versetzen, die restlichen Kapitel eigenständig zu verfassen. Das Projekt stellte den Kolleg:innen die notwendige Infrastruktur und Fortbildung zur Verfügung, so dass sie nach Abschluss des Projekts in der Lage sind, ihr Wissen auf andere Flusseinzugsgebiete zu übertragen und ihre Kolleg:innen mit den erforderlichen Kompetenzen auszustatten. Zusammenfassend ist hervorzuheben, dass dies der erste Bewirtschaftungsplan ist, der im Iran verfasst und evaluiert wurde. Aufgrund der engen Zusammenarbeit und Betreuung der iranischen Kolleg:innen sind wir zuversichtlich, dass weitere Bewirtschaftungspläne für andere Flusseinzugsgebiete folgen werden.
- 2) Die Organisation und die Aktivitäten des integrierten Wasserressourcenmanagements (IWRM) wurden vollständig neu strukturiert. Dabei sind drei wesentliche Ergebnisse hervorzuheben:
 - a) Die Ausarbeitung der Strukturen und Aufgaben des IWRM auf nationaler Ebene sowie speziell bezogen auf das Zayandeh-Rud Flusseinzugsgebiet.
 - b) Die Einrichtung des ersten IWRM-Büros im Iran, welches aus den Einheiten (I) Wasserbewirtschaftungsinstrumente, (II) Koordinierung und Beteiligung der Akteure sowie (III) Datenmanagement und Analyse besteht. Innerhalb des Büros wurden durch einen intensiven Austausch mit den iranischen Kolleg:innen die Rollen und Verantwortlichkeiten der einzelnen Mitarbeitenden beschrieben und definiert.

- c) Zudem wurden verschiedene Stakeholder, darunter Landwirte, Zivilgesellschaft und politische Akteure, mit dem IWRM-Büro vernetzt und vertraut gemacht.

Zusammenfassend sieht inter 3 die iranischen Kolleg:innen mit der neuen organisatorischen Einheit und dem Bewirtschaftungsplan gut auf zukünftige Arbeiten vorbereitet.

II.4.2 Modul B Capacity Development

Aufgrund der oben beschriebenen Gründe konnte das übergeordnete Ziel ein nachhaltiges funktionierendes GITC trotz intensivster Bemühungen und klare Bekenntnisse der iranischen Entscheidungsträger am Ende der Implementierungsphase nicht erreicht werden. Teilergebnisse in den einzelnen Arbeitspaketen sind jedoch durchaus zu verzeichnen und werden im Folgenden beschrieben.

Arbeitspaket B-1 Betriebsbefähigung GITC

Das Arbeitspaket lag in der Verantwortung des Teilprojektes der DWA. Inhaltliche Aussagen zu den Ergebnissen dieses Arbeitspaketes finden sich daher im Endbericht der DWA (FKZ 02WM1532B). Schwerpunkt der Aktivitäten von inter 3 in diesem Arbeitspaket waren die Abstimmung mit den iranischen Partnern, die Konkretisierung des Geschäftsmodells und die Entwicklung eines nachhaltigen Businessplans.

Zu Beginn der Implementierungsphase Ende 2019 konnte in mehreren Gesprächen und Treffen mit den verschiedenen Akteuren im Energieministerium sowie der National Water & Wastewater Company erfolgreich von inter 3 ein arbeitsfähiges, vollständig befugtes und satzungsmäßig konstituiertes Trainingsinstitut als unabdingbare Grundlage für die praktischen Arbeiten der DWA hergestellt werden. Die letzte notwendige offizielle Genehmigung für die Ausstellung von Zertifikaten durch das GITC wurde am 13.11.2019 vom Energieministerium erteilt. Daraufhin fanden viele Treffen und Gespräche mit der Leitung des Zentrums und der DWA statt, um die Struktur des Zentrums und dessen Geschäftsmodell zu vervollständigen sowie die ersten Fachtrainingskurse durch ausgebildete iranische Trainer vorzubereiten (siehe AP B-3).

Als im Rahmen der umfangreichen Reorganisation des Wassersektors das Trainingsdepartement des Energieministerium deutlich verkleinert und dessen Aufgaben aus dem Ministerium ausgelagert wurden, sollte der größte Teil an Weiterbildungsinstitutionen außerhalb des Ministeriums an neue Personalien übertragen werden. Der Leiter des GITC Dr. Fadaei wurde 2021 vom iranischen Energieminister auch zum Leiter des Zentrums für Fachausbildung und berufliche Qualifizierung in der Wasser- und Stromwirtschaft ernannt. Er selbst gab an, dass er die Erfahrungen, die er während des IWRM-Projekts bis dahin gesammelt hatte, in diesem Zentrum nutzen zu wollen. Er begrüßte im Sinne des im Projekt entwickelten Geschäftsmodells eine Abkopplung des operativen Geschäfts des GITC vom Ministerium und eine Ausrichtung auf eine private Institution. Mit ihm und mit

verschiedenen iranischen Bildungseinrichtungen (Kian Control, Uni Isfahan) aber auch mit privaten Unternehmen wie FESTO führte inter 3 Gespräche und erarbeitete Vorschläge. Eine Entscheidung blieb aber aufgrund von personellem Wechsel wichtiger Entscheidungsträger und strukturellen Änderungen bei der NWWEC aus, trotz des starken Wunsches der iranischen Seite, die Tätigkeit des Zentrums fortzusetzen. Selbst im letzten Jahr des Projektes wurde versucht, das Zentrum am Leben zu erhalten. Wie die ständigen Nachforschungen von inter 3 ergaben, hat der iranische Energieminister an seinen Stellvertreter geschrieben mögliche Lösungen für die Wiederinbetriebnahme des Zentrums zu entwickeln. In diesem Zusammenhang wurde versucht, die Satzung des Zentrums zu ändern, um seine Reaktivierung auf der Grundlage der neuen Gesetze und Strukturen des iranischen Energieministeriums zu ermöglichen.

Arbeitspaket B-2 Auswahl und Erprobung von digitalen Technologien

Das spezifische Ziel des Arbeitspaketes war es, der Frage nachzugehen, welche und inwieweit Digitalisierungstechnologien beim GITC zu Arbeitserleichterung und Ressourceneffizienz beim internationalen Wissenstransfer beitragen können. Vorrangig ging es darum Vorortaufenthalte für Training of Trainer Maßnahmen zu reduzieren und die Peer-to-Peer Kommunikation und den Austausch zwischen deutschen und iranischen Trainer*innen digital zu unterstützen und einen strukturierten, zeit- und ortsunabhängigen Zugriff auf existierende Bildungsmaterialien und Lernaktivitäten zu schaffen. Die Technologien sollten dabei nicht nur bedarfsorientiert, sondern vor allem nutzer- und zielgruppengerecht sein. Dieses Ziel bekam bedingt durch die weltweiten Einschränkungen durch die Covid-19-Pandemie ab Februar 2020 eine ganz andere Dimension, so dass plötzlich durch den Wegfall die absolute Notwendigkeit der digitalen Zusammenarbeit bestand. Im Vorfeld erwartete Hemmschwellen bei der Nutzung digitaler Tools traten daher im Projektverlauf situationsbedingt nicht auf.

Als Ergebnis der Workshops und Gesprächen mit iranischen und deutschen Trainer*innen zu den Bedarfen und Anforderungen an die Technologien am Anfang des Projektes hatte sich gezeigt, dass der Fokus bei der Auswahl von Technologien vor allem auf frei verfügbare Lösungen/Tools gelegt werden sollte, die auch im internationalen Raum verbreitet und mehrsprachig verfügbar und möglichst über eine Plattform zugänglich sind, die viele verschiedene Kommunikationsformate und Lern-/Lehraktivitäten unterstützt.

Die Entscheidung fiel daher auf das Open Source Lernmanagementsystem MOODLE⁵, welches zum einen auch über ein Sprachpaket Farsi verfügt und zum anderen über diverse Plugins modular erweiterbar ist. So lassen sich u.a. die Open Source Cloud-Lösung und Kollaborationssoftware Nextcloud/OnlyOffice als zusätzlichen Inhaltsspeicher für Materialien, sowie die Open Source Videokommunikationssysteme Jitsi und BigBlueButton und das Open Source HTML5 Paket H5P als

⁵ Siehe <https://moodle.org/>

Autorentool für interaktive Inhalte als weitere Aktivitäten in MOODLE anbinden und bilden so eine übergreifende digitale Plattform für die Zusammenarbeit (siehe Abbildung 13).

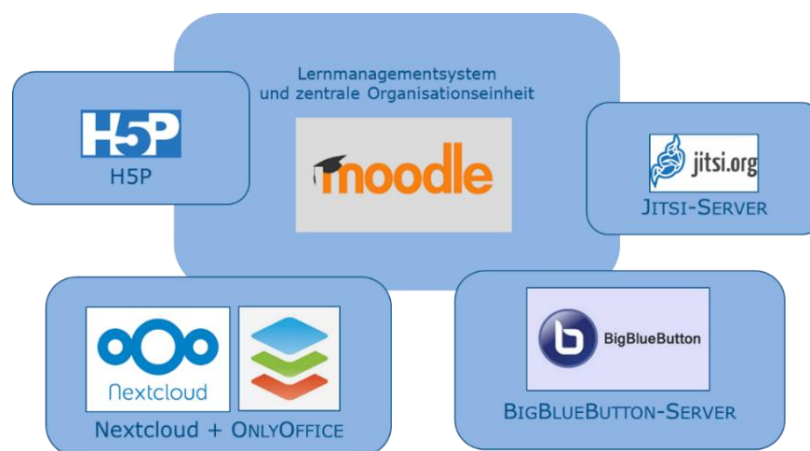


Abb. 13. Serverlandschaft mit den Webbasierten Applikationen

Zur Umsetzung eines solchen Systems wurde bei inter 3 zunächst eine Docker MOODLE-Instanz und Nextcloud auf dem firmeneigenen Server installiert und erfolgreich getestet. Mit Beginn der COVID-19-Pandemie und der komplette Wegfall von Präsenzmöglichkeiten zur Durchführung von Aktivitäten zeigten sich jedoch sehr schnell die Kapazitätsgrenzen eines derartigen Inhouse-Systems im produktiven Betrieb, da die Anforderungen dieser Webanwendungen an die zugrunde liegende Hardware mit steigenden gleichzeitigen Nutzerzahlen sehr schnell steigen.

Mit der Unterstützung von einem externen Berater konnte dann erfolgreich eine integrierte Serverlandschaft mit je einem eigenen separaten Server für die MOODLE-Instanz, einen für Nextcloud/OnlyOffice und die Jitsi-Instanz und einen für das BigBlueButton System aufgebaut werden. Zusammengeführt in MOODLE konnte die Serverlandschaft als Digitales LERNHAUS (Zugang über <https://learn.training-digital.eu> siehe Abbildung 14) im Projekt etabliert werden, das für Schulungen und Meetings genutzt wurde und so eine effiziente Zusammenarbeit aller Beteiligten trotz des zeitweise absoluten Wegfalls von Präsenzphasen während des Projektes gewährleistete.

In Zusammenarbeit mit den iranischen Partnern wurden im Digitalen LERNHAUS verschiedenste Lernformate und -arrangements konzeptioniert und erprobt. Dazu gehörten u.a. Flipped Classroom Konzepte mit der Erstellung und Bereitstellung von digitalen Lernmaterialien für Selbstlernphasen (Video, interaktive H5P Contents, Quizze etc.) und anschließenden Online-Workshops für den direkten Austausch sowie der Aufbau von Foren für den Austausch im Nachgang von Schulungen.

Mit dem Digitalen LERNHAUS und dem technisch, didaktisch und organisatorischem Support von inter 3 im Rahmen dieses Arbeitspaketes konnten alle Trainings- und Schulungsaktivitäten im AP B-3 sowie Modul A, C und D erfolgreich als Kurse in einer Kombination von verschiedenen Lernaktivitäten wie u.a. synchrone Online-Treffen über BigBlueButton und deren Aufzeichnung, Chat- und Forumsaktivitäten von MOODLE sowie Selbstlernphasen über die Bereitstellung von in H5P interaktiv

aufbereiteten Lernvideos, Lernmaterialien und Übungen etc. organisiert, verwaltet, durchgeführt, dokumentiert und festgehalten werden.

Den Bedürfnissen der potentiellen Nutzer:innen entsprechend wurde im Projektverlauf angepasste „Use Cases“ identifiziert, erprobt und kleine Tutorials und Howtos für verschiedene, häufig benötigte wiederkehrende Aktivitäten erstellt. So z.B. für die Bereitstellung von Videos in MOODLE über Nextcloud Mount anstatt über freie Plattformen wie YouTube oder kostenpflichtige wie Vimeo, was Vorteile wie „Video nicht öffentlich verfügbar, kontrollierter Zugang, Link in MOODLE nicht sichtbar, Download erschwert aber trotzdem keinen zusätzlichen Kosten wie bei Vimeo und das Video kann jederzeit aktualisiert werden“ mit sich bringt und gerade für die Wahrung von Besitzrechten in der internationalen Zusammenarbeit von fundamentaler Bedeutung ist.

Die Möglichkeiten des Digitalen LERNHAUS und die gesammelten Erfahrungen damit wurden schon im Projektverlauf verschiedenen Akteuren der internationalen Zusammenarbeit erfolgreich präsentiert und diskutiert wie z.B. bei German Water Partnership (GWP) im Kontext Betreiberpartnerschaften, beim Arbeitskreis Betrieb und Bildung und im Rahmen des Projektes AGTIWAS sowie bei der ATB Water GmbH der DWA, Hamburg Wasser und der Stadtentwässerung Dresden. Die Erkenntnisse aus dem Projekt haben bei den Akteuren wichtige Impulse geliefert. Sowohl GWP als auch die DWA haben inzwischen ihre eigene MOODLE Instanz.

Darüber hinaus wurden erfolgreich von inter 3 interaktive Lernmaterialien und innovative Präsentationstechniken für den geplanten Showroom erprobt und z.B. 360° Virtuelle Touren beispielhaft mit H5P für interessierte Firmen erstellt (siehe Abbildung 15).

Um die Funktionalität der Plattform auch über die Projektlaufzeit sicher zu stellen, wurde im letzten Projektjahr die neueste Version des Lernmanagementsystems MOODLE neu entwickelt und implementiert. inter 3 übernimmt bis auf weiteres die Betreuung und Aktualisierung der Plattform für die iranischen Partner.

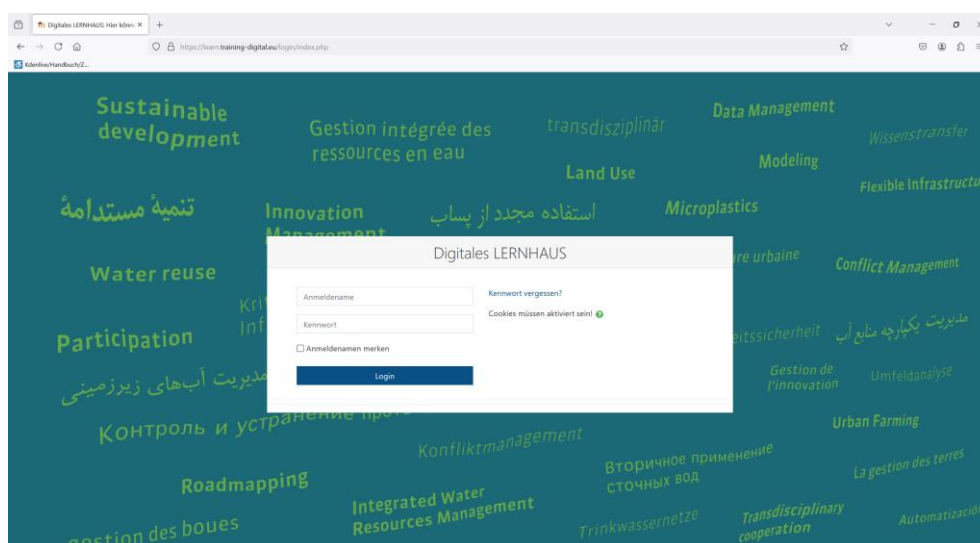


Abb. 14. Screenshot Digitales LERNHAUS, <https://learn.training-digital.eu>



Abb. 15. Screenshot H5P 360° View Tour für eine UV-Anlage zur Hygienisierung von gereinigtem Abwasser

Arbeitspaket B-3 Weiterentwicklung des Bildungsangebots

Das Modul lag in der Verantwortung des Teilprojektes der DWA. Weitere Aussagen zu den Ergebnissen befinden sich daher im Endbericht der DWA (FKZ 02WM1532B).

Im Rahmen dieses Arbeitspaketes sollten einerseits die in Phase II des Projektes entwickelten Trainingsmodule weiterentwickelt und implementiert sowie das Angebot im Sinne eines IWRM um wasserwirtschaftliche, Sektor übergreifende Themen diversifiziert werden. Übergeordnetes Ziel des Arbeitspaketes war es, den deutsch-iranischen Entwicklungsprozess von Bildungsangeboten zu optimieren, zu strukturieren und zu systematisieren. Dafür sollte die (Weiter-)Entwicklung der Bildungsmodule und ihre Umsetzung projektbegleitend evaluiert.

Zu Beginn des Projektes wurde daher gemeinsam mit der DWA und dem GITC Management ein Evaluationskonzept sowie ein systematisierter Ablaufplan für die Einführung neuer Bildungsmodule und Curricula Entwicklung erarbeitet.

Vor dem geplanten Start neuer ToT-Module wurden die Ergebnisse von den bereits durchgeführten Modulen aus der zweiten Phase in zwei Trainingskursen durch die iranische Trainer:innen des GITC bei der NWWEC in Teheran durchgeführt und von der DWA und inter 3 in Präsenz evaluiert.

Vom 16.-18.02.2020 wurde der erste fachliche Schulungskurs „Operation and maintenance of sewage treatment plants“ der „zweiten Generation“, d.h. von GITC in der zweiten Phase didaktisch und fachlich geschulte Trainer, erfolgreich mit 23 Teilnehmer:innen durchgeführt und evaluiert werden.

Parallel dazu wurde vom 17.-18.02.2020 der erste Training of trainer (ToT) Basis Kurs „Competency based knowledge transfer in adult education and lifelong learning activities and best practice

transfer“ durch zwei durch die DWA in der zweiten Projektphase für GITC geschulte Trainer mit 13 Teilnehmer:innen erfolgreich durchgeführt und evaluiert.

In beiden Trainings zeigten die vom Projekt vorbereiteten einheimischen Trainer exzellente Performanz in Inhalt und Methodik. Der freiberufliche tätige Trainerpool des GITC war zu diesem Zeitpunkt (02/2020) sowohl methodisch als auch fachlich einsatzfähig (siehe Schlussbericht DWA).

Um nach dem Ausbruch der Covid-19-Pandemie die Weiterentwicklung des Bildungsangebots trotz Verbot von Präsenzveranstaltungen voranzutreiben wurde von der DWA und inter 3 aufbauend auf den Erkenntnissen aus AP B-2 ein Konzept und zur „Digital kollaborativen Kursentwicklung für den Iran mit GITC“ für das Beispiel „Decentral Water & Wastewater Treatment Plants“ ausgearbeitet (siehe Abbildung 16 und Anhang). Zu einer Durchführung kam es letztendlich aus beschriebenen Gründen nicht.

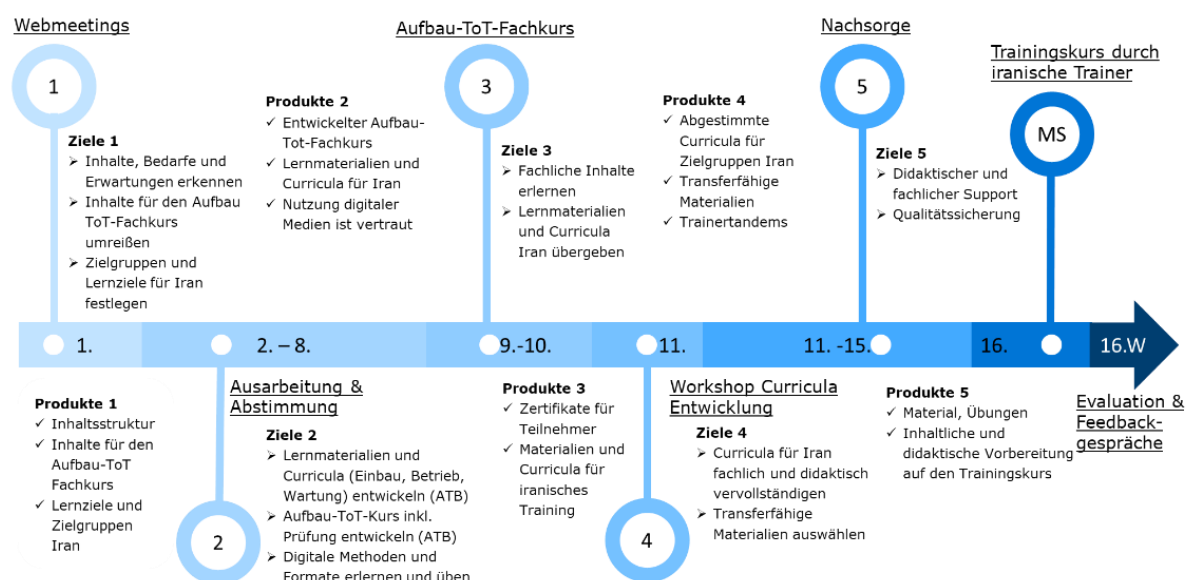


Abb. 16. Roadmap „Digitale Kursentwicklung GITC“, eigene Darstellung inter 3

Arbeitspaket B-4 Erschließung weiterer Tätigkeitsfelder

B-4-1 Kläranlagennachbarschaften: Das Weiterbildungskonzept der Kläranlagennachbarschaften wurde 2020 in einem nationalweiten Online-Treffen mit 8 Expert*innen von NWWEC sowie 2 Vertreter von MoE (Deputy Standards, Director of HR Training Department) von der DWA vorgestellt und mögliche Pilotansätze diskutiert (siehe auch Schlussbericht der DWA FKZ 02WM1532A).

In Anbetracht der anders gelagerten Situation im Iran kamen die iranischen Partner jedoch zu der Einschätzung das sie zum jetzigen Zeitpunkt kein Bedarf an einem nationalen Pilotprojekt sehen. Ein wichtiger Grund hierfür war die 2020 durchgeführte Reorganisation der Wasserbetriebe. Die ländlichen Wasser- und Abwasserbetriebe wurden im Jahr 2020 mit den städtischen Betrieben zu

einer Einheit fusioniert. Die Betriebe befanden sich in der Zeit in einem Umbauprozess, der zunächst finalisiert werden soll.

B-4-2 Berufswettbewerb: Als ein weiteres Tätigkeitsfeld des GITC wurde im Projekt das bei der DWA in Deutschland etablierte und erfolgreiche Schulungsformat „Berufswettbewerb“ für die Förderung des nationalen Austauschs untersucht. Während auf internationaler Ebene der Iran schon seit einigen Jahren auch bei den World Skills Water Technology präsent ist, gab es dies auf nationaler Ebene bisher noch nicht.

Der erste im Iran veranstaltete nationale Berufswettbewerb im Bereich „Water Technology“ organisiert von der NWWEC fand am 29. Dezember 2019 bis 01. Januar 2020 statt und wurde von den Isfahaner Wasserbetrieben durchgeführt. Zusammen mit der DWA sollte in Absprache mit dem GITC Management im Rahmen des Projektes der Wettbewerb evaluiert und das Konzept in Hinblick auf Weiterführung durch das GITC weiterentwickelt und Optimierungspotentiale durch dieses identifiziert werden (Abbildung 17).

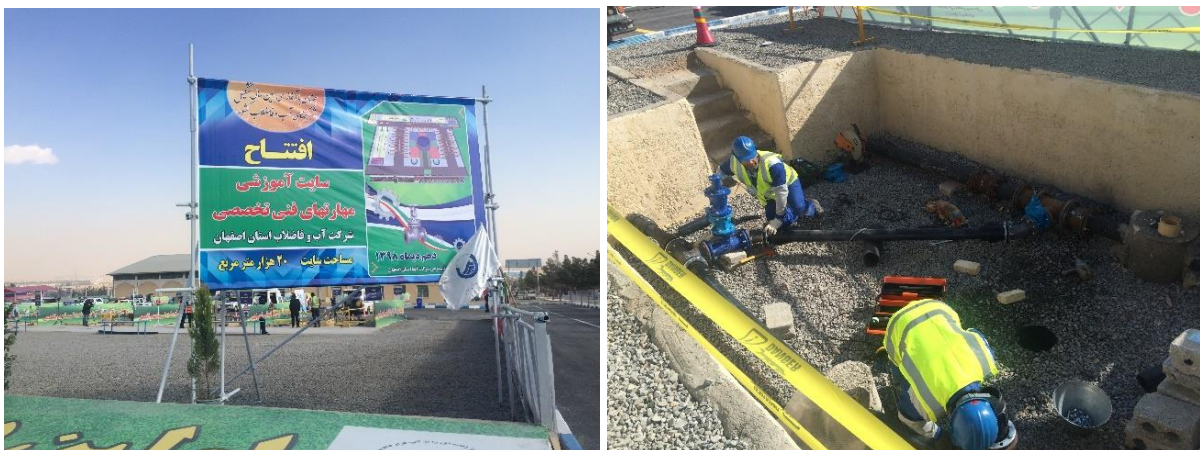


Abb. 17 Skills competition in Esfahan 2019/2020, Fotos: inter 3

Der Wettbewerb in Isfahan wurde daher von inter 3 besucht, um die Wettbewerbssituation und -bedingungen zu besichtigen und die Qualität und Zufriedenheit zu bewerten. Die Evaluation des Wettbewerbs erfolgte durch Interviews mit Teilnehmer*innen und Verantwortlichen sowie eine schriftliche Befragung von rund 50 Teilnehmenden (Abbildung 18).



Abb. 18 Interviews und schriftliche Befragung beim Wettbewerb, Fotos: inter 3

Die Befragungsergebnisse wurden von inter 3 analysiert und gemeinsam mit der DWA im Folgebesuch im Februar 2020 in Isfahan mit den Veranstaltern und in Teheran bei der NWWEC allen Beteiligten präsentiert (siehe auch Schlussbericht der DWA, FKZ 02WM1532B). Im Zentrum der anschließenden Diskussion standen die identifizierten Optimierungspotentiale und die Möglichkeit der Unterstützung des GITC-Teams bei der Verbesserung des Wettbewerbskonzeptes und seiner Durchführung.

Sobald es im Iran wieder zulässig ist Präsenzveranstaltungen durchzuführen, sollte ein zweiter Berufswettbewerb im Iran dann gemeinsam mit dem GITC geplant, gestaltet und umgesetzt werden. Für diesen zukünftigen Wettbewerb sollten die Verbesserungsideen des GITC-Teams weiter konkretisiert und mit den Verantwortlichen in der NWWEC diskutiert und verabschiedet werden. Anschließend sollten die Vorschläge in dieser zweiten Veranstaltung umgesetzt und erneut evaluiert werden. Dazu ist es aus den bereits beschriebenen Gründen während des weiterem Projektverlaufs nicht gekommen.

B-4-3 Betreiberunterstützung: Nach erfolgreichen Abstimmungen und Konkretisierung des Teilprojektes mit den iranischen Partnern und Abschluss des Unterauftrages mit Hamburg Wasser Ende 2019 konnten die geplanten Leistungen des Teilprojektes aus beschriebenen Gründen in der Projektlaufzeit nicht umgesetzt werden.

Um den zu Beginn erfolgreich aufgebauten Kontakt zu NWWEC nicht abreißen zu lassen und die Zeit zur inhaltlichen Vorbereitung des Teilprojektes zu nutzen, wurde Mitte 2020 in enger Abstimmung mit NWWEC ein Webmeeting organisiert, bei dem gemeinsam mit der DWA und Hamburg Wasser das seit mehr als 30 Jahren verwendete DWA-Instrument der nationalen Umfrage zum Zustand der Kanalisation in Deutschland präsentiert und als Projektidee für den Iran diskutiert wurde. An dem Online-Treffen nahmen insgesamt 14 Vertreter*innen der NWWEC sowie von fünf großen Regionalen Wasser-Abwasserbetrieben teil. Die Projektidee stieß auf iranischer Seite auf großen Anklang, so dass von inter 3 im Nachgang des Treffens die geplante Vorgehensweise konkretisiert und mit der NWWEC abgestimmt wurde. Anfang November 2020 wurde dann offiziell von der NWWEC entschieden, die Projektidee einer Anpassung der Kanalzustandsbefragung an iranische Verhältnisse weiter zu verfolgen.

Gemeinsam mit den iranischen Partnern von der NWWEC und mit Unterstützung von Saeed Shadanpour von Hamburg Wasser konnte in mehreren Online-Treffen ein Fragebogen für die Kanalzustandserfassung für den Iran in Anlehnung an die DWA Umfrage ausgearbeitet werden. Durch die iranischen Partner wurde dann 2021/2022 ein pilothafte Kanalzustandserfassung bei vier großen Abwasserbetrieben durchgeführt und ausgewertet. Wichtige Erkenntnis aus der Pilotbefragung war insbesondere, dass es für ein derartige Zustandserfassung aktuell im Iran noch klar definierte Datenerhebungsaufgaben bei den einzelnen Betrieben fehlen und dies für die Zukunft angepasst werden muss.

II.4.3 Modul C Decision Support System (DSS)

Wie in Abschnitt II.2.3 erwähnt, basierte das DSS auf vier unabhängigen Modellen, darunter ein Modell für den Klimawandel, ein Oberflächenwassermodell (SWAT), ein Grundwassermodell (FEFLOW) und das MHB-Modell. Außerdem wurde die für das Einzugsgebiet des Zayandeh Rud erstellte Datenbank in der Software WISKI implementiert. In diesem Abschnitt werden die Teilergebnisse jedes dieser Modelle separat vorgestellt.

Arbeitspaket C-1-1: FEFLOW

AQUASOIL führte als Unterauftragnehmer dieses Arbeitspaket im Auftrag der TU Berlin durch. Die Arbeiten und Ergebnisse sind ausführlich im Bericht „Groundwater Models Zayandeh Rud, Final Report“ von AQUASOIL als Anlage des Schlussberichts der TU Berlin (FKZ 02WM1532C) detailliert beschrieben. Hier ein sehr kurzer Überblick über die geleistete Arbeit.

Vergleich mit früheren Phasen: In dieser Phase des Projekts wurden wesentliche Fortschritte bei der Datenanalyse sowie der Überarbeitung und Kalibrierung der Grundwassermodelle für die Upstream- und Downstream-Gebiete des Zayandeh Rud-Einzugsgebiets erzielt.

Datenanalyse und -konsolidierung: Die umfangreiche Datenanalyse stellte den Ausgangspunkt des Projekts dar. Die verfügbaren Daten, die in unterschiedlichen Formaten und Zeitrahmen vorlagen (siehe Tabelle 1), konnten erfolgreich in ein einheitliches Zeitreihenformat übertragen werden. Dies umfasste die Zusammenführung von Daten aus verschiedenen Quellen. Darüber hinaus wurden abgeleitete Datensätze erstellt, darunter aggregierte Zeitreihen für Teileinzugsgebiete sowie GIS-Dateien, die für die weitere Modellierung von zentraler Bedeutung waren.

Modellierung und Kalibrierung: Die im Projekt entwickelten und überarbeiteten Grundwassermodelle für die Upstream- und Downstream-Zonen wurden mit Hilfe der konsolidierten Daten kalibriert. Die Modelle wurden mithilfe von Python-Skripten zur Datenverarbeitung kalibriert. Unsicherheiten in den Eingangsdaten verhinderten eine perfekte Übereinstimmung der simulierten und beobachteten Grundwasserstände, doch die Modelle stellen die Grundwasserflussprozesse korrekt dar. Die Skripte wurden den iranischen Partnern zur Verfügung gestellt, um auch zukünftig die Aktualisierung des Modells zu ermöglichen. Die Kalibrierungsergebnisse für zwei Beobachtungsbrunnen in Upstream- und Downstream-Modellen sind in Abbildung 19 zu finden.

Tabelle 1 Grundlegende Daten für Modellaufbau und Kalibrierung (Quelle: Bericht bei AQUASOIL „Groundwater Models Zayandeh Rud, Final Report“)

[i]	Date	Source	Description	Usage
[1]	01.06.2016	DHI-WASY	Geological_Model_Upstream_Report_DHI-WASY_01062016_redsize.pdf	model setup
[2]	16.01.2017	Iran	The_active_tectonic_upstream_the_Zayandehrud_dam_has_heterogenous.docx	
[3]	10.09.2016	Iran	\FEFLOW Data\Pack3_Sent\BedRock_NewEdition\	
[4]	19.02.2019 15.11.2023	DHI-WASY, Inter 3	IWRM Zayandeh Rud - Integrated groundwater and surface water model for the Zayandeh Rud catchment - Model Report (Final Report December 2018)\	
[5]	28.06.2019	DHI-WASY	IWRM Zayandeh Rud Iran Schlussbericht DHI WASY	
[5]	20.02.2019	DHI-WASY	P2_Downstream_coupled.fem (*.dac) incl. the corresponding MIKE11 model	model setup
[6]	21.02.2019		P2_Downstream_uncoupled_Tf20.fem (*.dac), P2_Downstream_uncoupled_Tf100.fem (*.dac)	
[7]	15.09.2016	Linda Baldewein	Groundwater recharge modelling in the Zayandeh Rud basin, Iran - Master Thesis Report	
[8]	15.11.2016	Inter3	Irrigation efficiency.docx: The summary of the results of the net and gross irrigation efficiency of the modern and traditional irrigation networks (Mamanpoosh A., 2016: "Irrigation efficiency of Isfahan Irrigation Networks (Modern and Traditional)". Research Report, Isfahan Regional Water Company, Iran.)	model setup
[9]	2022	Inter3	Discharge data of pumping wells 2004-2018	model setup
[10]	2022	Inter3	Discharge data of springs and qanats 2004-2018	model setup
[11]	2022	Inter3	Data of observation wells and measured ground water levels Arnil 1981- March 2021	model calibration
[12]	17.09.2016	Inter3	HydrometryData_Levels_OK.xlsx: measured water levels on gauging stations of the Zayandeh Rud River (22.09.2002 - 23.09.2015, daily values)	model setup
[13]	13.11.2023 20.11.2023	Inter3	DischargeData 13.11.2023.xlsx with Update 20.11.2023 (01.01.1992 - 22.09.2021, daily values)	model setup / calibration
[14]	15.11.2023	Inter3	GW_RCHG_15.11.2023: monthly SWAT GW recharge data Jan.1995 - Dec.2018 for 370 SWAT subbasins	model setup
[15]	10.12.2016	Inter3	Networks.xlsx (Apr.2006 - Aug.2015 monthly)	model setup
[16]	21.11.2023	Inter3	NewNetWorks.xlsx (Sep.2015 - Sep.2022 monthly)	
[17]	17.12.2023	Inter3	NewNetWorks+Karavan.xlsx (Sep.2015 - Sep.2022 monthly)	
[18]	13.09.2013	DHI WASY	Isfahan_Iran-Report_Groundwater_Model_20130913.pdf: Integrated Water Resource Management in Isfahan, Iran Groundwater model for the Zayandeh Rud catchment Water and sustainable development. (2010). Analyse der Daten des Wasserhaushaltes- Studien innerhalb Gavkhoni. Iran.	

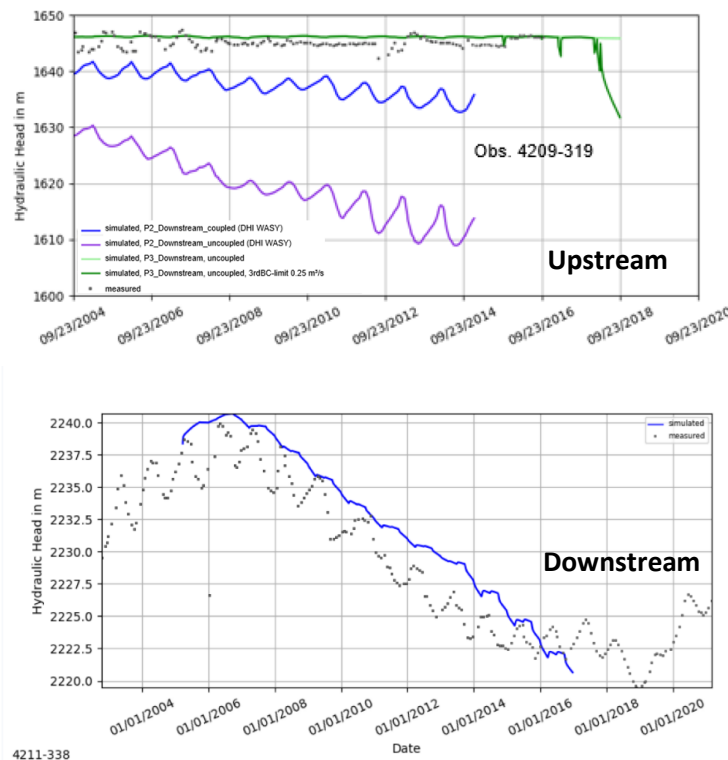


Abb. 19 Simulierte vs. gemessene Wasserstände an Beispielbeobachtungsbrunnen in Upstream- und Downstream-Modellen (Quelle: Bericht bei AQUASOIL „Groundwater Models Zayandeh Rud, Final Report“)

Visualisierung: Die Modelergebnisse wurden in FEFLOW-Modell-Dashboards visualisiert, um Grundwasserstände zu vergleichen und Wasserhaushalte zu analysieren (Abbildung 20).

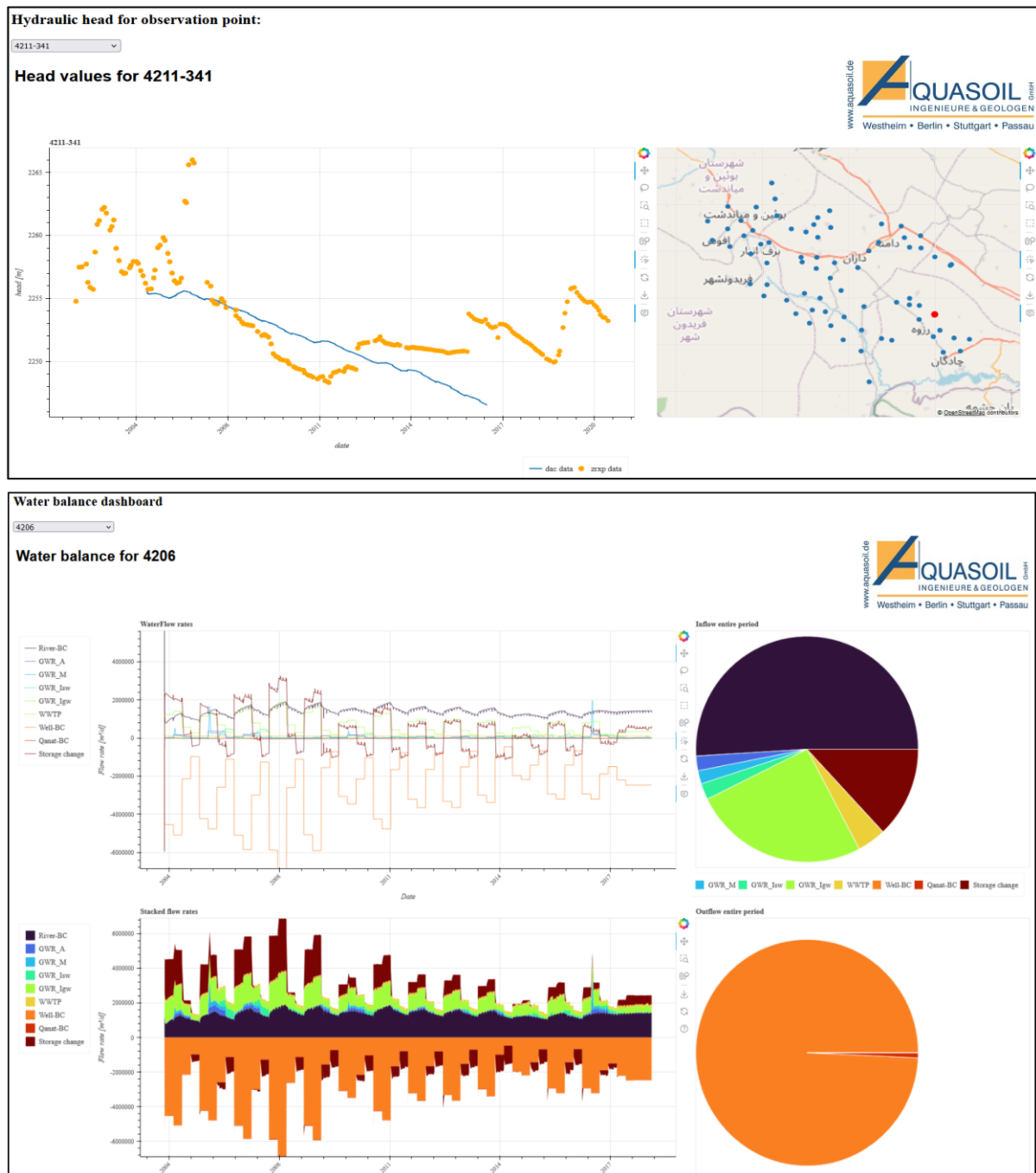


Abb. 20 Beispielsicht des FEFLOW-Modell-Dashboards

Aufgrund von Unsicherheiten in den Eingangsdaten war eine vollständige Übereinstimmung der Modellierungsergebnisse nicht möglich, jedoch wurden die wesentlichen Modellierungsziele erreicht.

Arbeitspaket C-1-2: MIKE HYDRO Basin (MHB)

Modellaktualisierung: Der erste Schritt zur praktischen Anwendung des MHB-Modells bestand darin, das Modell in Zusammenarbeit mit der iranischen MHB-Arbeitsgruppe auf den aktuellen Stand zu bringen.

Managementszenarien: In Zusammenarbeit mit dem iranischen Energieministerium und dem IWRMC wurden nach der Modellaktualisierung fünf praxisnahe Managementszenarien entwickelt und implementiert. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die wichtigsten Informationen zu diesen Szenarien. Ziel dieser Szenarien war es, die Einzugsgebietsbedingungen in unterschiedlichen Managementsituationen zu untersuchen, darunter ein Basisszenario ohne Eingriffe (Szenario SC_0) sowie Szenarien zur Bewertung der Auswirkungen von Maßnahmen wie Wassereinsparung (SC_1), landwirtschaftlichem Management (SC_2), Umweltpriorisierungen (SC_3) und Wassertransfers (SC_4). Im Folgenden werden die wesentlichen Ergebnisse des Basisszenarios kurz dargestellt.

Tabelle 2 Die fünf Implementierte Managementszenarien

Comparison of scenarios	Continuation of the current status	Management of consumption in the downstream and 5% reduction of consumption in the upstream	Cultivation management with the conditions of scenario 1	Prioritizing the environment with the conditions of scenario 1 and 2	Water transfer to the basin
parameter	SC_0	SC_1	SC_2	SC_3	SC_4
	Expected	Management requirement	Management scenario	Environmental scenario	Resource increase scenario
Natural resources	Unchanged	Unchanged	Unchanged	Unchanged	Unchanged
New water transfer projects to the basin	Kohrang 3 will not be implemented, all the projects implemented so far and in operation	1- Kohrang 3 will be implemented (in less than 4 years) 2- The needs of the industry will be supplied from the sea 3- The drinking needs of Kashan will be supplied from outside the basin	1- Kohrang 3 will be implemented (in less than 4 years) 2- The needs of the industry will be supplied from the sea 3- The drinking needs of Kashan will be supplied from outside the basin	1- Kohrang 3 will be implemented (in less than 4 years) 2- The needs of the industry will be supplied from the sea 3- The drinking needs of Kashan will be supplied from outside the basin	1- Kohrang 3 will be implemented (less than 4 years) 2- Industry needs will be supplied from the sea 3- Kashan drinking needs will be supplied from outside the basin 4- Amount of 250 M.M.M will be delivered to Cham Asman for drinking It will be given
New water transfer projects from the basin	No new project	No new project	No new project	No new project	No new project
Illegal water withdrawals	A decrease will not happen in another 15 years	Within less than four years, 1- Unauthorized withdrawals and overdrafts will be stopped. 2- Licenses will be modified and adjusted.	Within less than four years, 1- Unauthorized withdrawals and overdrafts will be stopped. 2- Licenses will be modified and adjusted.	Within less than four years, 1- Unauthorized withdrawals and overdrafts will be stopped. 2- Licenses will be modified and adjusted.	Within less than four years, 1- Unauthorized withdrawals and overdrafts will be stopped. 2- Licenses will be modified and adjusted.
Water supply for industry	Unchanged	The supply of water to large industries will be cut off from the Zayandeh River and transferred from the sea	The supply of water to large industries will be cut off from the Zayandeh River and transferred from the sea	The supply of water to large industries will be cut off from the Zayandeh River and transferred from the sea	The supply of water to large industries will be cut off from the Zayandeh River and transferred from the sea
The need for drinking water	8% increase every 5 years	8% increase every 5 years	8% increase every 5 years	8% increase every 5 years	8% increase every 5 years
Agricultural activities	Reduction in cultivation area due to lack of water	Technological changes in agriculture, less irrigation, alternative cultivation, elimination of rice cultivation and reduction of consumption upstream of Zayandeh Rood Dam to 5% between Zayandeh Rood Dam and Cham Asman remain unchanged.	Technological changes in agriculture, lack of irrigation, alternative cultivation, elimination of rice cultivation and reduction of consumption upstream of Cham Asman Dam will be corrected according to the cultivation levels of 1360.	Technological changes in agriculture, lack of irrigation, alternative cultivation, elimination of rice cultivation and reduction of consumption upstream of Cham Asman Dam will be corrected according to the cultivation levels of 1360.	Technological changes in agriculture, low irrigation, alternative cultivation, elimination of rice cultivation and reduction of upstream consumption of Cham Asman Dam equivalent to 25% of the current situation will be managed.
Water allocated to Gavkhuni	Without transitive change - Varsaneh	Without transitive change - Varsaneh	Without transitive change - Varsaneh	1- Requirement to pass 5.5 cubic meters per second through Varzane, equivalent to 173 mm of the lagoon 2- Requirement to have a discharge of 5 cubic meters per second in the waterfall dam	Without transitive change - Varsaneh

Im Basisszenario wird angenommen, dass die Niederschlagsmenge im Einzugsgebiet unverändert bleiben und keine neuen Wassertransfers in oder aus dem Gebiet erfolgen. Die illegale Wasserentnahme aus Flüssen und Brunnen bleibt auf bisherigem Niveau, und der Trinkwasserverbrauch soll alle fünf Jahre um 8 % steigen. Auch die landwirtschaftlichen Aktivitäten werden auf aktuellem Niveau beibehalten.

Die Modellsimulation für einen Zeitraum von 15 Jahren zeigt, dass der durchschnittliche jährliche Zufluss in den Staudamm unter normalen Niederschlagsbedingungen bei etwa 946 MCM liegt, während er in Trockenzeiten um ca. 200 MCM sinkt (Abbildung 21a). Ein Vergleich dieser Werte mit den beobachteten Daten der vergangenen Jahre bestätigt die Genauigkeit des Modells. So wird eine

relativ akzeptable Korrelation zwischen der Wasserzufluss zum Staudamm in Trockenjahren und normalen Jahren mit den simulierten Werten beobachtet (Abbildung 21b).

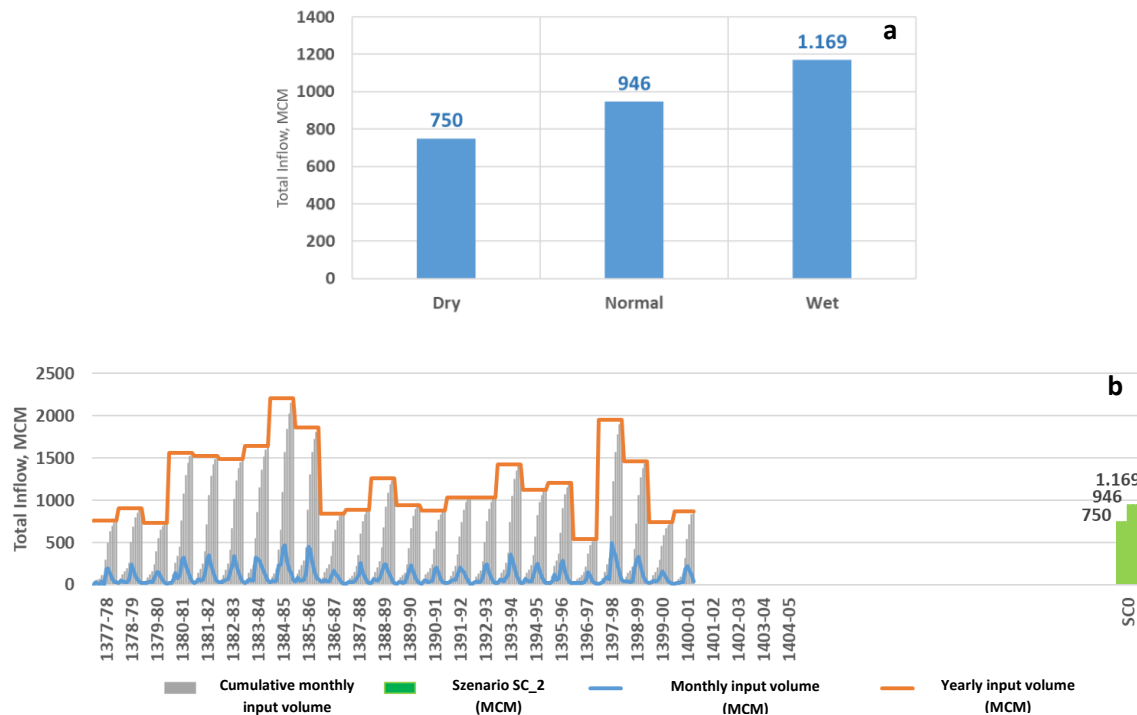


Abb. 21 Modellergebnisse für das Basisszenario (Szenario SC_0) für (a) den durchschnittlichen jährlichen Wasserzufluss zum Zayandeh-Rud-Damm und (b) den Vergleich mit den Beobachtungen vergangener Jahre.

Die Ergebnisse des Modells zeigen auch, dass in den nächsten 15 Jahren unter normalen Niederschlagsbedingungen im Durchschnitt mindestens 445 MCM Wasser für die Trinkwasserversorgung benötigt werden, das sind etwa 17 % mehr als der derzeitige Durchschnittsverbrauch (371 MCM) (Abbildung 22 a und b). Auch für die Großstadt Yazd ist bei Trockenheit mit einem um etwa 15 % höheren Wasserbedarf zu rechnen. Wenn in naher Zukunft im Einzugsgebiet feuchte Jahre herrschen, wird die Wasserversorgung der Großstädte Isfahan, Yazd, Kashan und ChaharmahalBakhtiari im Vergleich zu heute um 20 %, 19,7 %, 16,5 % bzw. 16,6 % steigen (Abbildung 22 a und b).

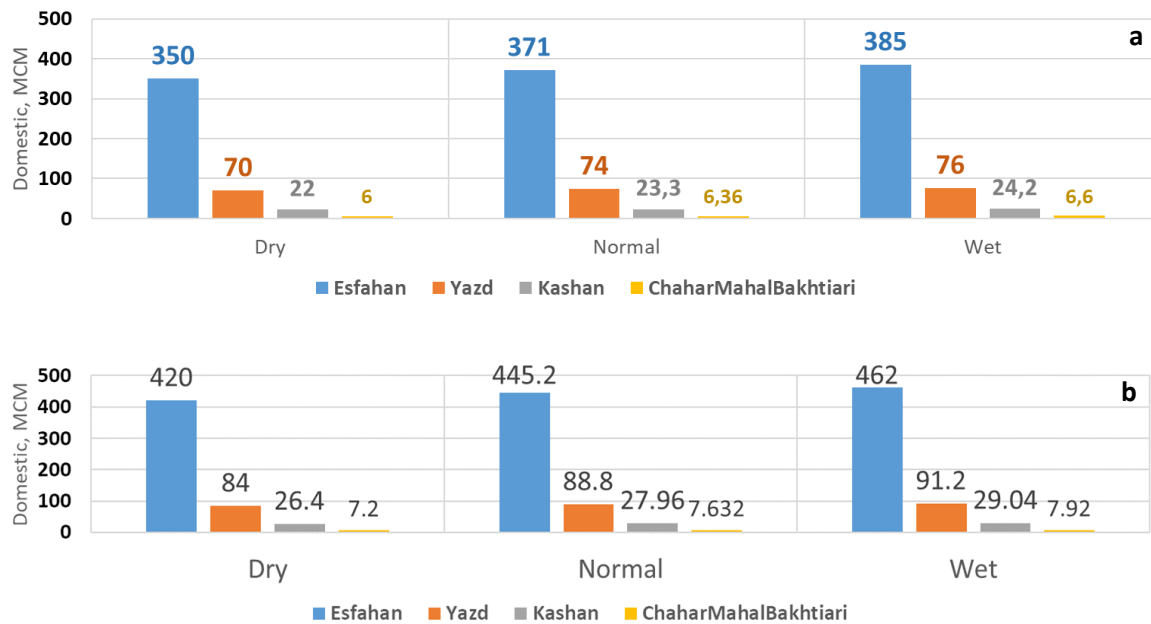


Abb. 22 Modellergebnisse zur Simulation des aktuellen (a) und (b) zukünftigen Trinkwasserverbrauchs

Das Ergebnis des grundlegenden Bewirtschaftungsszenarios für die Wasserversorgung der Industrie in trocken, normal und feucht Jahren aus Oberflächenquellen (Zayandeh Rud) zeigt ebenfalls, dass unter trockenen Bedingungen nur etwa 64 MCM Wasser geliefert werden können. In nassen Jahren können bis zu 22 % mehr Wasser an die Industrie geliefert werden (Abbildung 23).

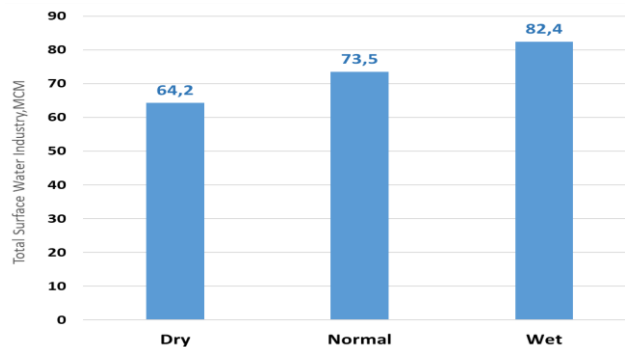


Abb. 23 Modellergebnisse zur Simulation des Industrieverbrauchs

Die Landwirtschaft ist der größte wasserverbrauchende Sektor im Einzugsgebiet des Zayandeh Rud. Die Überprüfung der Ergebnisse des Modells bei der Simulation der Wassermenge, die unter drei verschiedenen Bedingungen (trocken, normal und feucht) bereitgestellt werden kann, zeigt, dass es bei anhaltender Trockenheit nicht möglich ist, den Feldern flussabwärts Wasser zuzuweisen (Abbildung 24). Die Ergebnisse des Modells zeigen, dass die Bewässerungsnetze von Roodasht, Nekoabad und Abshar, die sich flussabwärts des Einzugsgebiets befinden, im Falle trockener klimatischer Bedingungen und der Beibehaltung der derzeitigen Bewirtschaftungssituation im Einzugsgebiet (Szenario SC_0) nicht mit Wasser versorgt werden können. Dieser Teil des Einzugsgebiets ist seit jeher Schauplatz sozialer Unruhen und ständiger Proteste der dort ansässigen Landwirte.

Unter normalen klimatischen Bedingungen wird den Wasserbedarf der landwirtschaftlichen Flächen, die in den Bewässerungsnetzen flussabwärts des Einzugsgebiets liegen, nicht gedeckt (Abbildung 24 a und c). Diese Ergebnisse stehen in vollem Einklang mit den Beobachtungen der letzten Jahre.

Die Wassermenge, die den Obstplantagen unterhalb des Einzugsgebiets zugeführt werden kann, reicht bei günstigen klimatischen Bedingungen aus. Bei trockenen Klimaverhältnissen im Einzugsgebiet wird es jedoch nicht möglich, einen Großteil der Obstplantagen ausreichend zu bewässern. Selbst unter normalen Bedingungen kann eine vollständige Wasserversorgung nicht gewährleistet werden (Abbildung 24 b).

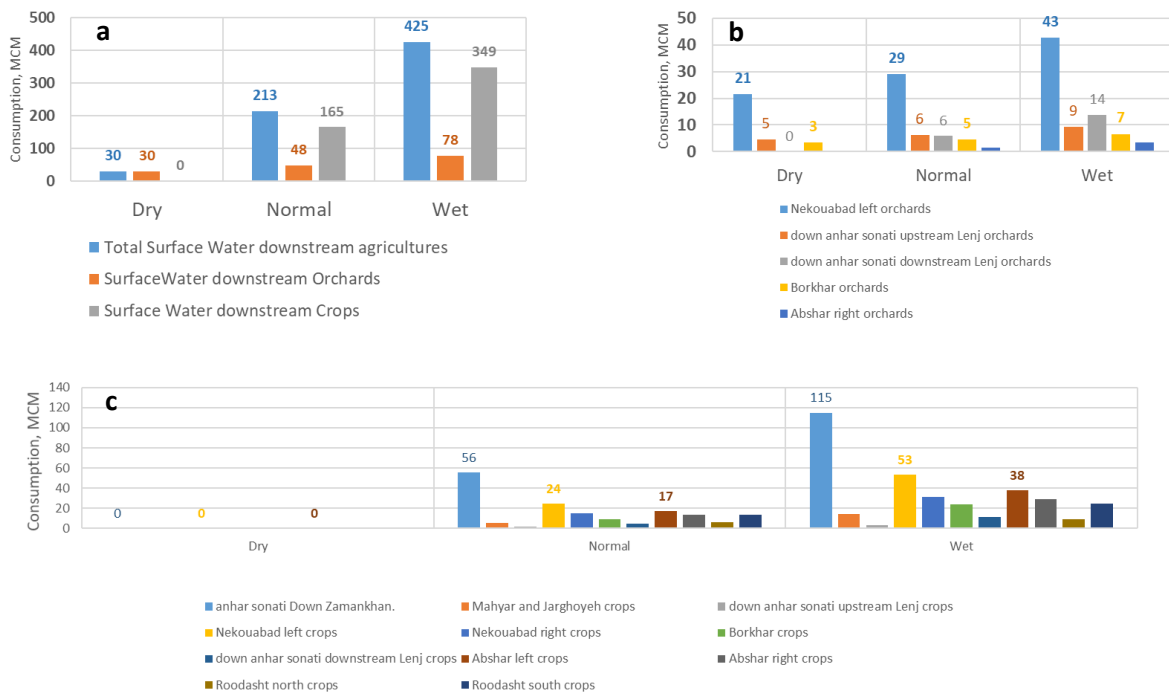


Abb. 24 Modellergebnisse zur Simulation des verfügbaren Wassers für Landwirtschaft (a), Obstplantagen (b), und Bewässerungsnetze (c)

Die Abbildung 25 zeigt die geschätzte Wasserentnahme aus Grundwasser- und Oberflächenwasserressourcen im Landwirtschaftssektor für verschiedene Bedingungen (trocken, normal, feucht). Die Gesamtentnahme steigt von trockenen zu feuchten Bedingungen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in feuchteren Perioden mehr Wasser verfügbar ist, mehr Flächen kultiviert werden und somit auch der Wasserbedarf steigt.

Außerdem überwiegt die Wasserentnahme aus Grundwasserressourcen in den flussabwärts gelegenen landwirtschaftlichen Gebieten in allen drei Klimaszenarien eindeutig. Dies bedeutet, dass die landwirtschaftlichen Aktivitäten in den flussabwärts gelegenen Einzugsgebieten in hohem Maße von den Grundwasserressourcen abhängig sind. Andererseits wird der Druck auf die Grundwasserressourcen hoch bleiben, und es ist zu erwarten, dass die Wasserentnahme zu einem weiteren Absinken der Grundwasserleiter stromabwärts des Staudamms führen wird. Zusätzlich zu den Grundwasserquellen werden jährlich 30, 213 und 425 Millionen Kubikmeter Wasser auch aus Oberflächengewässern entnommen.

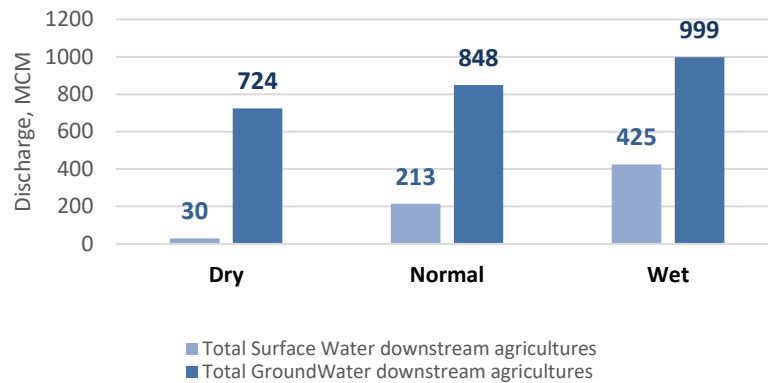


Abb. 25 Modellergebnisse zur Schätzung der Wassermenge, die der Agrarsektor aus Grundwasser- und Oberflächenwasserressourcen im Einzugsgebiet nutzt

Abbildung 26 zeigt die Simulationsergebnisse des MHB-Modells für verschiedene Komponenten des Einzugsgebiets im Rahmen des Basic Managementszenarios (Szenario SC_0). In Teil A sind die mittelfristigen Zukunftsprognosen für den Zayandeh-Rud-Staudamm unter trockenen, normalen und feuchten Jahren dargestellt. Teil B veranschaulicht den Wasserbedarf des Landwirtschaftssektors im Abschnitt zwischen dem Zayandeh-Rud-Staudamm und dem Umleitungsdamm zur industriellen Wasserversorgung. Diese Menge bleibt unabhängig von trockenen, normalen oder feuchten Jahren weitgehend konstant. In Teilen C und D werden die Wasserbedarf der Trinkwasser- und Industriesektoren projiziert, die weniger stark von klimatischen Bedingungen beeinflusst sind. Teil E zeigt die Wasserbedarf von Oberflächen- und Grundwasserquellen für die landwirtschaftliche Nutzung im flussabwärts gelegenen Einzugsgebiet. Hier variiert die Wasserentnahme erheblich in Abhängigkeit von Jahreszeit und klimatischen Bedingungen, wobei in Trockenperioden eine erhöhte Abhängigkeit von Grundwasser festzustellen ist. Teil F verdeutlicht, dass der Wasserbedarf der Gavkhuni Feuchtgebiete selbst in nassen Jahren nicht annähernd gedeckt werden kann.

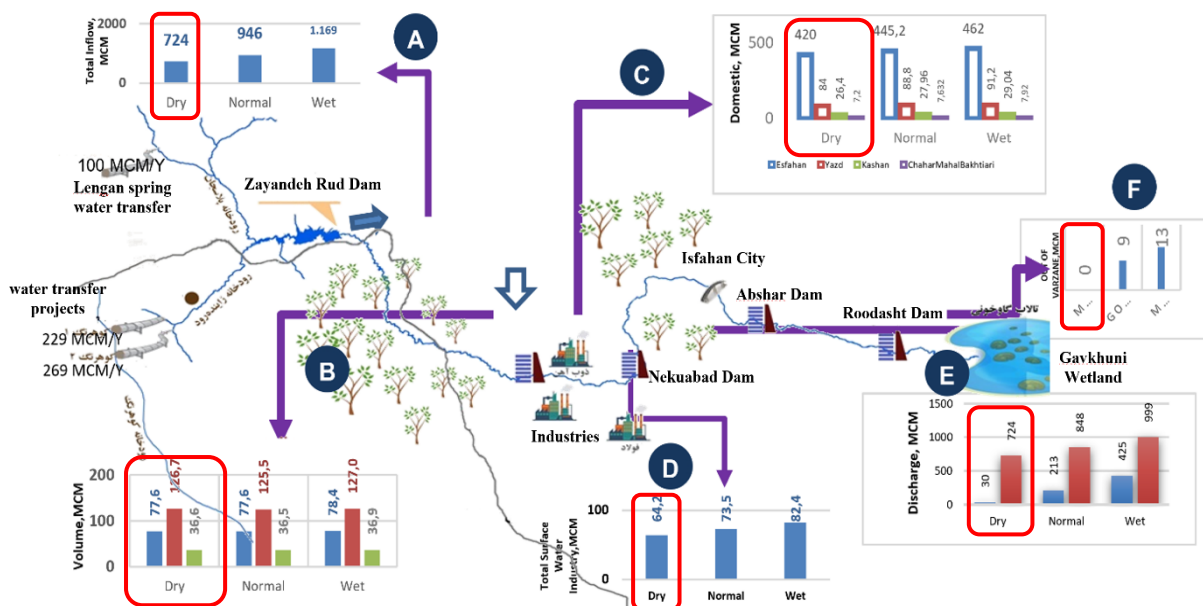


Abb. 26 Schema des Zayandeh Rud Einzugsgebiets und der wichtigen Komponenten der Wasserressourcen und -nutzungen mit der von MHB Model bereitgestellten mittelfristigen Zukunftsprognose unter Berücksichtigung des Basisszenarios für das Basic Managementszenario (Szenario SC_0).

Tabelle 3 fasst die Simulationsergebnisse des MHB-Modells für unterschiedliche Managementszenarien zusammen. Der Zufluss zum Staudamm schwankt je nach Szenario und klimatischen Bedingungen. Die unkontrollierte Wasserentnahme im Abschnitt zwischen dem Zayandeh-Rud-Staudamm und dem Chamaskan-Damm (einschließlich der Wasserentnahme aus dem Fluss flussaufwärts der Zaman Khan, des traditionellen Zaman Khan Netzwerks und der Wasserentnahme flussabwärts der Zaman Khan) wird durch spezifische Managementszenarien, insbesondere Szenario SC_2, deutlich reduziert. Die Wasserversorgung verschiedener Sektoren (Trinkwasser, Industrie, Landwirtschaft) zeigt je nach Szenario erhebliche Unterschiede, wobei die Landwirtschaft besonders empfindlich auf Änderungen reagiert. Zum Beispiel kann eine Reduktion des Wasserverbrauchs oberhalb des Zayandeh-Rud-Staudamms um 5 % (Szenario SC-1) die verfügbare Wassermenge aus Oberflächenquellen in Trockenjahren um bis zu 88 % steigern. Dies ist für die Bedarfsdeckung flussabwärts von entscheidender Bedeutung und kann die Konflikte mit den Landwirten reduzieren. Gleichzeitig verringert sich die Entnahme von Grundwasser um 34 %, was zur Entlastung der Grundwasserressourcen beiträgt.

In den Managementszenarien, die eine verbesserte Wasserversorgung ermöglichen, verändert sich auch die landwirtschaftliche Anbaufläche flussabwärts des Chamaskan-Damms. Beispielsweise kann im Szenario SC-2 die landwirtschaftlich nutzbare Fläche in Trockenjahren um bis zu 72 % gesteigert werden.

Die Modellsimulationsergebnisse zeigen, dass die Wahl des Wassermanagementszenarios signifikante Auswirkungen auf den Wasserbedarf, die Landwirtschaft und die Umwelt hat. Die Auswahl eines optimalen Szenarios hängt letztlich von den gesetzten Prioritäten ab.

Tabelle 3 Zusammenfassung der MHB Modellergebnisse für die fünf Managementszenarien

Model results for the next 15 years	Continuation of the current status			Management of downstream consumption and 5% reduction of upstream consumption			Cultivation management above the conditions of scenario one			Prioritizing the environment with the conditions of scenario one and two			Water Transfer to the Basin			
	Dry	Normal	wet	Dry	Normal	wet	Dry	Normal	wet	Dry	Normal	wet	Dry	Normal	wet	
Inflow to the dam	750.2	946.5	1169.3	906.5	1134.7	1360.0	1188.4	1480.6	1785.9	1188.4	1480.6	1785.9	994.0	1222.2	1447.5	
Uncontrollable water consumption from Zayandeh Rud Dam to Cham Asman Dam	Pumping upstream of Zaman Khan	77.6	77.6	78.4	77.6	77.6	78.4	25.7	25.8	25.9	25.7	25.8	25.9	54.8	56.9	58.3
	traditional upstream network of Zaman Khan	126.7	125.5	127.0	126.7	125.5	127.0	42.0	42.2	42.3	42.0	42.2	42.3	89.6	92.0	94.4
	Pumping downstream Zamankhan	36.6	36.5	36.9	36.6	36.5	36.9	12.1	12.1	12.2	12.1	12.1	12.2	25.8	26.8	27.4
Drinking water supply	Isfahan	420.0	445.2	462.0	420.0	445.2	462.0	420.0	445.2	462.0	420.0	445.2	462.0	170.0	195.2	212.0
	Yazd	84.0	88.8	91.2	84.0	88.8	91.2	84.0	88.8	91.2	84.0	88.8	91.2	84.0	88.8	91.2
	Kashan	26.4	28.0	29.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Chaharmahal Bakhtiari	7.2	7.6	7.9	7.2	7.6	7.9	7.2	7.6	7.9	7.2	7.6	7.9	7.2	7.6	7.9
Industrial water supply (large industries)	64.2	73.5	82.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Agricultural water supply Downstream	from surface water (Zayandeh Rud)	30.0	213.4	425.2	248.7	325.2	398.6	460.1	584.7	718.1	90.1	164.7	248.1	485.7	528.2	569.6
	from groundwater	723.8	848.4	998.6	481.4	536.4	602.4	502.1	560.8	633.7	502.1	560.8	633.7	481.4	536.4	602.4
Supplying water to the environment of the Gavkhuni swamp	0.0	9.4	12.6	4.2	20.3	22.8	10.7	25.7	28.4	63 % of the time Zayandeh Rud dam reservoir experiences a volume of less than 100 MCM, the downstream area is the declaration for the rest of the time			26.5	42.5	60.7	
Change of cultivated land	downstream Cham Asman (160000 ha)	58,706	82,694	105,589	86,824	95,609	104,530	114,422	127,105	141,159	70,425		80,502	115,005	118,133	122,387
	Percentage	37%	52%	66%	54%	60%	65%	72%	79%	88%	44%		50%	72%	74%	76%

Arbeitspaket C-3: SWAT

Das Hauptziel dieses Arbeitspakets war die Aktualisierung und Erweiterung des Modells mit neuen verfügbaren Eingabedaten wie Klima-, hydrologischen Parametern, Managementdaten usw., sowie die Nutzung des aktualisierten Modells zur Berechnung der Wasserbilanzparameter im Einzugsgebiet. Darüber hinaus wurden die Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserressourcen-Komponenten im Rahmen von Klimaszenarien untersucht. Ein weiteres Ziel dieses Arbeitspakets war die Simulation von Klimaparametern und natürlichen Abflüssen für sehr kurze Zeiträume, beispielsweise täglich für ein bevorstehendes Bewässerungsjahr. Schließlich wurde zur effektiven Darstellung der Modellergebnisse und zu einem besseren Verständnis der Daten ein Management-Dashboard entwickelt, um die Simulationsergebnisse klar und verständlich zu präsentieren. Im Folgenden werden einige der Ergebnisse dieses Arbeitspakets vorgestellt.

Aktualisierung des SWAT Modells: Die Aktualisierung des SWAT-Modells mit Klima- und Managementdaten wurde in enger Zusammenarbeit mit den iranischen Partnern durchgeführt. Das Modell wurde erweitert, um bedeutende neue Funktionen zu integrieren, darunter die Berücksichtigung aktueller Klimastudien und die Berechnung der Wasserbilanz im Einzugsgebiet. Nach der Aktualisierung war die Modellsimulation nicht zufriedenstellend (insbesondere in den flussabwärts gelegenen Stationen). Wir versuchten, die Managementdaten so weit wie möglich zu erfassen und zu vervollständigen, die Wasserverteilung auf verschiedene Nutzungen innerhalb dieser Teileinzugsgebiete im Modell zu berücksichtigen und auch physikalische Parameter anzupassen, um die tatsächlichen Prozesse in den nördlichen Zuflüssen darzustellen, damit das Oberflächenwasser infiltrieren und das Grundwasser wieder auffüllen kann.

Zusätzlich wurden neue Sensitivitätsanalysen und Neukalibrierungen mit SWAT 2012 durchgeführt, um die Qualität der Vorhersagen in der aktuellen Phase zu verbessern. Für die Sensitivitätsanalyse wurden neue Parameter im Zusammenhang mit Abfluss und Niederschlag ausgewählt, die nicht in den Phasen I und II getestet wurden, und ihre Sensitivitäten wurden untersucht. Die Parameter wurden weiter nach den wichtigsten hydrologischen Regionen differenziert, um regionale und räumliche Unterschiede in Klima- und Managementbedingungen zu berücksichtigen. Abflussmessstationen im Becken wurden separat für verschiedene Wasserregionen kalibriert, indem der „regional approach“ verwendet wurde. Das Programm SUFI-2 wurde ebenfalls für eine kombinierte Kalibrierung und Unsicherheitsanalyse (uncertainty analysis) eingesetzt.

In Abbildung 27 sind die Simulationsergebnisse im Vergleich zu den gemessenen Daten für verschiedene hydrometrische Stationen im Einzugsgebiet dargestellt. Diese umfassen zwei Beispiele für Stationen im Oberlauf des Einzugsgebiets (Ghaleshahrokh und Menderejan), den Regulierungsdamm in der Mitte des Einzugsgebiets (Tanzimi Dam), sowie zwei Beispiele für Stationen im Unterlauf (Pole Zamankhan und Pole Kaleh). Zudem wird der Zufluss zum Damm gezeigt. Wie zu sehen ist, weist das Modell eine relativ hohe Genauigkeit auf, die auch von den iranischen Partnern bestätigt wurde. Das Modell hat den Abfluss in dem Einzugsgebiet gut simuliert, und es ist eine gute Übereinstimmung zwischen den simulierten und gemessenen Spitzenabflüssen sowie den Grundabflüssen zu erkennen. Der Korrelationskoeffizient zwischen den gemessenen und den simulierten Daten lag an den meisten hydrometrischen Stationen bei über 90 %. Allerdings war die Kalibrierungsleistung an einigen Stationen, wie beispielsweise in Manderejan, mit deutlich erhöhten Simulationswerten gegenüber der beobachteten Werten nicht optimal. Die Fehlerquelle für dieser

Abweichung war hauptsächlich auf das Fehlen von Daten zum Wasserverbrauch im Einzugsgebiet zurückzuführen.

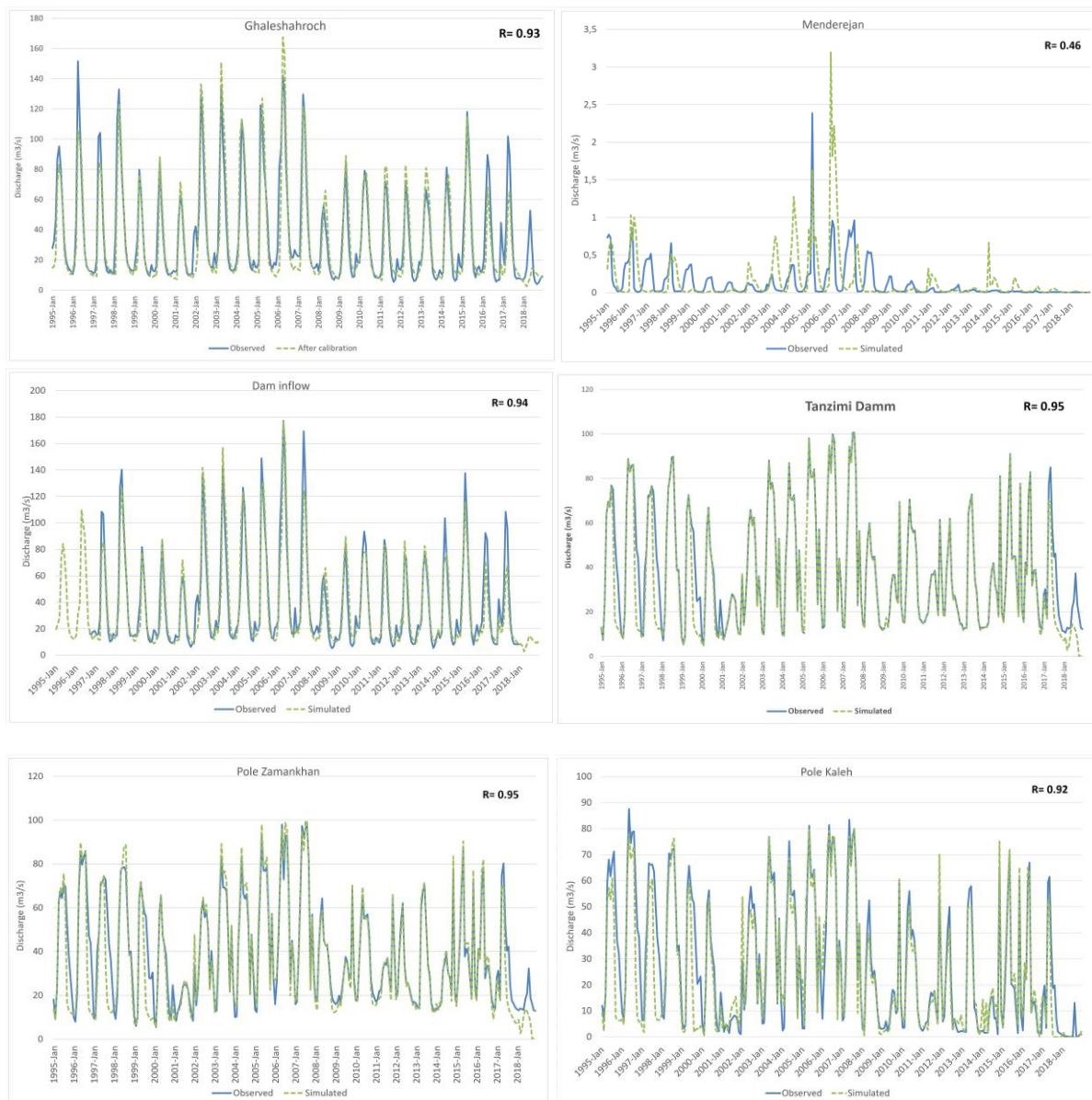


Abb. 27 Simulationsergebnisse des SWAT Modells im Vergleich zu den Beobachtungsdaten für einige hydrometrische Stationen sowie für den Zufluss zum Zayandeh Rud-Damm.

Simulation von Wasserbilanzparameter Parameter: Das kalibrierte und validierte Modell wurde verwendet, um zusätzliche hydrologische Parameter zu simulieren, die zur Berechnung des Wasserhaushalts im Einzugsgebiet notwendig sind. Diese Parameter umfassen den durchschnittlichen Niederschlag im Einzugsgebiet, die Evapotranspiration, den Oberflächenabfluss, den lateralen Abfluss, den Grundwasserabfluss, die Infiltration in das flache Grundwasser, die Speisung des tiefen Grundwassers sowie die Rückführung aus dem flachen Grundwasser.

Die Parameter wurden sowohl monatlich als auch im Jahresdurchschnitt für das gesamte Einzugsgebiet simuliert. Die Simulationsergebnisse für das Jahr 2014 sind beispielhaft in Abbildung 28 dargestellt. In diesem Jahr betrug der durchschnittliche Niederschlag im Einzugsgebiet etwa 261 mm, was auf ein trockenes Jahr hindeutet. Gleichzeitig wurden etwa 409 mm Oberflächenabfluss im

Einzugsgebiet erzeugt, die in den Fluss abgeleitet wurden. Die Infiltration in den ersten Grundwasserleiter lag bei etwa 958 mm, während 139 mm in den tiefen Grundwasserleiter eindringen.

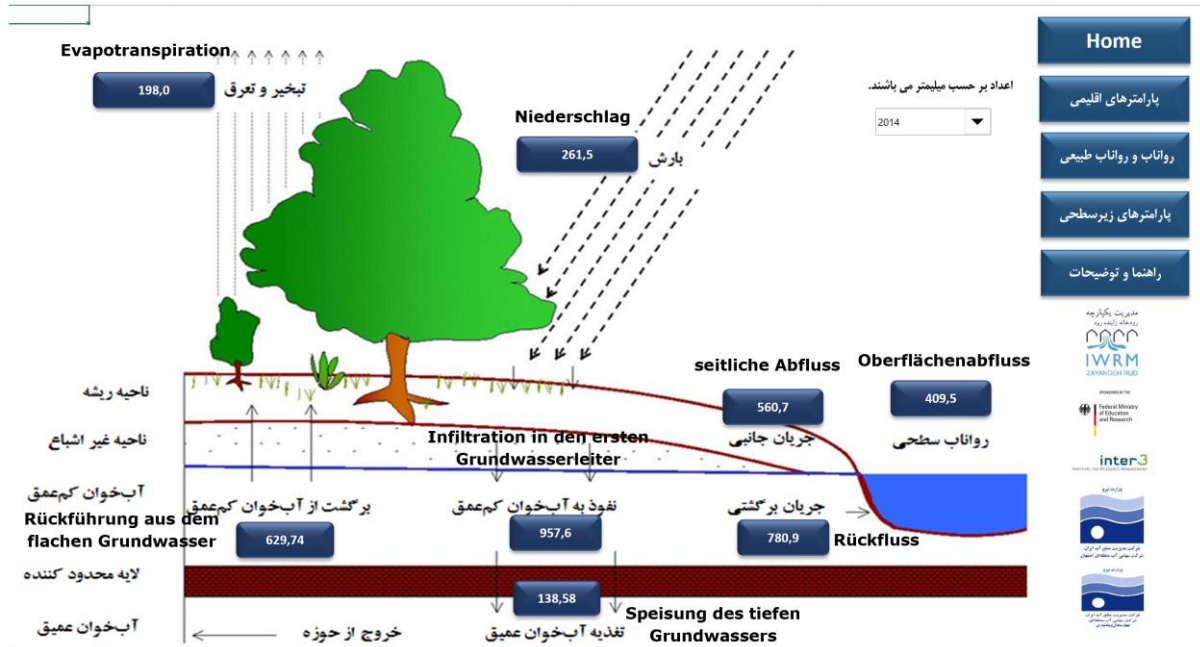


Abb. 28 SWAT-Simulationsergebnisse für zusätzliche hydrologische Parameter zur Berechnung der Wasserbilanz im Einzugsgebiet (Beispiel Jahr 2014).

Klimawandel-Simulation der Wasserressourcen: Angesichts der erheblichen Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserressourcen wurde beschlossen, die zukünftigen Auswirkungen des Klimawandels auf das Einzugsgebiet mithilfe des SWAT-Modells zu simulieren. Dazu wurden zukünftige Klimadaten (Niederschlag und Temperatur) im Rahmen von Klimaszenarien erstellt. In diesem Projekt wurden nach eingehender Prüfung verschiedener Klimaszenarien die Szenarien RCP2.6 und RCP8.5 aus der neuesten Phase 5 des Coupled Model Intercomparison Project (CMIP5) des IPCC verwendet. Die klimatischen Daten für Niederschlag und Temperatur wurden für den Zeitraum 2025-2050 generiert.

In Abbildung 29 sind die monatlichen Durchschnittsänderungen des Niederschlags sowie der maximalen und minimalen Temperaturen für den historischen Zeitraum (Beobachtungsdaten) und die Zukunft unter den Szenarien RCP2.6 und RCP8.5 an einer repräsentativen Station dargestellt.

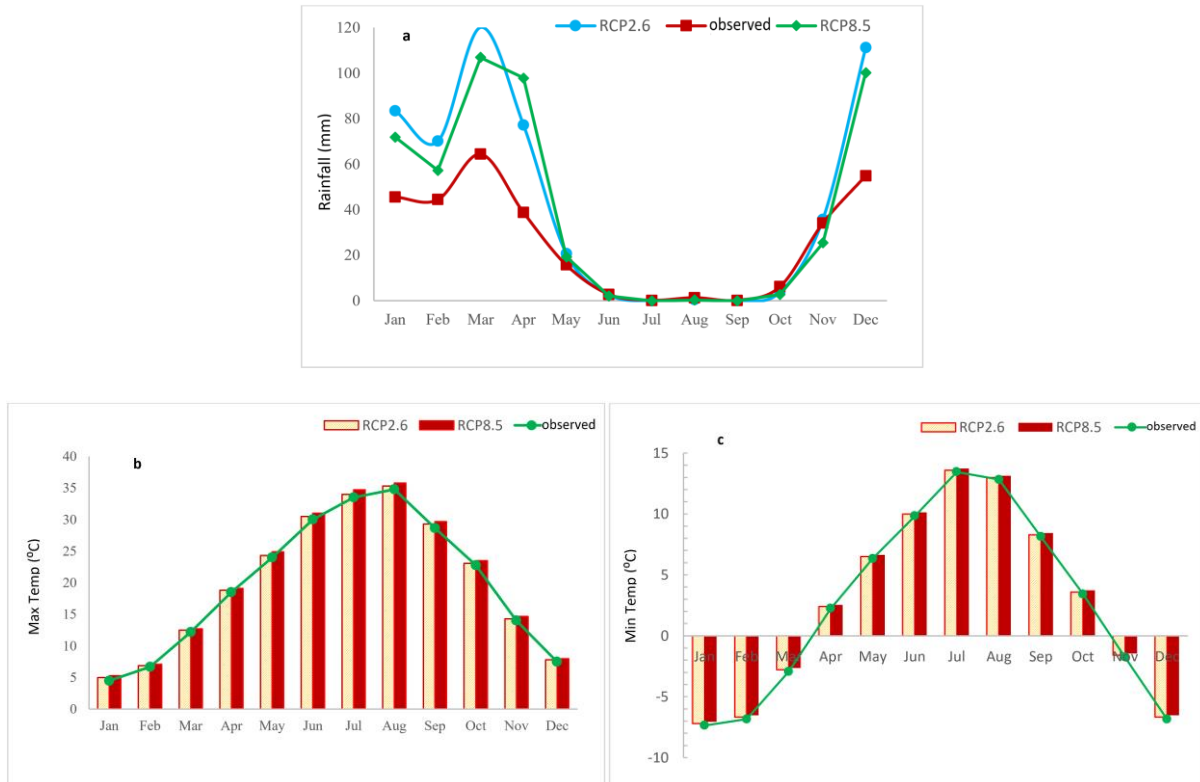


Abb. 29 Monatliche Durchschnittsänderungen; a) Niederschlag, b) maximale Temperatur, c) minimale Temperatur.

Beide Klimamodelle haben den Trend der Niederschlagsänderungen im Vergleich zu den beobachteten Daten gut simuliert (Abbildung 30a). In den niederschlagsarmen Monaten von Mai bis Oktober gibt es keine signifikanten Veränderungen der Niederschlagsmenge. In den niederschlagsreicheren Monaten hingegen zeigt sich ein signifikanter Anstieg der Niederschlagsmenge: von etwa 60 mm (Beobachtungszeitraum) auf 107 mm (im RCP8.5) und 120 mm (im RCP2.6).

Die Analyse der maximalen und minimalen Temperaturen zeigt einen Anstieg in beiden Klimaszenarien im Vergleich zu den Beobachtungsdaten (Abbildung 30 b und c). Im Szenario RCP8.5 beträgt der Anstieg der maximalen Temperatur durchschnittlich etwa 0,6°C, während im Szenario RCP2.6 der Anstieg etwa 0,4°C beträgt. Auch bei den minimalen Temperaturen wurde ein Anstieg festgestellt, mit einer Erhöhung um etwa 0,3°C im Szenario RCP8.5 und etwa 0,2°C im Szenario RCP2.6 im Vergleich zum historischen Zeitraum.

Nach der Integration der zukünftigen Klimadaten in das SWAT-Modell wurden notwendige Anpassungen vorgenommen, um das Modell für den Zeitraum 2025-2050 zu betreiben. Die Simulationsergebnisse zeigen den Abfluss unter den Szenarien RCP2.6 und RCP8.5 für den Ausfluss aus dem Zayandeh-Rud-Damm sowie die Veränderungen im Volumen des Damms, dargestellt in Abbildung 30. Wie zu sehen ist, wurde in mehreren Jahren unter beiden Klimaszenarien das Volumen des Reservoirs auf weniger als die kritische Grenze von 100 Millionen Kubikmetern geschätzt. Ein wesentlicher Grund dafür ist der reduzierte Zufluss in das Reservoir, bedingt durch die verringerte Niederschlagsmenge in den untersuchten Monaten. Diese Ergebnisse wurden in mehreren Sitzungen mit den iranischen Experten diskutiert, geprüft und letztlich bestätigt.

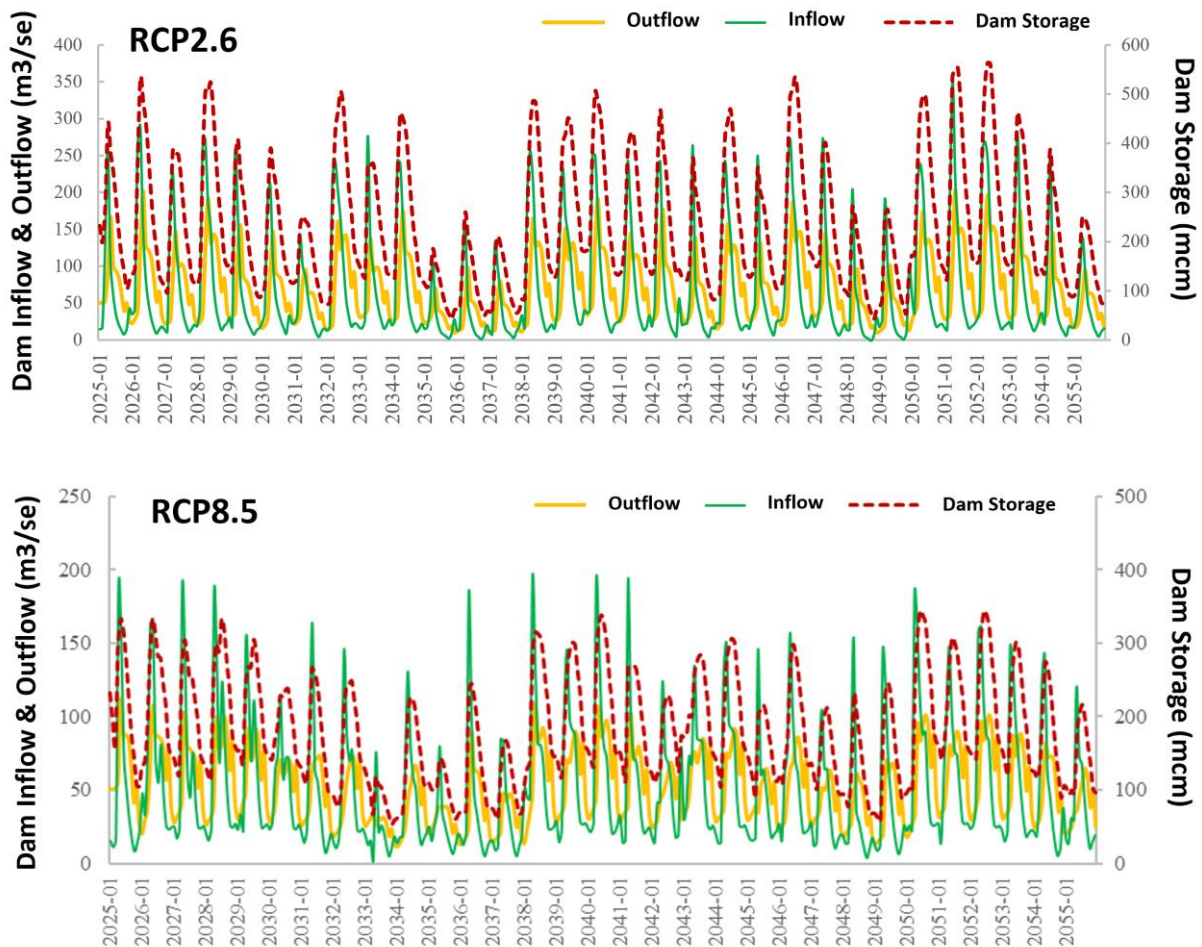


Abb. 30 Simulationsergebnisse des SWAT-Modells für den Ausfluss aus dem Zayandeh-Rud-Damm unter den Klimaszenarien RCP2.6 und RCP8.5.

Tägliche Simulation von Klimaparametern und natürlichen Abflüssen für die nahe Zukunft: Eine zentrale Anforderung an das WMT ist die Vorhersage und Visualisierung der Auswirkungen von Managemententscheidungen und Wasserzuweisungsstrategien auf Wasserrechte und Wasserverbrauch in der nahen Zukunft (z.B. für das nächste Bewässerungsjahr). Um diese Funktion zu gewährleisten, wurde der Zugang zu den Klimadaten und natürlichen Abflussdaten, die mit dem SWAT-Modell simuliert wurden, bereitgestellt. Diese Daten sind essenziell, da das WMT zur Bestimmung der verfügbaren Wasserressourcen die Wasserbilanz des Einzugsgebiets unter Berücksichtigung des abflussbedingten Niederschlags schließen muss. Daher wurde der durch Niederschlag verursachte Abfluss in die Berechnungen der Bewässerungsnachfrage im Bewässerungsmodul des WMT integriert. Unsicherheiten bei der täglichen Schätzung der Klimadaten und folglich des täglichen Abflusses wurden weitgehend durch Unsicherheitsanalysen und den Optimierungsalgorithmus SUFI-2 behoben.

Abbildung 31 zeigt ein Beispiel der Simulationsergebnisse für Niederschlag und tatsächliche Abflüsse zum Zayandeh-Rud-Damm für das Bewässerungsjahr 1402-1403 (persisches Datum). Die Niederschlagsvorhersagen wurden mit zwei Wahrscheinlichkeiten, 80 % und 65 %, durchgeführt, wobei die Simulationsergebnisse für den Zufluss zum Staudamm ebenfalls auf diesen Wahrscheinlichkeiten basieren.

Wie zu sehen ist, zeigt die Simulation des Zuflusses zum Zayandeh-Rud-Damm mit den klimatischen Daten, die mit einer Wahrscheinlichkeit von 65 % vorhergesagt wurden, eine bessere Übereinstimmung mit den gemessenen Zuflusswerten zum Damm. Diese Übereinstimmung ist insbesondere für die ersten Monate des Bewässerungsjahres (Monate 7 bis 11) deutlich höher. Im letzten Monat (Monat 12) ist aufgrund der Vorhersage von starkem Niederschlag ein moderater Anstieg des simulierten Zuflusses bei beiden Wahrscheinlichkeiten von 65 % und 80 % zu beobachten. Dies unterscheidet sich von dem tatsächlichen Zufluss zum Damm, der durch eine plötzliche Spitzenstrom gekennzeichnet ist. Dennoch zeigt die Analyse, dass das Modell die natürlichen Abflüsse durch Niederschlag bei beiden Wahrscheinlichkeiten von 65 % und 80 % gut simuliert. Nach Diskussionen und Konsultationen mit iranischen Experten wurde das Modell mit einer Wahrscheinlichkeit von 65 % für zukünftige Simulationen des Flusses im Einzugsgebiet bestätigt. Die simulierten Ergebnisse wurden schließlich dem MHB-Modellteam für die Planung der Wasserressourcenzuteilung zur Verfügung gestellt.

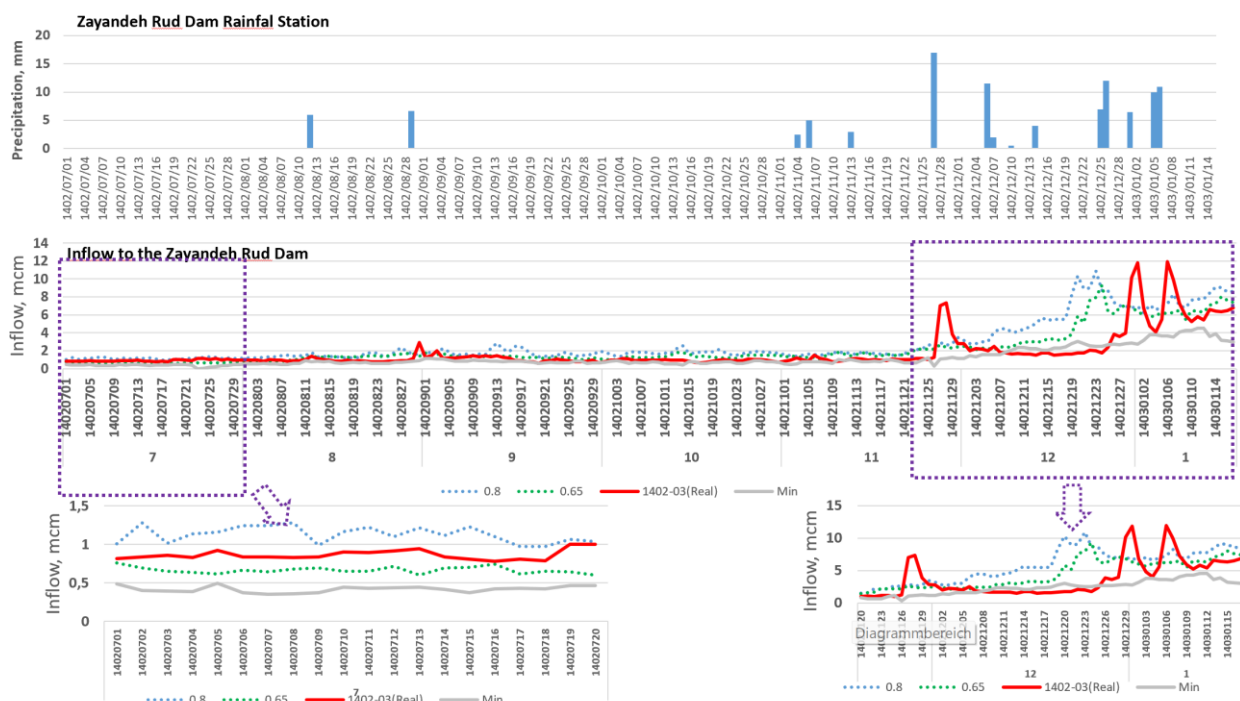


Abb. 31 SWAT-Simulationsergebnisse für Niederschlag und die tatsächlichen Abflüsse zum Zayandeh-Rud-Damm für das Bewässerungsjahr 1402-1403 (persischer Kalender)

SWAT-Management-Dashboard: Da das SWAT-Modell zahlreiche Ausgaben generiert, wurde zur effektiven Darstellung der Modellergebnisse in enger Zusammenarbeit mit der SWAT-Arbeitsgruppe ein Management-Dashboard auf Excel-Basis entworfen und implementiert (siehe Abbildung 32). Dieses Dashboard erwies sich als äußerst nützlich, um die Modellergebnisse zu verstehen, die simulierten Daten zu nutzen und die Ergebnisse anschaulich zu präsentieren.

Alle Ergebnisse des Modells umfassen Klimaparameter (wie Niederschlag, Minimum Maximum, und Durchschnittstemperatur, tatsächliche Verdunstung und Transpiration usw.), Bodenparameter (wie Bodenfeuchte, Bodentemperatur, Infiltration in oberflächennahe Grundwasserleiter usw.), Wasserhaushaltsparameter sowie den Abfluss in jedem Sub-Basin des Einzugsgebiets und können auf anschauliche und verständliche Weise in diesem Dashboard dargestellt und analysiert werden. Diese

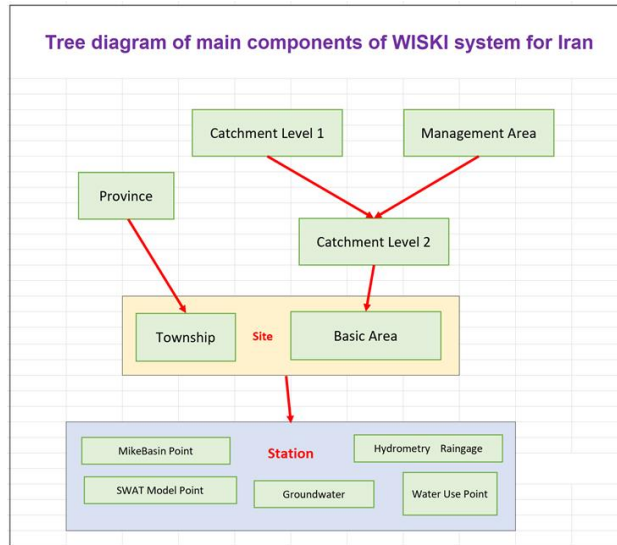
Daten können sowohl monatlich als auch als Jahresdurchschnitt für die Monate und Jahre des Simulationszeitraums dargestellt werden. Ein umfassender Leitfaden zur Nutzung des Dashboards ist ebenfalls enthalten. Der Benutzer kann auf die vom Modell simulierte Informationen in Form von Grafiken oder Tabellen zugreifen, indem er auf eine beliebige hydrometrische Station, Klimastation oder ein Teilbecken klickt. Die Diagramme und Tabellen sind dynamisch gestaltet, um je nach Auswahl des Nutzers Informationen für verschiedene Simulationsmonate oder -jahre bereitzustellen.



Abb. 32 SWAT-Management-Dashboard

Arbeitspaket C-4: WISKI

Aktualisierung: Wie bereits erwähnt, wurde in dem Treffen mit dem Leiter des Büros für Daten- und Informationsmanagement des iranischen Energieministeriums gefordert, die Grundstruktur der WISKI-Datenbank so zu gestalten, dass sie zukünftig problemlos auf andere Wassereinzugsgebiete im Iran erweitert werden kann. Abbildung 33 zeigt die Grundstruktur der Datenbank, die von einem iranischen Team in der WISKI-Software so entwickelt wurde, dass sie auf weitere Wassereinzugsgebiete des Landes übertragbar ist, wobei die WISKI-Datenbank von Zayandeh-Rud-Einzugsgebiet als Vorbild diente (Abbildung 33). Die Eingangsdatenreihen, einschließlich Klimadaten (wie täglicher Niederschlag, Maximal- und Minimaltemperaturen, Schneefall, Windgeschwindigkeit, Luftfeuchtigkeit usw.) sowie hydrometrische Daten (z.B. Flussabfluss), Wassertransferprojekte und Staudammmanagementdaten wurden gemäß der neuen Struktur der WISKI-Software neu formatiert und in die Zayandeh-Rud-Datenbank importiert.



Name	Number	N.S.	Type	ID
Abad	17	Station_Hydro1	Catchment_002	10017
Abbasabad	17	Station_Hydro1	Catchment_002	10017
Chahin Gorgan	16	Station_Hydro1	Catchment_002	10016
Hamad Kaha	15	Station_Hydro1	Catchment_002	10015
Lahijeh Kaha	14	Station_Hydro1	Catchment_002	10014
Subulak	13	Station_Hydro1	Catchment_002	10013
Takht Mousli	12	Station_Hydro1	Catchment_002	10012
Behabadshahr Sadj	11	Station_Hydro1	Catchment_002	10011
Kaha	9	Station_Hydro1	Catchment_002	10009
Lahijeh Kaha	8	Station_Hydro1	Catchment_002	10008
Kaha	7	Station_Hydro1	Catchment_002	10007
Kaha	6	Station_Hydro1	Catchment_002	10006
Kaha	5	Station_Hydro1	Catchment_002	10005
Kaha	4	Station_Hydro1	Catchment_002	10004
Kaha	3	Station_Hydro1	Catchment_002	10003
Kaha	2	Station_Hydro1	Catchment_002	10002
Kaha	1	Station_Hydro1	Catchment_002	10001
Chahin Gorgan	16	Station_Hydro1	Catchment_002	10016
Hamad Kaha	15	Station_Hydro1	Catchment_002	10015
Lahijeh Kaha	14	Station_Hydro1	Catchment_002	10014
Subulak	13	Station_Hydro1	Catchment_002	10013
Takht Mousli	12	Station_Hydro1	Catchment_002	10012
Behabadshahr Sadj	11	Station_Hydro1	Catchment_002	10011
Kaha	9	Station_Hydro1	Catchment_002	10009
Lahijeh Kaha	8	Station_Hydro1	Catchment_002	10008
Kaha	7	Station_Hydro1	Catchment_002	10007
Kaha	6	Station_Hydro1	Catchment_002	10006
Kaha	5	Station_Hydro1	Catchment_002	10005
Kaha	4	Station_Hydro1	Catchment_002	10004
Kaha	3	Station_Hydro1	Catchment_002	10003
Kaha	2	Station_Hydro1	Catchment_002	10002
Kaha	1	Station_Hydro1	Catchment_002	10001
Chahin Gorgan	16	Station_Hydro1	Catchment_002	10016
Hamad Kaha	15	Station_Hydro1	Catchment_002	10015
Lahijeh Kaha	14	Station_Hydro1	Catchment_002	10014
Subulak	13	Station_Hydro1	Catchment_002	10013
Takht Mousli	12	Station_Hydro1	Catchment_002	10012
Behabadshahr Sadj	11	Station_Hydro1	Catchment_002	10011
Kaha	9	Station_Hydro1	Catchment_002	10009
Lahijeh Kaha	8	Station_Hydro1	Catchment_002	10008
Kaha	7	Station_Hydro1	Catchment_002	10007
Kaha	6	Station_Hydro1	Catchment_002	10006
Kaha	5	Station_Hydro1	Catchment_002	10005
Kaha	4	Station_Hydro1	Catchment_002	10004
Kaha	3	Station_Hydro1	Catchment_002	10003
Kaha	2	Station_Hydro1	Catchment_002	10002
Kaha	1	Station_Hydro1	Catchment_002	10001

Abb. 33 Grundlegende Struktur der WISKI Datenbank für alle Einzugsgebiete, eigene Darstellung

Dank der umfangreichen Funktionen der WISKI-Software können die aufgenommenen Daten automatisch validieren, analysieren und mithilfe von vordefinierten oder benutzerdefinierten Algorithmen und statistischen Methoden erweitert werden. Abbildungen 34 und 35 zeigen Beispiele für die Analyse der Abflussdaten sowie die Korrektur von Ausreißern in der Zayandeh-Rud-Datenbank.

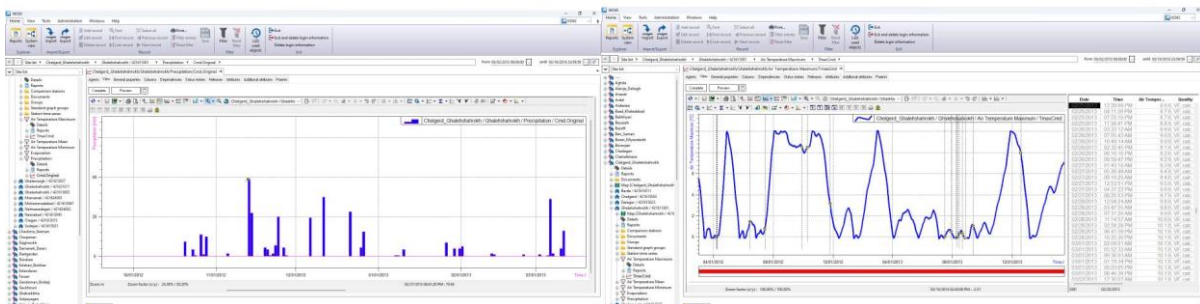


Abb. 34 Importierte Niederschlagsdaten und Temperatur in Zayandeh Rud WISKI Datenbank, Beispiel der Station Ghaleshahrokh (Flussabwärts des Damms)

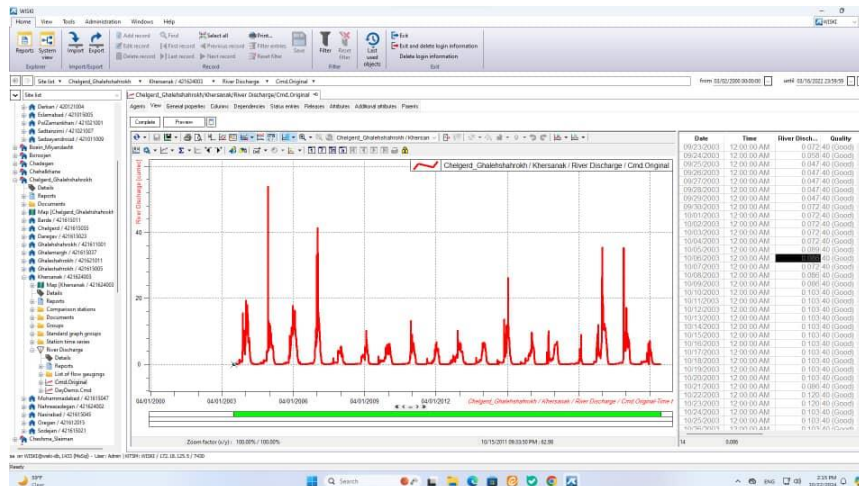


Abb. 35 Importierte Abflussdaten in Zayandeh Rud WISKI Datenbank, Beispiel der Station Kheranak (Flussabwärts des Damms)

Integration des MHB-Modells mit WISKI-Zayandeh Rud: Nach der Fertigstellung der Zayandeh-Rud WISKI-Datenbank wurde durch KISTERS die Verbindung zum MHB, der Hauptmodell von WMT hergestellt. Gleichzeitig erhielten die iranischen Kollegen Schulungen, um andere von ihnen gewählte Softwarelösungen an die Datenbank anzubinden. Abbildung 36 gibt einen Überblick über den Prozess der Integration des MHB-Modells mit WISKI-Zayandeh Rud.

Im Rahmen des Integrationsprozesses werden die Eingabedateien zunächst durch den Schnittstellenadapter auf Grundlage der Konfigurationsdatei generiert (1). Anschließend wird das MHB-Modell ausgeführt und erzeugt die Ergebnisdateien (2). Ausgewählte Ergebnisdateien werden schließlich durch den Schnittstellenadapter, gemäß der Konfiguration, in die WISKI-Zayandeh-Rud-Datenbank importiert (3). Abbildung 37 zeigt zusätzlich die Adapterfunktionen zur Extraktion von Zeitreihen aus WISKI für die MHB-Dateien sowie die Rückschreibung der MHB-Ergebnisse als Zeitreihen in WISKI.

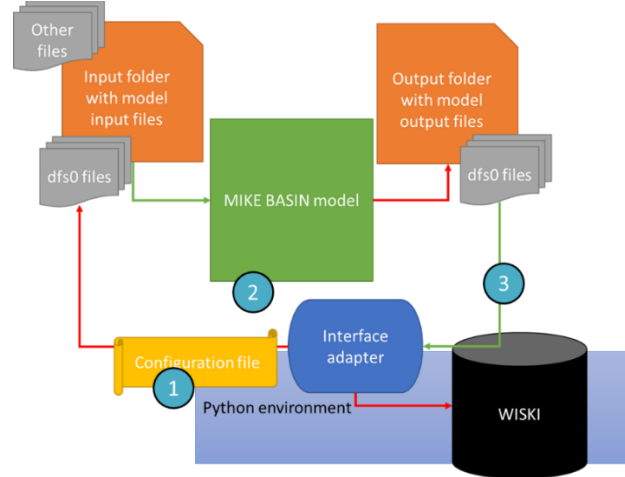


Abb. 36 Arbeitsablauf, der zeigt die Integration des MHB-Modells mit der Zayandeh Rud WISKI-Datenbank

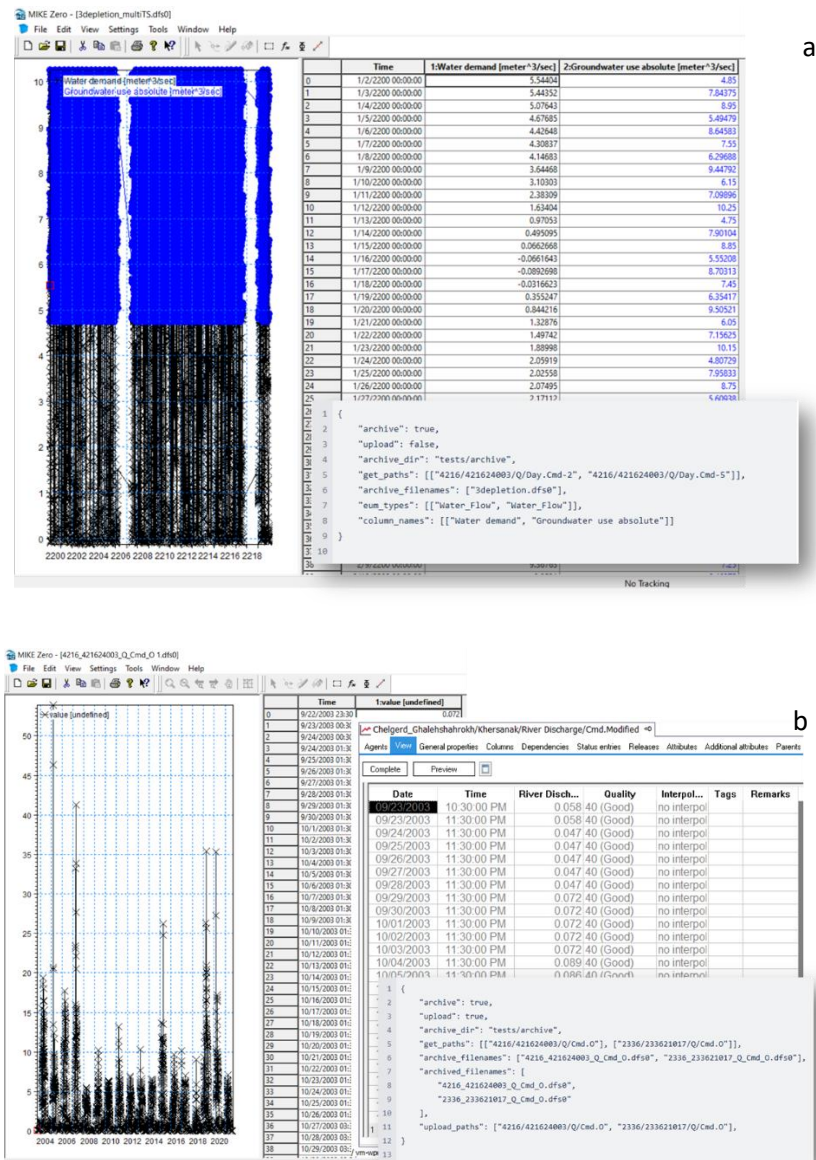


Abb. 37 Adapterfunktionen zum Lesen von Zeitreihen aus WISKI in MHB-Dateien (a) und zum Schreiben von MHB-Dateien als Zeitreihen in WISKI (b)

Neben dem Trainingsworkshop, in dem die iranischen Kollegen in der Integration der beiden Softwareprogramme sowie in der Lösung technischer Probleme geschult wurden, hat das Projektteam auch Leitfäden und Anleitungen erstellt und den iranischen Kollegen zur Verfügung gestellt (Abbildung 38). Diese erklären Schritt für Schritt die Installation, Inbetriebnahme, Codierung und Aktualisierung der Softwarepakete. Insbesondere wird der Adapter zur Verbindung der WISKI-Software mit anderen Modellen in klarer, verständlicher Sprache erläutert. Diese Dokumentation wird den iranischen Kollegen zukünftig wertvolle Unterstützung bieten, wenn sie ihre eigene Software mit WISKI verbinden wollen.



Installation Guide for inter3 Adapter

Installation

Requirements

- Python 3.11

Pre-installation

We recommend you use a separate python environment to install the package. Venv comes automatically installed in Windows if installing python via the Windows Store. In Debian-based distributions of Linux, one can easily install it by `sudo apt-get install python3-venv`.

To create a new environment:

```
python -m venv venv
```

Where venv will be the location of your new environment.

Dev guide for inter3 Adapter

This guide is to help developers modify or extend the Kisters adapter https://gitlab.com/kisters/projects/inter3kisters.model_integration/adapters.inter3/-tree/main?ref_type=heads Connect your GitLab account, as well as to create new ones. Lets have a look at the repo, as well as the two main files.

Repo files

- `schema.py`: has the configuration for each run. The first of 2 main files. Explained below.
- `adapter.py`: has the logic. The second of the 2 main files. Explained below.
- `requirements.txt` contains all the libraries and can be extended.
- `setup.py` is essential to build python packages and, in this case, it installs requirements.txt. In setup.py we connect the package to kisters.analytics by two entry points. Also in setup.py we define which python versions should be compatible.
- `settings.py` is where we place hostname, port and others.
- `gitignore` is a list of files or directories that are used for dev but should not be part of the package, for instance the virtual environment (venv).
- `kisters_water.yaml` and `gitlab-ci` do the packaging.
- `ruff.toml` is to define toml rules for file formatting.
- `test` directory

Abb. 38 Technische Leitfäden zur Integration der WISKI-Software

Außerdem wurde auf der WISKI-Benutzerkonferenz 2024 gemeinsam mit Kollegen der Firma KISTERS ein Artikel mit dem Titel „WISKI Integration for Enhanced Water Resources Management in Iran's Complex Basins: A Case Study of Zayandeh Rud“ vorgestellt, in dem erörtert wurde, wie die WMT-Software mit WISKI verbunden und in ein DSS umgewandelt werden kann.

WMT als Decision Support System (DSS)

Nach der Aktualisierung und Erweiterung der Modelle sowie deren Anbindung an die WISKI-Software konnte ein Entscheidungsunterstützungssystem (DSS) implementiert werden. Wie bereits erwähnt, ermöglicht das DSS die Simulation von Bewirtschaftungsszenarien und die Abschätzung ihrer Auswirkungen auf die Wasserressourcen.

Darüber hinaus, wurde DSS-Zayandeh Rud so konzipiert, dass es nicht nur für die Erstellung und Analyse verschiedener Bewirtschaftungsszenarien genutzt werden kann, sondern auch zur kurzfristigen Planung der Wasserabgabe, beispielsweise für die Bewässerung im nächsten Jahr. Das DSS kann die Möglichkeiten zur Deckung des Wasserbedarfs der verschiedenen Sektoren auf der Grundlage der verfügbaren Wasserressourcen berechnen.

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse des DSS-Zayandeh Rud für die Wasserabgabepfung aus dem Zayandeh-Rud-Staudamm für das Bewässerungsjahr 1403–1404 dargestellt. Dieses Jahr im persischen Kalender entspricht dem Zeitraum von zwölf Monaten, von September bis August, im gregorianischen Kalender.

Abbildung 39 zeigt die täglichen und monatlichen Vorhersagen des Gesamtzuflusses zum Zayandeh-Rud-Staudamm für das Bewässerungsjahr 1403–04. Die schwarze und die rote Linie in diesem Diagramm geben die Werte zweier Vorhersagen an, die innerhalb des 25–75%-Vertrauensintervalls (orangefarbener Bereich) liegen. Der graue Bereich markiert die minimalen und maximalen absoluten Werte, und die blaue Linie zeigt die tatsächlichen Zuflusswerte zur Talsperre für die ersten dreizehn Tage des siebten Monats an.

Die erste jährliche Vorhersage des Wasserzuflusses zum Staudamm (optimistisches Szenario, Prognose 1) beträgt 837 Millionen Kubikmeter (MCM) und liegt mit Unsicherheitsanalyse in einem Bereich von -106,25 bis +409,64 MCM pro Jahr. Die zweite Prognose (pessimistisches Szenario, Prognose 2) schätzt den Zufluss auf 1034 MCM und umfasst eine Schwankung zwischen -304,5 und +211,4 MCM pro Jahr.

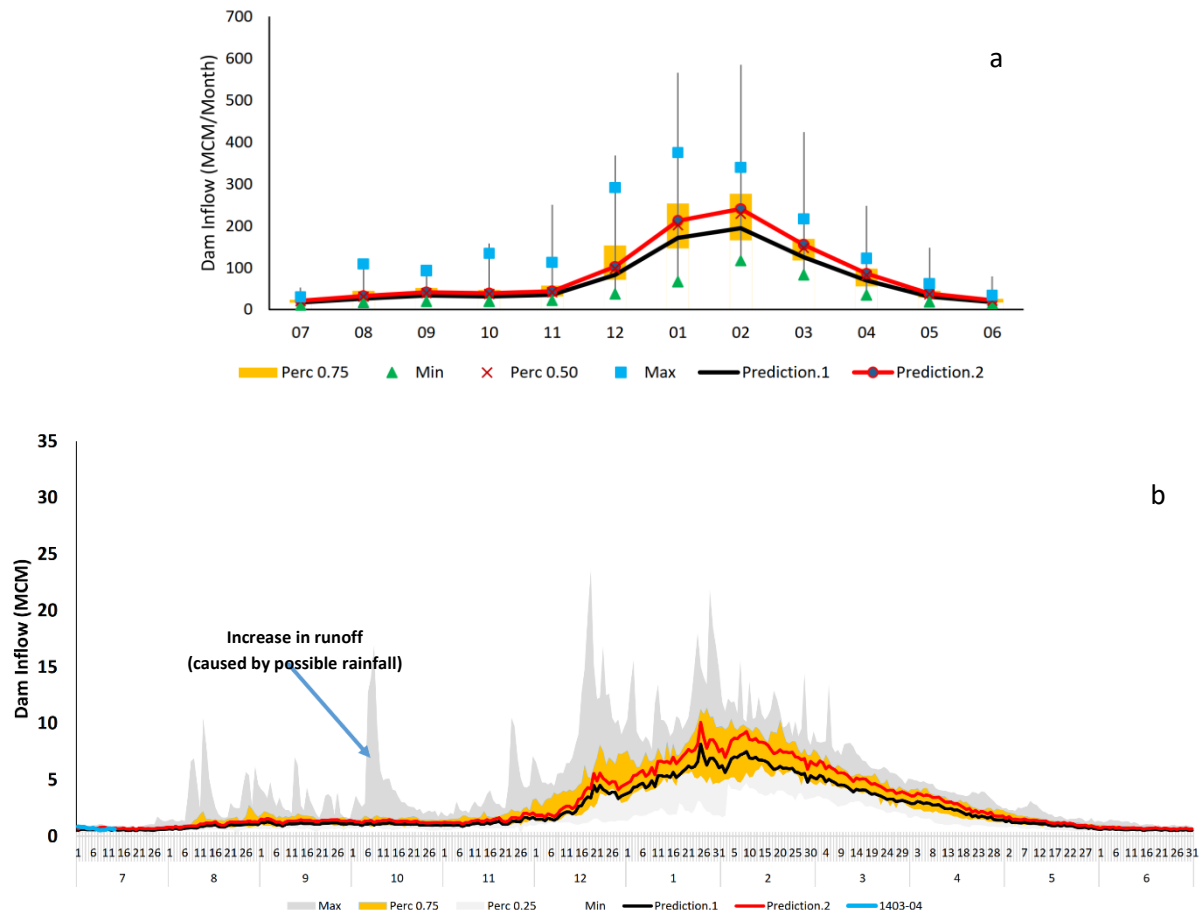


Abb. 39 Vorhersage des Gesamtzuflusses zum Zayandeh-Rud-Damm für das Bewässerungsjahr 1403-04 (von September 2023 bis August 2024) in Millionen Kubikmetern pro Monate (a) und Tag (b)

In Abbildung 40 ist das Verdunstungsdiagramm des Zayandeh-Rud-Damms für das Bewässerungsjahr 1403-04 auf Tages- und Monatsbasis dargestellt. Die Berechnung der Verdunstungsverluste ist für eine präzise Einschätzung der verfügbaren Wasserressourcen unerlässlich. Die Verdunstung ist in den heißen Monaten des Bewässerungsjahres, d.h. zwischen dem zweiten und sechsten Monat, am höchsten. Laut den Modellergebnissen sind aufgrund der Verdunstung insgesamt 35 MCM Wasser im Reservoir des Staudamms nicht verfügbar.

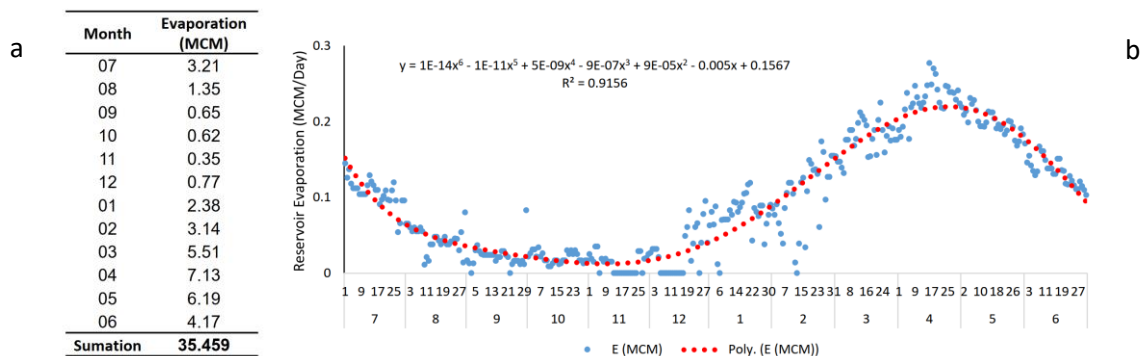


Abb. 40 Verdunstungsdiagramm vom Zayandeh-Rud-Staudamm für das Bewässerungsjahr 1403-04 (von September 2023 bis August 2024) in Millionen Kubikmetern pro Monate (a) und Tag (b)

Abbildung 41 visualisiert die monatlichen Vorhersagen des Trinkwasserverbrauchs in Millionen Kubikmetern für das Einzugsgebiet des Zayandeh Rud im Bewässerungsjahr 1403–04. Die Grafik zeigt vier Vorhersagen für die Trinkwasserbedarfe: Isfahan Trinkwasserbedarf 1 (BabaSheikhAli) and 2 (2th System Domestic), und Großstädte Yazd und Kashan.

Die Vorhersagen zeigen einen Anstieg des Wasserbedarfs bis zu einem Maximum im dritten Monat, gefolgt von einem Rückgang. Die Bedarfsprognosen für BabaSheikhAli und Yazd sind durchgängig höher als jene für das 2. System und Kashan. Der höchste prognostizierte Wasserbedarf tritt im dritten Monat auf und beträgt rund 32 MCM pro Monat, während der niedrigste Wasserbedarf im zehnten Monat etwa 26 MCM pro Monat erreicht. Die Daten verdeutlichen den hohen Wasserbedarf im Einzugsgebiet des Zayandeh Rud während der Bewässerungssaison.

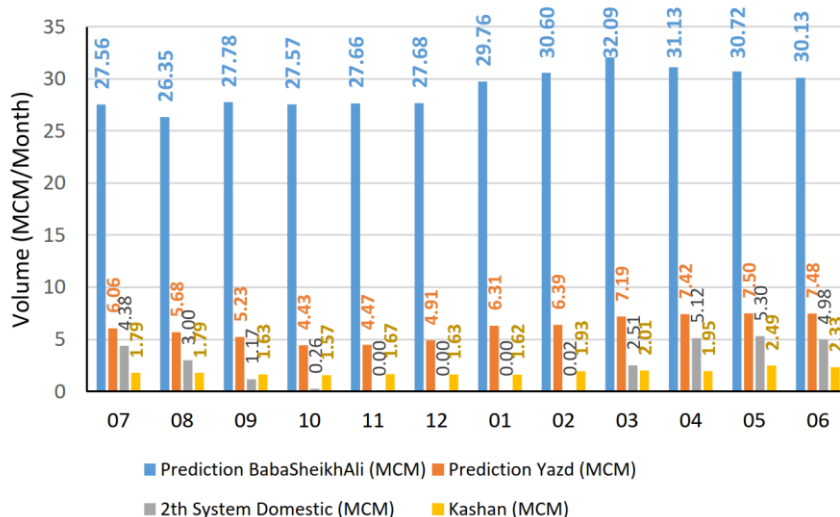


Abb. 41 Vorhersage des Gesamttrinkwasserverbrauchs in Millionen Kubikmetern pro Monat für das Bewässerungsjahr 1403-04 (von September 2023 bis August 2024) im Einzugsgebiet Zayandeh Rud

Abbildung 42 zeigt die prognostizierte Wasserentnahme im Agrarsektor für das Bewässerungsjahr 1403–04, unterteilt in verschiedene Regionen. Jede Region weist spezifische Prognosen für den Wasserbedarf auf, die sowohl Oberflächen- als auch Grundwasserressourcen umfassen. Außerdem

zeigt die Abbildung die starke Abhängigkeit der Landwirtschaft von diesen Wasserressourcen und erhebliche Unterschiede im Wasserverbrauch zwischen den Regionen.

Die flussaufwärts gelegenen Gebiete des Zayandeh-Rud-Damms werden sowohl mit Oberflächenwasser (ca. 478 MCM) als auch mit Grundwasser (ca. 291 MCM) bewässert. Die Gebiete zwischen dem Zayandeh-Rud-Damm und dem Chamasman-Damm benötigen ebenfalls eine beträchtliche Menge an Wasser, sowohl aus dem Oberflächen- als auch aus Grundwasserressourcen sowie etwa 221 MCM aus weiteren Quellen. Die traditionellen Bewässerungsnetzwerke (Nekoabad, Abshar und Roodasht) weisen einen hohen Wasserbedarf auf, der ebenfalls durch Oberflächen- und Grundwasserressourcen gedeckt wird.

Insgesamt wird erwartet, dass im nächsten Bewässerungsjahr etwa 1006 MCM Wasser aus dem Zayandeh Rud benötigt wird, um den landwirtschaftlichen Bedarf im Einzugsgebiet zu decken.

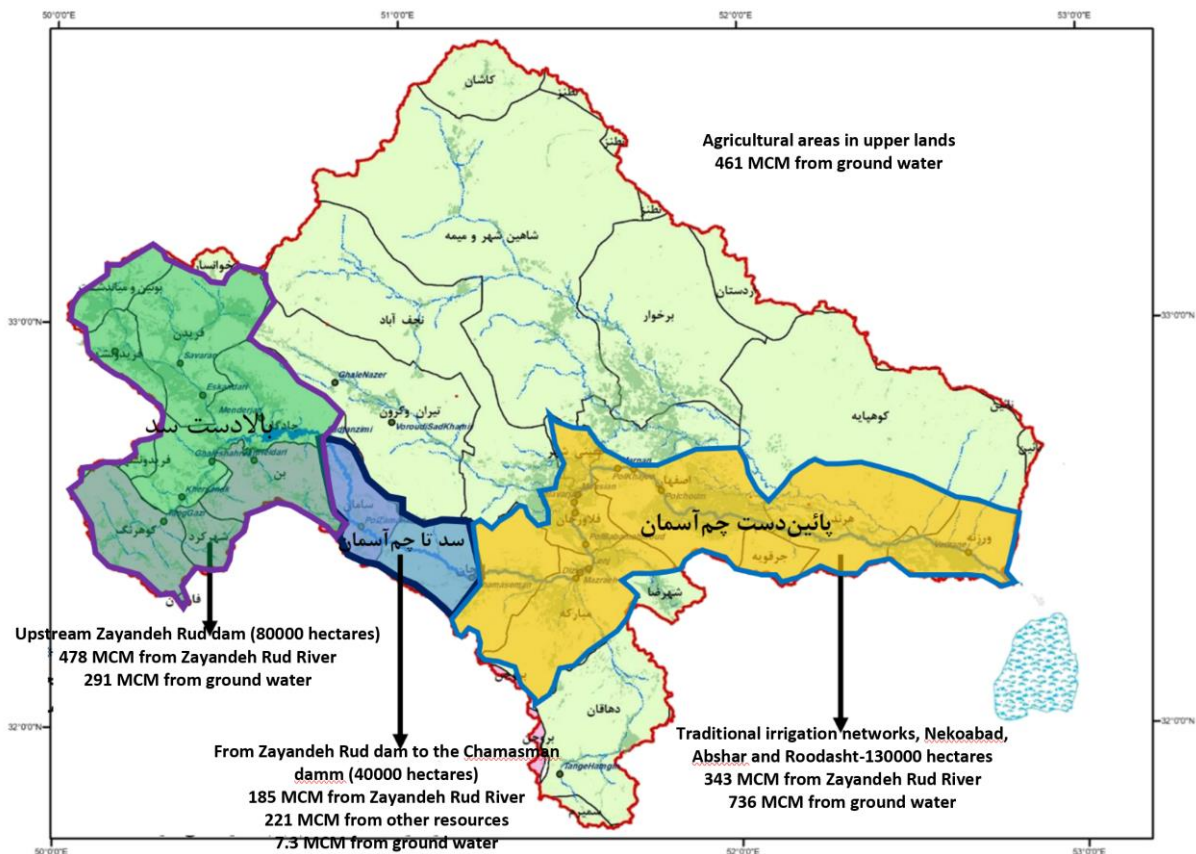


Abb. 42 Vorhersage des Gesamtwasserverbrauchs des Agrarsektors in Millionen Kubikmetern pro Monat für das Bewässerungsjahr 1403-04 (von September 2023 bis August 2024) im Einzugsgebiet Zayandeh Rud

Die beiden Zuflussprognosen (optimistisches Szenario: 836 MCM und pessimistisches Szenario: 1034 MCM, siehe Abb. 2) verdeutlichen, dass im Szenario 1 der Wasserbedarf nur bis zum Chamasman-Damm gedeckt werden kann. Abbildung 43 illustriert auf Basis der verfügbaren Wasserquellen und der sektoralen Bedarfe, wie viel Wasser im Bewässerungsjahr aus dem Zayandeh Rud Staudamm freigegeben werden könnte (dam rule curve).

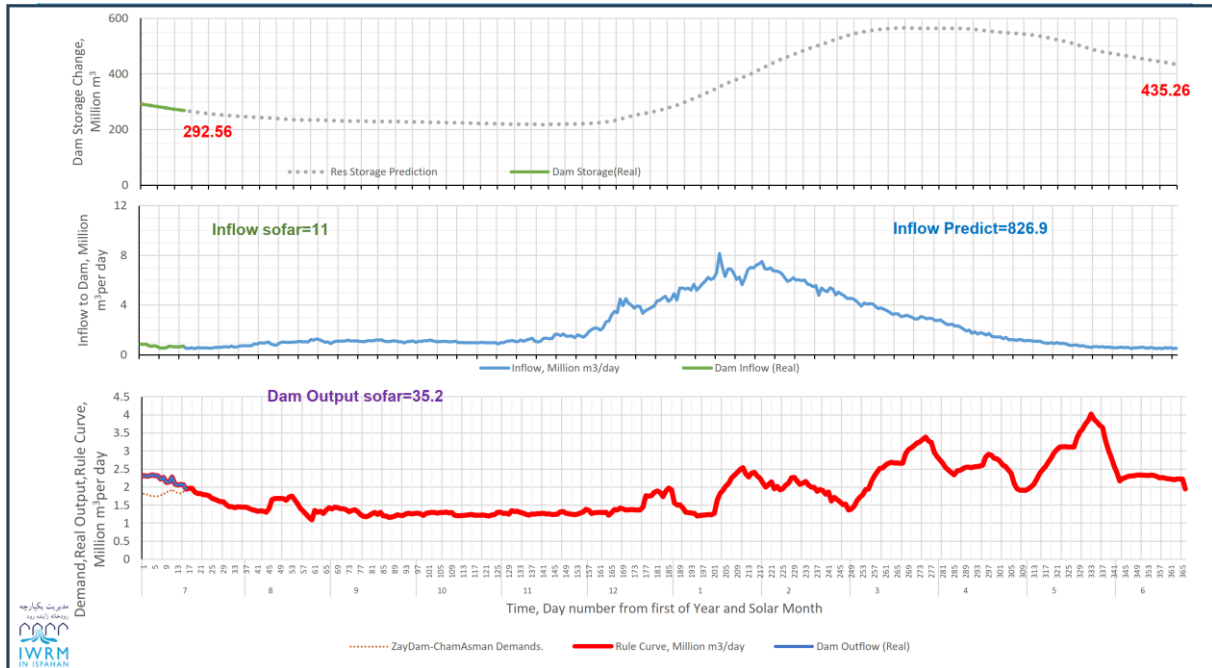
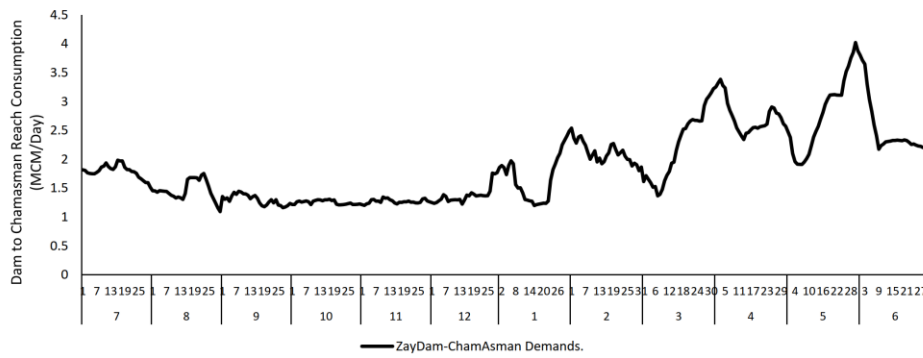


Abb. 43 Betriebsplan für den Staudamm Zayandeh Rud für das iranische Bewässerungsjahr 1403-04 (von September 2023 bis August 2024) auf Tagesbasis, Szenario 1: Die Wasserzufluss zum Damm 837 MCM

Die Modellergebnisse zur Deckung des Wasserbedarfs für das Gebiet vom Zayandeh-Rud-Damm bis zum Chamaskan-Damm (siehe Abbildung 44) bestätigen, dass das verfügbare Wasser den Wasserbedarf dieses Gebiets nur auf der Grundlage des optimistischen Szenarios decken kann. Der Wasserbedarf dieses Gebiets im nächsten Bewässerungsjahr beträgt etwa 688 MCM, was unter Berücksichtigung der verfügbaren Ressourcen von 837 MCM sowie der Verdunstungsverluste und illegalen Entnahmen keine Wassermengen für die Bewässerungsnetzwerke flussabwärts ermöglichen würde.



Month	BabaShei khAli (MCM)	Yazd (MCM)	2th System Domestic	Kashan (MCM)	Adjusted Reach Consumption	ZayDam-ChamAsman Demands.
07	27.56	6.06	4.38	1.82	13.91	53.74
08	26.35	5.68	3.00	1.82	7.06	43.92
09	27.78	5.23	1.17	1.82	2.97	38.97
10	27.57	4.43	0.26	1.82	2.47	37.61
11	27.66	4.47	0.00	1.82	2.00	38.08
12	27.68	4.91	0.00	1.76	2.98	39.85
01	29.76	6.31	0.00	1.89	9.31	51.85
02	30.60	6.39	0.02	1.89	21.61	65.36
03	32.09	7.19	2.51	1.89	21.96	68.86
04	31.13	7.42	5.12	1.89	35.05	84.97
05	30.72	7.50	5.30	1.89	35.60	86.53
06	30.13	7.48	4.98	1.89	30.18	77.61
Sumati on	349.02	73.08	26.73	22.20	185.10	687.33

Abb. 44 Vorhersage des Gesamtwasserverbrauchs vom Zayandeh Rud Damm nach Chamasman Damm für das iranische Bewässerungsjahr 1403-04 (von September 2023 bis August 2024) auf (a) täglicher und (b) monatlicher Basis

Das optimistische Szenario für die Zuflüsse in den Zayandeh-Rud-Damm zeigt jedoch etwas günstigere Bedingungen zur Deckung des Wasserbedarfs in verschiedenen Teilen des Einzugsgebiets. So könnte der Bedarf im Bereich des Zayandeh-Rud-Damms bis nach Chamasman gedeckt und zusätzlich 231 MCM für die flussabwärts gelegenen landwirtschaftlichen Flächen freigegeben werden (Abbildung 45).

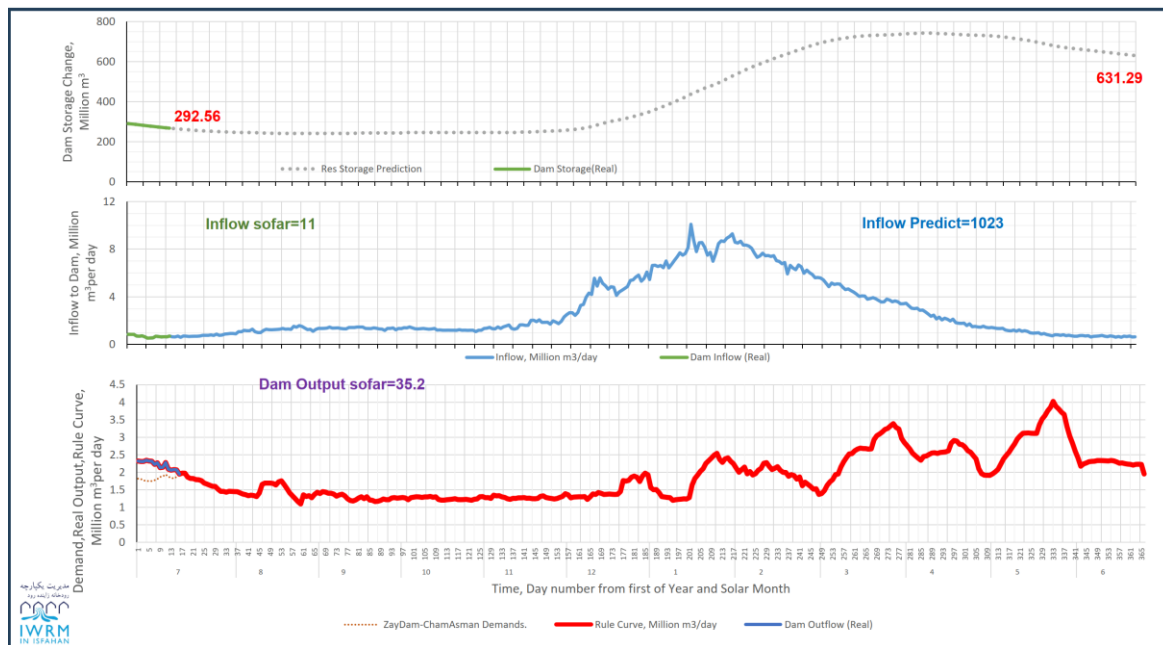


Abb. 45 Betriebsplan für den Staudamm Zayandeh Rud für das iranische Bewässerungsjahr 1403-04 (von September 2023 bis August 2024) auf Tagesbasis, Szenario 2: Die Wasserzufluss zum Damm 1034 MCM

Online Management-Dashboard

Durch die Simulation von Management-Szenarien und Wasserzuteilungsstrategien im WMT-Zayandeh Rud entstehen umfangreiche Datenmengen, deren Informationsgehalt für Stakeholder, Manager und Entscheidungsträger oft schwer zugänglich ist. Die Aufbereitung dieser Daten in verständliche Diagramme und interpretierbare Darstellungen erforderte bisher erheblichen Zeitaufwand und war ohne intensive Vorverarbeitung kaum in Echtzeit abrufbar. Ebenso fehlte die Möglichkeit, differenzierte Zugriffsrechte für verschiedene Nutzergruppen zu implementieren.

Mit Zustimmung des Projektträgers wurde daher die Konzeption und Implementierung eines webbasierten Management-Dashboards als integraler Bestandteil der Weiterentwicklung des WMT beschlossen. Dieses Dashboard ermöglicht es verschiedenen Nutzergruppen – darunter Manager, Fachleute, Interessenvertreter und die allgemeine Öffentlichkeit – auf abgestuften Zugriffsebenen, die Modellergebnisse strukturiert und kohärent zu visualisieren. Das Dashboard wurde zudem als eigenständiger Menüpunkt in die neugestaltete IWRM-Zayandeh Rud-Homepage integriert (siehe Abbildung 46).

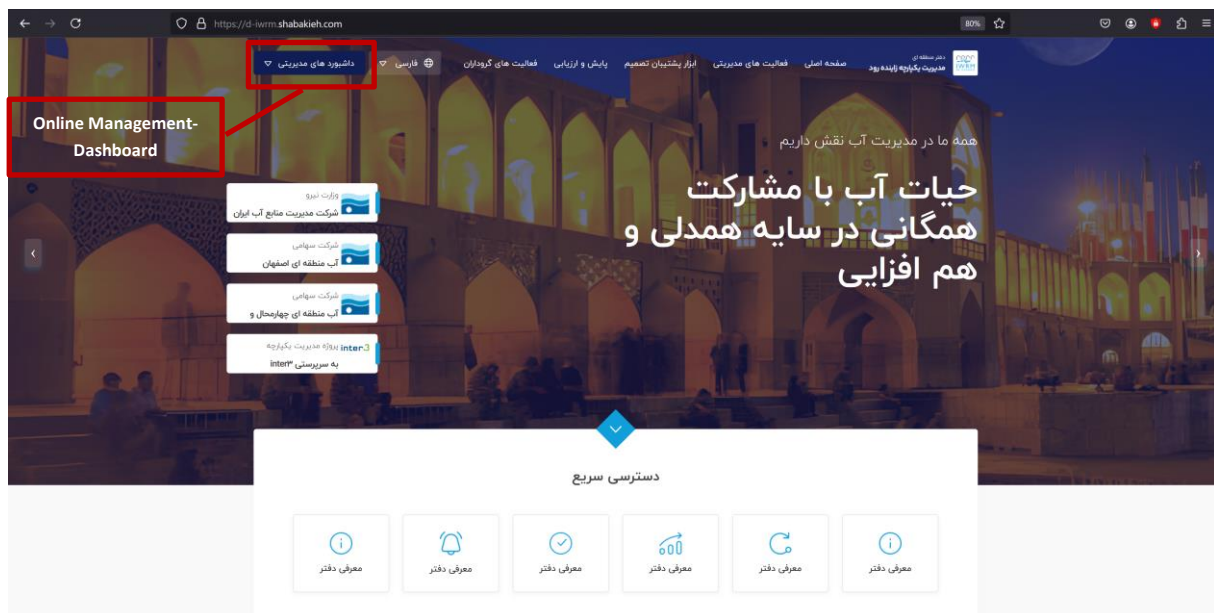


Abb. 46 Die Website des IWRM- Zayandeh Rud Büros und das Menü der Online-Management-Dashboard

Die Bereitstellung und Nutzung dieses Management-Dashboards ermöglicht es dem Projektteam, insbesondere dem RBO Zayandeh Rud, die Ergebnisse der verschiedenen Management-Szenarien und Entscheidungen effizient mit relevanten Interessenvertretern im Einzugsgebiet zu teilen und deren Feedback systematisch einzuholen. Zusätzlich bietet das Dashboard eine visuell ansprechende Darstellung der Leistungsfähigkeit des WMT und der Fortschritte des Gesamtprojekts. Im Folgenden wird ein Teil des Online-Management-Dashboards näher erläutert.

Ein zentrales Merkmal des Dashboards ist die Möglichkeit, die Simulationsergebnisse der DSS-Modelle online einzusehen, indem die Nutzer das gewünschte Jahr oder den gewünschten Monat

auswählen (Abbildung 47). Durch das Anklicken der Hauptknoten entlang des Flusses (River Nodes) lassen sich verschiedene Ergebnisse wie Flussintensität, Versickerung im Flussbett und klimatische Parameter anzeigen (siehe Abbildung 48).

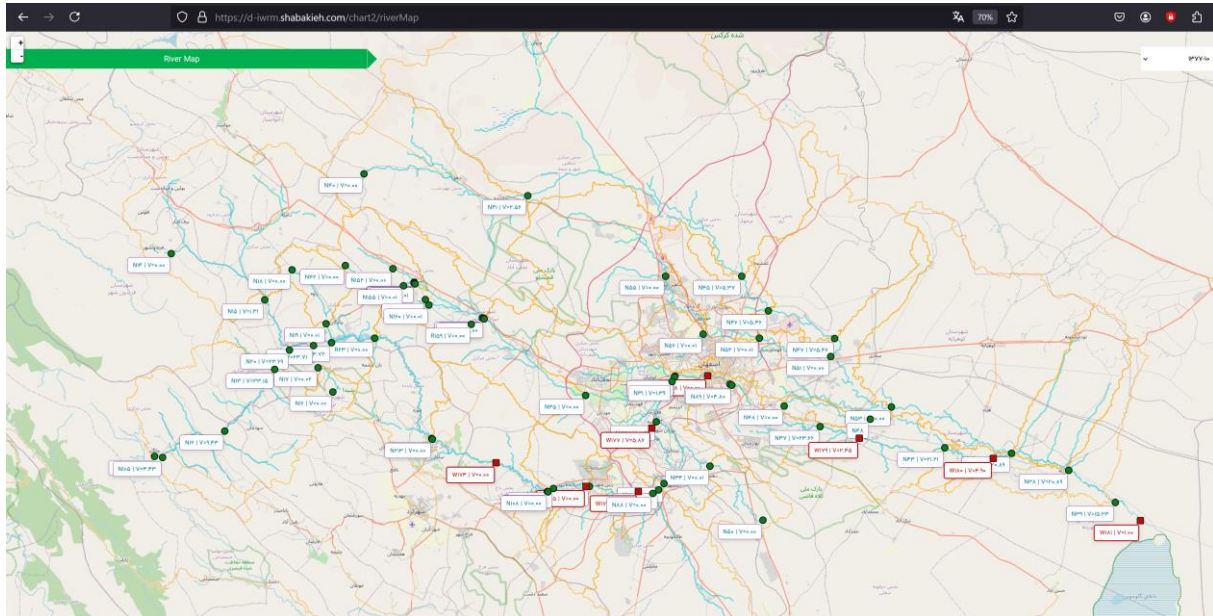


Abb. 47 Anzeige der Ergebnisse von DSS-Modell-Simulationen im Management-Dashboard auf der Grundlage des Standorts und mit der Möglichkeit, das Jahr oder den Monat auszuwählen

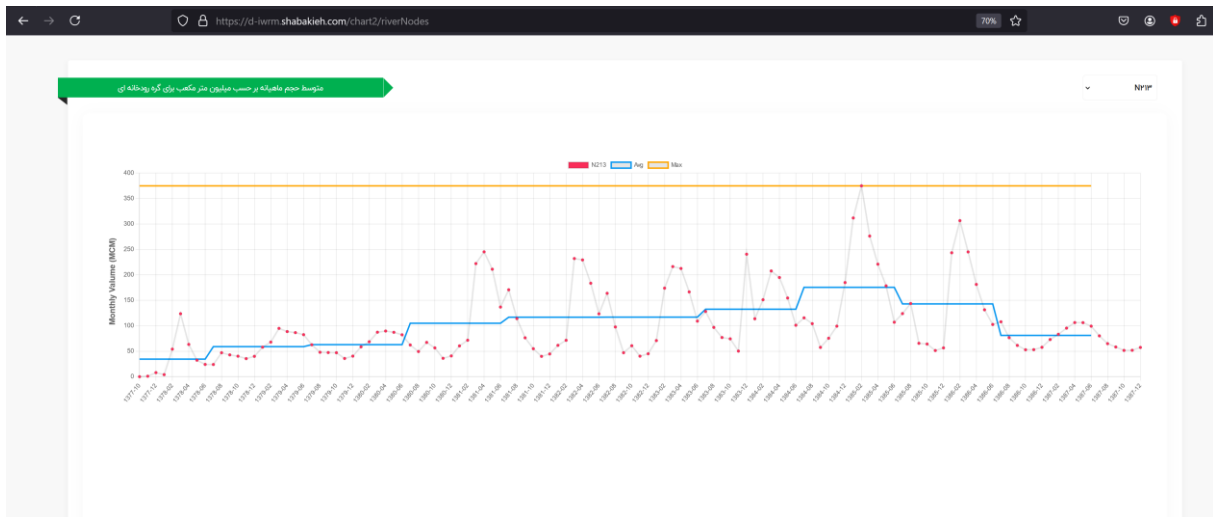


Abb. 48 Die Simulationsergebnisse der Wassermenge, die durch den Flussknoten fließt, werden ausgewertet

Ein weiterer Bereich dieses Dashboards ermöglicht es dem Nutzer, die Ergebnisse der Wasserbilanzsimulation für jedes Teileinzugsgebiet einzusehen, wobei spezifische Jahre oder Monate ausgewählt werden können. Die Informationen in diesem Abschnitt sind besonders wertvoll, da sie einen schnellen Überblick über die im Teileinzugsgebiet für einen bestimmten Zeitraum verfügbare Wassermenge, den Gesamtbedarf sowie die Menge des in das Flussbett infiltrierten Wassers bieten (siehe Abbildung 49).

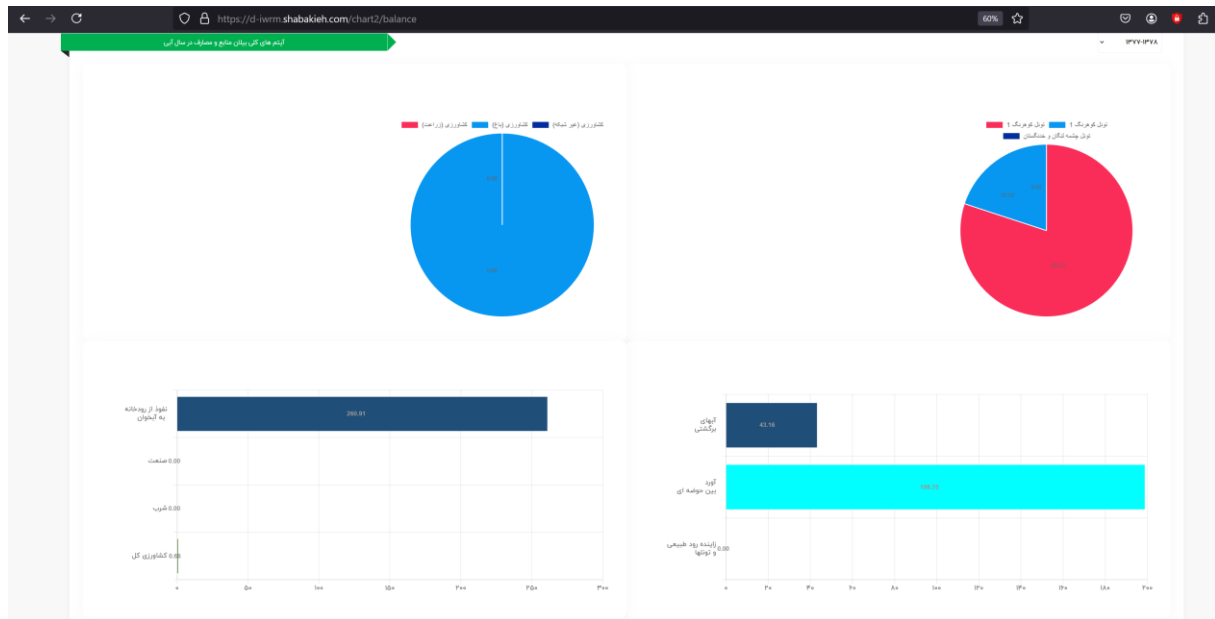


Abb. 49 Anzeige der Ergebnisse der Wasserhaushaltssimulation im Einzugsgebiet auf dem Management-Dashboard mit der Möglichkeit, Jahr oder Monat auszuwählen

Ein weiteres zentrales Merkmal des Management-Dashboards ist die Darstellung und der Vergleich von Szenarioergebnissen. Durch die direkte Anbindung an das DSS werden die Szenarioergebnisse unmittelbar in anschauliche Diagramme umgewandelt, sodass Nutzer nach Auswahl eines Szenarios die Ergebnisse in übersichtlicher und verständlicher Form sehen können, ergänzt durch spezifische Informationen zum jeweiligen Szenario (siehe Abbildung 50). Darüber hinaus ermöglicht das Dashboard den Vergleich mehrerer Szenarien, was die Analyse der Unterschiede vereinfacht und eine fundierte Entscheidungsunterstützung für das Management bietet (siehe 51).

Scenario	Description	Result
Scenario0	Description 0	Result
Scenario1	Description 1	Result
Scenario2	Description 2	Result
Scenario3	Description 3	Result
Scenario4	Description 4	Result
Scenario5	Description 5	Result
Scenario6	Description 6	Result
Scenario7	Description 7	Result



Abb. 50 Die Möglichkeit, verschiedene Managementszenarien auszuwählen und die Ergebnisse im Management-Dashboard anzuzeigen

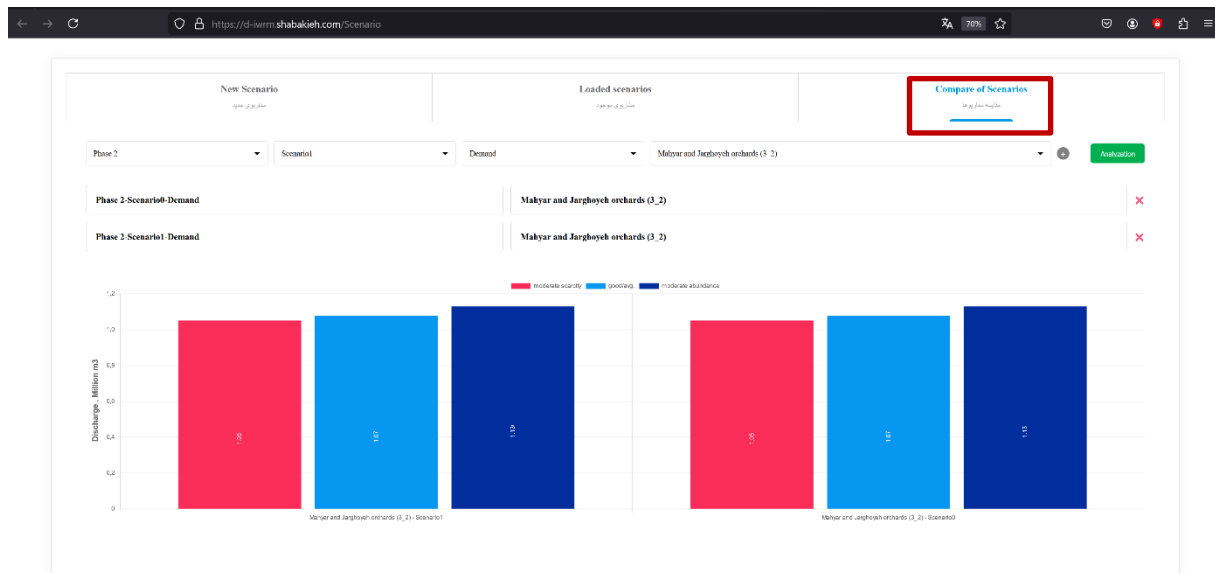


Abb. 51 Die Möglichkeit, die Ergebnisse verschiedener Managementszenarien im Management-Dashboard zu vergleichen

Darüber hinaus wurde ein Klimamodul in das Dashboard integriert, das die simulierten Ergebnisse klimatischer Parameter wie Niederschlag, Höchst- und Mindesttemperaturen, Windgeschwindigkeit, relative Luftfeuchtigkeit und weitere Variablen für die nahe Zukunft darstellt (siehe Abbildung 52). Durch Auswahl eines spezifischen Standorts im Einzugsgebiet kann der Nutzer diese Daten sowohl grafisch visualisieren als auch tabellarisch extrahieren. Diese Funktion trägt wesentlich zur strategischen Planung der Wasserressourcenbewirtschaftung bei, insbesondere in Bezug auf die Bewässerung des Einzugsgebiets.

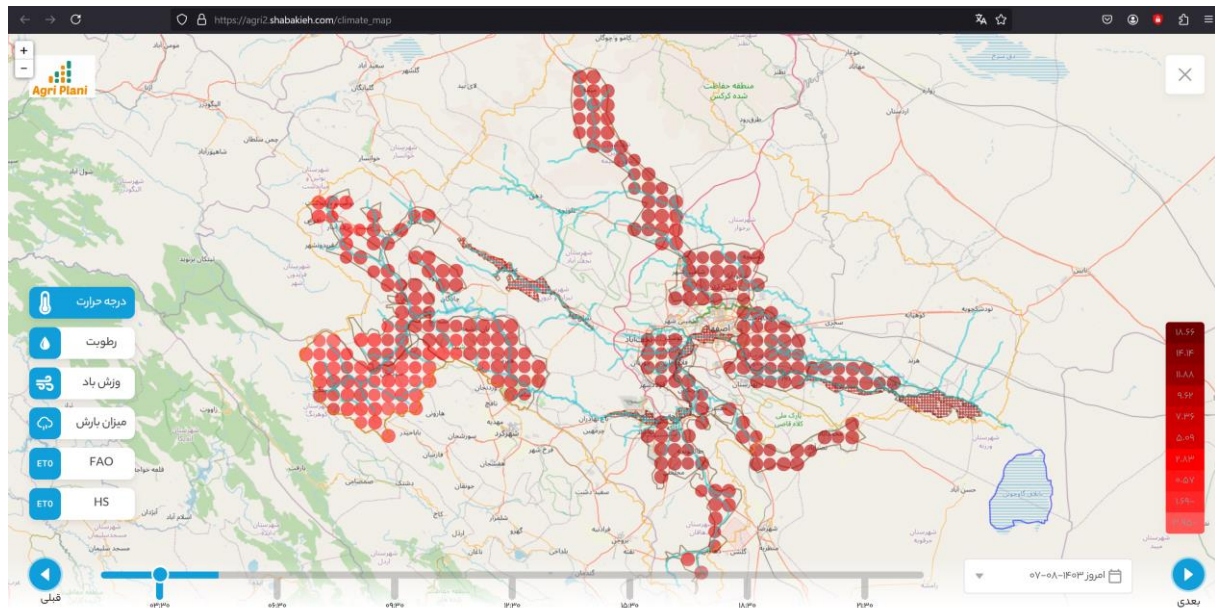


Abb. 52 Klimamodul, das dem Nutzer die simulierten Ergebnisse der Klimaparameter für die nahe Zukunft anzeigt.

II.4.4 Modul D Implementierung Industrie

Das Modul lag in der Verantwortung der TU Berlin. Detaillierte Aussagen zu Ergebnissen finden sich im Endbericht der TU Berlin (FKZ 02WM1532C). Schwerpunkt der Aktivitäten von inter 3 in diesem Arbeitspaket waren die Abstimmung und Konkretisierung der praktischen Aktivitäten mit den iranischen Partnern sowie didaktische, organisatorische und IT Unterstützung bei den Schulungen (siehe auch APs 4-2/4-3).

II.4.5 Modul E Projektmanagement und Public Relation

Die Aktivitäten in diesem Modul konnten zu einer erfolgreichen Abstimmung der einzelnen Teilprojekte mit den verschiedenen iranischen und deutschen Partnern und zur Erreichung der Ziele beitragen. Neben zahlreichen Gesprächen und Treffen sind dabei insbesondere die intensiven Abstimmungsgespräche der Projektleitung mit den iranischen Partnern auf nationaler Ebene zu nennen, die auch nach umfangreicher Umstrukturierung des iranischen Wassersektors im Jahr 2021 dazu führten das Projekt erfolgreich den neuen rechtlich-administrativen und strukturellen Bedingungen anzupassen und somit die Anschlussfähigkeit und Zielerreichung zu sichern.

Grundstein für die Neuausrichtung war ein großes Treffen in Isfahan am 8.1.2022 zwischen der Projektleitung und dem RBO-Management. An diesem Treffen nahmen Manager und Experten der regionalen Wasserbehörden der beiden im Einzugsgebiet gelegenen Provinzen (die Provinzen Isfahan und Chaharmahal & Bakhtiari) teil. Das wichtigste Ergebnis dieses Treffens war die Entscheidung, ein bekanntes iranisches Beratungsunternehmen (Abgostaran Mihan Consulting Company) zu

beauftragen und eine Expertengruppe zu bilden, die die Projektergebnisse überwachen und eine Zusammenfassung der für die Bewirtschaftung des Einzugsgebiets getroffenen Maßnahmen erstellen soll. Außerdem wurde beschlossen, in der Isfahan Regional Water Company (IRWC) eine Arbeitsgruppe zu bilden, die die Voraussetzungen für die Bildung einer neuen Struktur für die nachhaltige Nutzung des Water Management Tool (WMT) ermitteln und die Bildung einer neuen Struktur in der Verwaltung dieses Unternehmens für dessen Nutzung erleichtern soll. Die iranischen Medien (Zeitungen, Radio und Fernsehen von Isfahan) berichteten auf breiter Ebene über diese Sitzung (siehe auch Kap. II.8. Abschnitt Presse Iran).

Zwei weitere große und entscheidende, richtungsweisende Sitzungen fanden dann im Juni 2022 statt: Am 19. Juni fand bei der IRWC in Anwesenheit des Deputy of Operation der RBO Zayandeh Rud und von Wassermanagern und -experten aus beiden im Einzugsgebiet gelegenen Provinzen sowie des Beratungsunternehmens eine Fachsitzung statt, bei der eine Roadmap für die praktische Anwendung der im Projekt entwickelten Instrumente entwickelt wurde. Es wurde beschlossen, diese Roadmap in einer separaten Sitzung in Teheran dem Leiter des RBO Zayandeh Rud vorzulegen, damit er anschließend dem iranischen Energieminister übermittelt werden kann. Auch diese Sitzung wurde medial begleitet (siehe auch Kap. II.8. Abschnitt Presse Iran).

Am 28. Juni 2022 wurde dann in einer Sitzung im Büro des Leiters von RBO Zayandeh Rud in Teheran als erster Schritt der in der Sitzung vom 19. Juni erstellten Roadmap beschlossen, drei verschiedene Szenarien zu entwickeln für die Bewertung der in Betracht gezogenen Entscheidung sowie der geplanten Projekte mit WMT. Das war ein Novum. In der Vergangenheit wurde die Iran National Water Resources Management Company (IWRMC) überhaupt nicht für die Entwicklung von Szenarien befragt, und alle Entscheidungen wurden auf hoher Managementebene getroffen. Mit der Entwicklung und Fertigstellung des WMT, hat die IWRMC zum ersten Mal das IWRM-Büro in Isfahan um die Entwicklung von Szenarien gebeten. Auf diese Weise wurde zum ersten Mal damit begonnen, Entscheidungen auf den unteren Managementebenen zu treffen. Alle diese drei Szenarien wurden von dem geschulten iranischen Team getestet, und die Ergebnisse wurden im November 2022 an die RBO Zayandeh Rud und die Experten übermittelt und dem iranischen Energieministerium zur Entscheidungsfindung vorgelegt (siehe auch Kap. II.4.3 Ergebnisse Modul C DSS).

Für den Transfer der Ergebnisse in andere Wassereinzugsgebiete im Iran konnten dann erfolgreich im April/Mai 2023 Online-Seminare und die Hybrid Transferkonferenz „Transferring the developed DSS for the Zayandeh Rud to the other basins of Iran“ von der Projektleitung mit den iranischen Partnern vorbereitet, organisiert und durchgeführt werden. Von den iranischen Partnern wurde in enger Abstimmung mit inter 3 dafür extra eine Webplattform und Videokonferenzsystem eingerichtet (siehe <https://iwrn.esrw.ir/en>)(Abbildung 53).

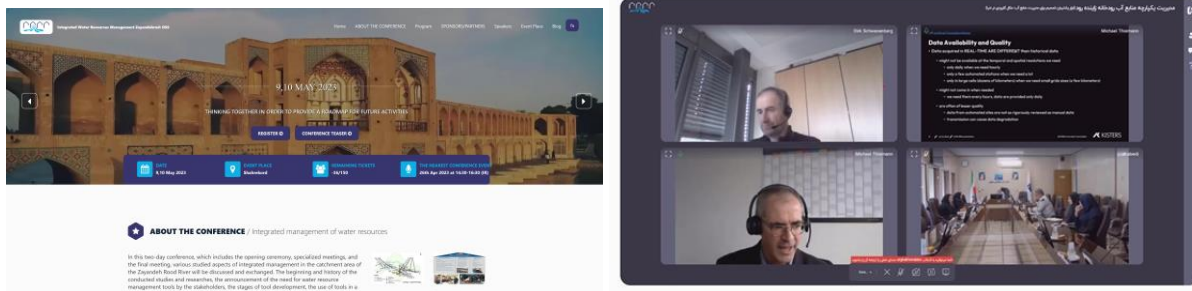


Abb. 53 Die erstellte Webplattform zur Unterstützung der Durchführung der Konferenz und Online-Seminar

Im Vorfeld der Konferenz wurden vier von fünf geplanten Online Seminare mit reger iranischer Beteiligung durchgeführt werden: „Decision support tool for water resources management: an applied example“ (24.04.2023, Dr. Schwanenberg und Herr Thiemann, Kisters), „Development of collaborative solutions in water resources management with the help of Citizens Jury method (26.04.2023, Prof. Dr. Hans-Liudger Diemel, TU Berlin), „The challenge of groundwater drop and identification and management solutions“ (02.05.2023, Peter Schätzl, Aquasoil) und „Desalination, a solution for using non-conventional water resources: challenges, technology and prospects (03.05.2023, Prof. Dr.-Ing. Sven Geißen, TUB und Dr. Joachim Koschikowski, Fraunhofer ISE). Mehr als 30 Vertreter:innen vom iranischen Energieministerium, der Iran Water Resources Management Company, Regionalen Wasserbehörden und Universitäten nahmen an den Online-Seminaren organisiert durch die Isfahaner Wasserbehörde und moderiert durch inter 3 teil. Aufgrund von dabei/danach auftretenden erheblichen Internet-Infrastrukturproblemen mit dem Videokonferenzsystem musste jedoch am 4.5.2023 das letzte für den 8.5.2023 geplante Online-Seminar „Management and monitoring of dams: a practical example in Europe“ (Dr. Frank Schlaeger, Kisters) kurzfristig abgesagt werden und trotz aller Bemühungen auf iranischer Seite konnte die Hybrid geplante Transferkonferenz am 9. und 10.5.2023 nur in Präsenz in Shahrekord, Chaharmahal va Bakhtiary Provinz, durchgeführt werden. Dr. Ali Besalatpour reiste dafür kurzfristig in den Iran und übernahm für die Projektpartner die Präsentationen der Projektergebnisse. An der Präsenz-Konferenz nahmen 37 Manager und Experten aus verschiedenen Regionen des Landes sowie Vertreter des Energieministeriums und der INWRMC teil. Die Online Seminare und die Konferenz trugen damit wesentlich zur Verwirklichung eines weiteren Hauptziels des Projekts in Phase 3 bei: die Übertragung der im Einzugsgebiet Zayandeh Rud gesammelten Erfahrungen auf andere Einzugsgebiete im Iran.

Ein weiteres Highlight war die feierliche Eröffnung der IWRM Zayandeh Rud Office (RBO-Büro) am 7.11.2023 in Isfahan. An der Entwicklung der kodifizierten Struktur zur nachhaltigen Nutzung der im Projekt entwickelten Tools hatte inter 3 erheblich mitgewirkt (siehe auch Ergebnisse Modul Organisationsentwicklung Kap. II.4.1). Die Eröffnungsfeier fand zeitgleich zum Verbundtreffen unter Anwesenheit des Projektträgers in Berlin statt, in einer Live-Schaltung wurden Grußworte vom Projektteam übermittelt.



Abb. 54 IWRM Zayandeh Rud River Basin Organisation Office (RBO-Büro) in Isfahan und Live-Schaltung beim Verbundtreffen zur feierlichen Eröffnung 7.11.2023

Letztendlich konnte vom 3.-12.06.2024 noch eine iranische Delegation nach Deutschland eingeladen werden, so dass am 8.6.2024 dann die Abschlusskonferenz „IWRM Zayandeh Rud Project - Results of 15 years of cooperation“ mit Gästen der iranischen Botschaft, iranischer Beteiligung und rund 50 Teilnehmer:innen stattfand. Während ihres Aufenthalts in Deutschland fanden mehrere Projekttreffen in Berlin, München und Aachen sowie die IWRM-Konferenz in Berlin statt.

Eine Auflistung aller Treffen und Veranstaltungen findet sich auch auf der Homepage des Projektes unter <https://www.iwrn-zayandehrud.com/public-relations/veranstaltungen/>.

Die Homepage <https://www.iwrn-zayandehrud.com> war ein wichtiges Instrument der Öffentlichkeitsarbeit, die über den gesamten Projektverlauf aktualisiert wurde, Fortschritte verankerte und so maßgeblich die Kommunikation mit interessierten Stakeholdern verbesserte.

Zum Ende des Vorhabens wurde diese Homepage in eine neue integriert, die im Iran erstellt und dort dauerhaft betrieben wird. Diese neue Homepage (<https://d-iwrn.shabakieh.com/>) enthält die Projektaktivitäten, das IWRM-Büro und das Management-Dashboards (Screenshots siehe auch Kap. II.4.3 Abschnitt Management-Dashboard). Die Einrichtung dieser Website hatte einen sehr wichtigen Einfluss auf die Einführung des Projekts und Weiterverbreitung seiner Ergebnisse im Iran. Die verschiedenen Nutzer können sich nicht nur über das Projekt und seine Ergebnisse informieren, sondern auch die Ergebnisse der Szenarien und die Ergebnisse der Umsetzung der verschiedenen Werkzeugmodelle im Bereich der Management-Dashboards einsehen oder sogar die Umsetzung eines neuen Szenarios beantragen. Die erstellten Management-Dashboards haben dazu beigetragen, den hochrangigen Managern die Projektkonzepte und -ergebnisse zu vermitteln.

Veröffentlichungen, Präsentationen, Presseerklärungen etc., die zur Verbreitung der Ergebnisse im Projektverlauf im Rahmen dieses Moduls gemacht wurden, werden gesondert in Kapitel II.8 aufgelistet.

Erfolgreich durchgeführte Reisen der Projektleitung in den Iran waren:

- 17.- 28.10.2019 Reise Dr. Besalatpour Teheran / Isfahan: Projekttreffen und Abstimmungsgespräche für die einzelnen Teilprojekte mit den unterschiedlichen iranischen Partnern Energieministerium, GITC, NWWEC, IWRMC, ESCO, Wasserbehörde
- 19.12.2019-27.1.2020 Reise Dr. Besalatpour Teheran / Isfahan Projekttreffen und Abstimmungsgespräche für die einzelnen Teilprojekte mit den unterschiedlichen iranischen Partnern Energieministerium, GITC, NWWEC, IWRMC, IWRC, ESCO; 1. Berufswettbewerb in Isfahan; Projektarbeit; Koordination Aufbau und Inbetriebnahme der DOFISYS Anlage und Schulungen durch abc solutions
- 14.-20.2.2020 3. Reise Dr. Besalatpour Isfahan / Teheran, Begleitung Roland Knitschky DWA, Präsentation Evaluation Berufswettbewerb, Trainingskurse durch iranische Trainer, Wettbewerb, GITC Management Coaching
- 17.12.2021 bis 9.1.2022 4.Reise Dr. Besalatpour, Projektsitzungen in Isfahan und Teheran, Abstimmung mit Entscheidungsträgern auf nationaler Ebene
- 17.06. bis 1.7.2022 Reise Dr. Besalatpour Sitzungen Isfahan, Teheran und Mashad
- 17.12.2022 bis 9.1.2023 Reise Dr. Besalatpour, (Sitzungen Isfahan und Teheran)
- 21.03. bis 24.04.2023 Reise Dr. Besalatpour, Sitzungen Isfahan / Teheran, Projekttreffen und die Vorbereitung, Organisation und Durchführung der Online-Seminare und der Transfer Konferenz
- 06.05. bis 21.05.2023 Reise Dr. Besalatpour, (Sitzungen Isfahan)
- 30.11.2023 bis 10.1.2024 Reise Dr. Besalatpour, (Sitzungen Isfahan)
- 13.06.2024 bis 28.06.2024 Reise Dr. Besalatpour Teheran / Isfahan, Trainingskurse der zweiten Generation auf MHB; Projekttreffen mit dem Geschäftsführer von RBO Zayandeh Rud, Präsentation und Diskussion der Ergebnisse des SWAT-Modells, der WISKI-Zayandeh Rud-Datenbank und der Ergebnisse des WMT-Szenarios für der Geschäftsführer von RBO Zayandeh Rud und Experten des iranischen Energieministeriums; Weiterführung der Entwicklung des Online-Management-Dashboards und des Bewässerungsmodellierungsmoduls
- 16.07.2024 bis 31.07.2024 Reise Dr. Besalatpour Teheran / Isfahan: Projekttreffen in Isfahan in Anwesenheit des Direktors des IWRM-Büros und der Mitglieder der Arbeitsgruppe zur Vorbereitung der Präsentation des Projekts im IWRMC; Treffen mit dem Direktor des Zayandeh Rud RBO im IWRMC zur Vorstellung des Projektstatus und mit den Experten des IWRMC und des iranischen Energieministeriums zur Diskussion der Ergebnisse von FEFLOW, SWAT und WISKI Zayandeh Rud; Projekttreffen in Teheran mit Experten des IWRMC und des Energieministeriums zur Präsentation und Diskussion der Ergebnisse des MHB-Modells; Projekttreffen in Anwesenheit von Managern und Experten der regionalen Wassergesellschaften von Isfahan, Chaharmahal va Bakhtiari sowie der Shabakieh Company in Teheran und Isfahan zur Diskussion der Ergebnisse von WMT und der Wasserabgabeplanung für das kommende Bewässerungsjahr sowie des Management-Dashboards und des Bewässerungsmodellierungsmoduls

II.5 Darstellung des während des Vorhabens bekannt gewordenen Fortschritts auf diesem Gebiet bei anderen Stellen

Keine

II.6 Zusammenarbeit mit anderen Stellen außerhalb des Verbundprojektes

Aufgrund der politischen Lage im Iran in der Projektlaufzeit war das Interesse externer Stellen, sich aktiv im Rahmen des IWRM Zayandeh Rud Projekts einzubringen oder kooperativ zusammenzuarbeiten, leider begrenzt. Trotz wiederholter Bemühungen, Vernetzungsmöglichkeiten zu schaffen und Erfahrungsaustausch zu fördern, blieb die Beteiligung nationaler und internationaler Partner verhalten. Auch die Umsetzung von Schulungsmaßnahmen mit externen Akteuren war nicht realisierbar.

II.7 Veröffentlichungen, Vorträge Referate, etc.

Presseerklärungen

Pressemitteilung vom 15.11.2019 siehe https://www.iwrn-zayandehrud.com/wp-content/uploads/2019/11/20191115_PM-IWRM-III-Auftrakt.pdf und 19.11.2019

<https://www.kooperation-international.de/aktuelles/nachrichten/detail/info/nachhaltige-wasserbewirtschaftung-im-iran-wie-aus-forschung-praxis-wird-auftaktveranstaltung-in-t/>

Pressemitteilung zur Veröffentlichung am 22.3.2021 siehe <https://nachrichten.idw-online.de/2021/03/22/weltwassertag-2021-wasser-und-landnutzung-im-klimawandel/>

<https://www.inter3.de/de/veroeffentlichungen/details/article/standing-up-to-climate-change-creating-prospects-for-a-sustainable-future-in-rural-iran.html>

Betreute Doktorarbeiten

Nesar Nasiri, 2023. Investigation of Hydrological Drought under Climate change and Human Impacts – Zayandeh Rood Basin. Isfahan University of Technology.

Pantea Lotfi, 2023. Investigating the dry and wet periods of the Zayandeh Rud dam and river and its effects on the quality and quantity of agricultural activities. Isfahan Azad University.

Veröffentlichungen

Nasiri N., Asghari K., and Besalatpour A.A. 2022. Quantitative analysis of the human intervention impacts on hydrological drought in the Zayande-Rud River Basin, Iran. Journal of Water and Climate Change. <https://doi.org/10.2166/wcc.2022.188>

Nasiri N., Asghari K., and Besalatpour A.A. 2021. Spatial and temporal changes of water resource components regarding different time periods and important land-uses in Zayandeh-rud Basin. Journal of Pasture and watershed. 74: 867-888.

Lotfi, P., Ahmadi M., and A.A. Besalatpour. 2024. Water cover change detection in Zayandeh-Rood watershed using remote sensing. Journal of Technical Strategies in Water Systems. 2(1): 131-140.

Lotfi, P., Ahmadi M., and A.A. Besalatpour. 2023. Cropland abandonment in a shrinking agricultural landscape: Patch-level measurement of different cropland fragmentation patterns in Central Iran. *Journal of Applied Geography* 158 (2023) 103023. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2023.103023>

Besalatpour A., Shahrooz Mohajeri, Daniel Anatoliyevic Kaufman, and Esmail Adib. 2023. Ein digitales Tool für nachhaltige wasserwirtschaftliche Entscheidungen in einem anspruchsvollen Einzugsgebiet – Zayandeh Rud: von der Ideenentwicklung zur praktischen Anwendung. *Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung*; Heft 44.23, Seite 93-103. DOI: 10.14617/for.hydrol.wasbew.44.23. Download https://de.dwa.de/de/publikationen-7094.html?file=files/media/content/01_DIE_DWA/Fachgemeinschaft%20Hydrologische%20Wissenschaften/FgHW-Publikationen/forumsbeitraege/44.23_TdH2023.pdf&cid=127378

Nasiri N., and Besalatpour A.A. 2022. The impact of hydrological drought characteristics in the Zayandeh Rood catchment area in the historical period of loadings and dam management. The 5th National Congress of Irrigation and Drainage of Iran. Jun 2022, Birjand University.

Besalatpour A., Marianne Brum. 2024. WISKI Integration for Enhanced Water Resources Management in Iran's Complex Basins: A Case Study of Zayandeh Rud. WISKI-users conference 2024, Aachen, Germany.

Vorträge

Kick off Middle East Regional Water Research Cooperation Program" (MEWAC)

Titel: *Vorhaben IWRM Zayandeh Rud*

durch Dr. Ali Besalatpour (inter 3) Dr. Babak Ebrahimi (Grundwasser Modell Arbeitsgruppe)

Datum: 13. October 2021

Workshop zur Simulation von Bewässerungswasserrückflüssen

Titel: *Simulation of Irrigation Return Flows in IWRM Zayandeh Rud Project*

Organisator: Iran National Irrigation and Drainage Committee

Datum: 24. Juli 2024

Ort: Isfahan, Iran

Tag der Hydrologie 2024 Konferenz

Titel: *Ein digitales Tool für nachhaltige wasserwirtschaftliche Entscheidungen in einem anspruchsvollen Einzugsgebiet – Zayandeh Rud: von der Ideenentwicklung zur praktischen Anwendung*

Datum: 22.-23. März 2024

Ort: Bochum, Deutschland

WISKI-Konferenz

Titel: *WISKI Integration for Enhanced Water Resources Management in Iran's Complex Basins: A Case Study of Zayandeh Rud*

Datum: 11.-12. September 2024

Ort: Aachen, Deutschland

Isfahan Province Planning Council

Titel: *Results and Achievements of the IWRM Zayandeh Rud Project*

Datum: 21. Juli 2024

Ort: Isfahan, Iran

Nationale Konferenz „Zayandeh Rud and Gavkhuni: From Crisis to Recovery“
Titel: *IWRM Zayandeh Rud Project: A Joint Iranian-German Cooperation to Revitalize Zayandeh Rud*
Datum: 8. Juli 2023
Ort: Islamische Azad-Universität Isfahan (Khorasgan), Isfahan, Iran

Sitzung der Iran Zayandeh Rud working group „Legal Commission for Water and Disadvantaged Areas“
Titel: *Application of Developed Models in IWRM Zayandeh Rud Project for Water Allocation Based on Water Rights in the Basin*
Datum: 2. August 2023
Ort: Gemeinde Isfahan, Iran

Presse Iran über

Meeting am 8.1.2022 mit dem Leiter der RBO Zayandeh Rud, dem Management und Experten der Regional Water Companies von Isfahan und Chaharmahal va Bakhtiari;

<https://www.imna.ir/news/547543/%D9%85%D8%AF%DB%8C%D8%B1%DB%8C%D8%AA-%DB%8C%DA%A9%D9%BE%D8%A7%D8%B1%DA%86%D9%87-%D8%B1%D9%88%D8%AF%D8%AE%D8%A7%D9%86%D9%87-%D8%B2%D8%A7%DB%8C%D9%86%D8%AF%D9%87-%D8%B1%D9%88%D8%AF-%D8%A8%D9%87-%D8%A7%DB%8C%D8%B3%D8%AA%DA%AF%D8%A7%D9%87-%D8%B3%D9%88%D9%85-%D8%B1%D8%B3%DB%8C%D8%AF>



<https://www.esrw.ir/cs/News/118/1349/%D9%85%D8%AF%DB%8C%D8%B1%DB%8C%D8%AA-%DB%8C%DA%A9%D9%BE%D8%A7%D8%B1%DA%86%D9%87-%D8%B1%D9%88%D8%AF%D8%AE%D8%A7%D9%86%D9%87-%D8%B2%D8%A7%DB%8C%D9%86%D8%AF%D9%87-%D8%B1%D9%88%D8%AF-%D8%A8%D9%87-%D8%A7%DB%8C%D8%B3%D8%AA%DA%AF%D8%A7%D9%87-%D8%B3%D9%88%D9%85-%D8%B1%D8%B3%DB%8C%D8%AF>

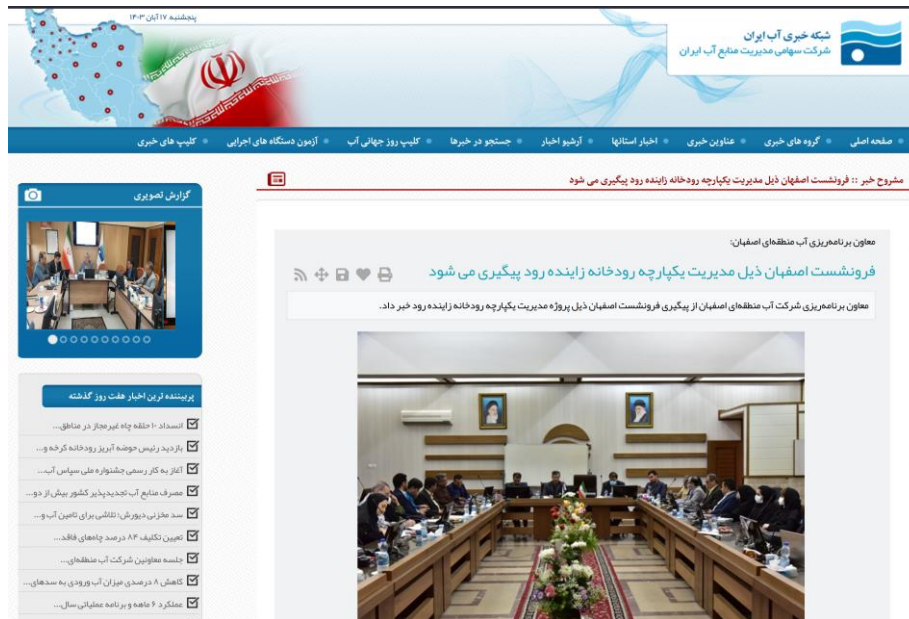
<https://www.iribnews.ir/fa/news/3329484/%D8%A7%DB%8C%D8%B3%D8%AA%DA%AF%D8%A7%D9%87-%D8%B3%D9%88%D9%85-%D9%85%D8%AF%DB%8C%D8%B1%DB%8C%D8%AA-%DB%8C%DA%A9%D9%BE%D8%A7%D8%B1%DA%86%D9%87-%D8%B1%D9%88%D8%AF%D8%AE%D8%A7%D9%86%D9%87-%D8%B2%D8%A7%DB%8C%D9%86%D8%AF%D9%87-%D8%B1%D9%88%D8%AF>



<https://nesfejahan.net/fa/news/230455/%D9%85%D8%AF%DB%8C%D8%B1%DB%8C%D8%AA-%DB%8C%DA%A9%D9%BE%D8%A7%D8%B1%DA%86%D9%87-%D8%B1%D9%88%D8%AF%D8%AE%D8%A7%D9%86%D9%87-%D8%B2%D8%A7%DB%8C%D9%86%D8%AF%D9%87%E2%80%8C%D8%B1%D9%88%D8%AF-%D8%A8%D9%87-%D8%A7%DB%8C%D8%B3%D8%AA%DA%AF%D8%A7%D9%87-%D8%B3%D9%88%D9%85-%D8%B1%D8%B3%DB%8C%D8%AF>

Presse Iran über das Treffen am 19. Juni 2022

<https://wnn.wrm.ir/cs/NewsCrawler/559/60518/%D9%81%D8%B1%D9%88%D9%86%D8%B4%D8%B3%D8%AA-%D8%A7%D8%B5%D9%81%D9%87%D8%A7%D9%86-%D8%B0%DB%8C%D9%84-%D9%85%D8%AF%DB%8C%D8%B1%DB%8C%D8%AA-%DB%8C%DA%A9%D9%BE%D8%A7%D8%B1%DA%86%D9%87-%D8%B1%D9%88%D8%AF%D8%AE%D8%A7%D9%86%D9%87-%D8%B2%D8%A7%DB%8C%D9%86%D8%AF%D9%87-%D8%B1%D9%88%D8%AF-%D9%BE%DB%8C%DA%AF%DB%8C%D8%B1%DB%8C-%D9%85%DB%8C-%D8%B4%D9%88%D8%AF>



Presse Iran (Website der iranischen Regierung) über die Eröffnung des IWRM Zayandeh Rud-Büros (RBO-Büro) am 7. November 2023

<https://dolat.ir/detail/426883>

