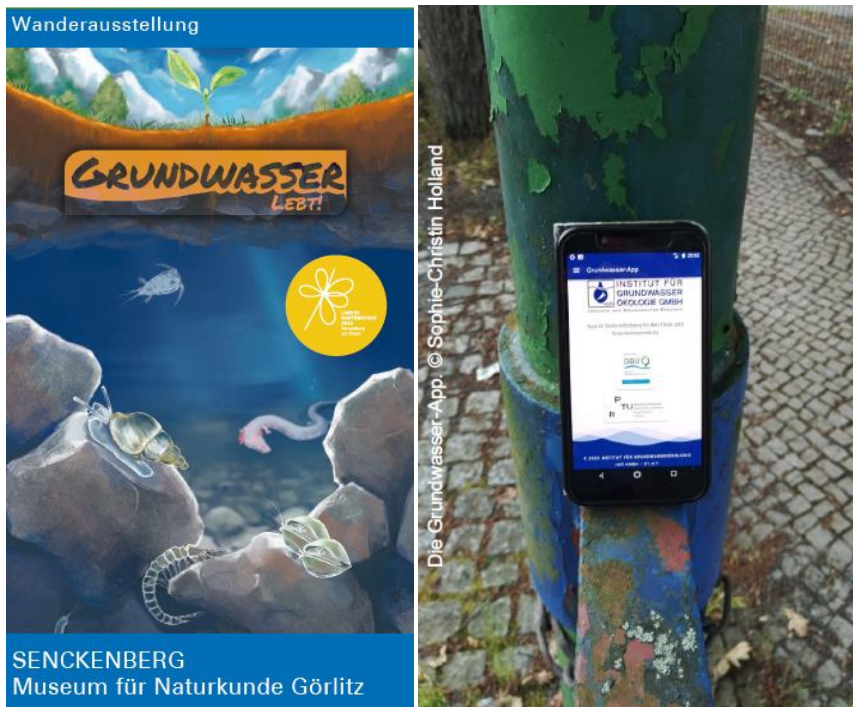


Abschlussbericht / FKZ.: 34290/01/02

Projekttitlel

Grundwasser lebt!

Senckenberg-Ausstellung zur Ökologie, Nutzung und Gefährdung von Grundwasser und neue Werkzeuge für die standardisierte Datenerhebung



Bildautoren: links: Anja Weber/ Sonderausstellungsteam Grundwasser (SGN)
rechts: Dr. Sophie-Christin Holland (IGÖ)

Förderkennzeichen (FKZ): 34290/01

Laufzeit des Vorhabens: 1.12.2019 – 30.06.2023

Leadpartner: Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz

Weiterer Partner: Institut für Grundwasserökologie GmbH

Verfasser des Endberichts:

Prof. Dr. Willi Xylander (Projektleiter), Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz

PD Dr. Hans Jürgen Hahn^{1,2} (Teilprojektleiter), Dr. Sophie-Christin Holland¹, Dr. Cornelia Spengler^{1,2}, Dr. Heide Stein^{1,2}, Dr. Sven Berkhoff^{1,2}, Helga Zumkowski-Xylander^{1,2}, Dipl. Biol.,

¹Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau

²Institut für Grundwasserökologie GmbH, Landau

Görlitz/Landau, Juli 2023

Inhaltsverzeichnis Gesamtbericht

1. Zusammenfassung des Gesamtprojektes

2. **Abschlußbericht, Teil 1**

Grundwasserausstellung

3. **Abschlußbericht, Teil 2**

Neue Werkzeuge für die standardisierte Datenerhebung

Zusammenfassung des Gesamtprojektes

Im Rahmen des durch die DBU geförderten Projekts „Grundwasser lebt!“ wurde zum einen eine interaktive, multimediale und inklusive Wanderausstellung zum Thema Grundwasser mit den Schwerpunkten „Biodiversität“ und „Umwelt“ auf über 90 Tafeln entwickelt, erstellt und präsentiert, zum anderen eine Applikationssoftware zur Datenerhebung für den Trink- und Grundwasserschutz (der sogenannten „Grundwasser-App“) und eine Datenbank als innovative Werkzeuge für die einfache und standardisierte Erhebung von grundwasserökologischen Daten entwickelt, programmiert, optimiert, geprüft und angewendet. In beiden Teilprojekten arbeiteten die Projektpartner eng zusammen und konnten von der Expertise und den Erfahrungen des jeweils anderen partizipieren.

Die Wanderausstellung „Grundwasser lebt!“ wurde seit April 2022 an zwei Orten mit ca. 60.000 Besuchern präsentiert und soll ca. 6-8 Jahre durch Deutschland und das Ausland wandern. Die Ausstellung ist in Module gegliedert und kann so in Ausstellungsräumen unterschiedlicher Größe und Kubatur auf einer Fläche von 180 bis über 300 qm gezeigt werden. Die Themenfelder sind szenografisch und räumlich gegliedert, was die Orientierung der Besuchenden vereinfacht. Digitale Medienstationen, zahlreiche Hands-on-Elemente, Filme und Fotos von Grundwassertieren, eine Kinderebene sowie Inklusionsangebote vermitteln in einfacher Sprache die komplexen Inhalte.

Die Querschnittsthemen werden in der Ausstellung in folgenden vier Themenfeldern präsentiert:

- Grundwasser in Raum und Zeit
- Lebensraum Grundwasser
- Grundwasser und Mensch
- Perspektiven der Nachhaltigkeit

In verschiedenen Teilen der Ausstellung finden sich aktuelle Statements und Interviews von Experten und deren Einschätzungen zu den Themen Trink- und Grundwasser unter dem Aspekt des Klimawandels. Weitere Themen sind z. B. der Export von Grundwasser, aber auch Informationen zu Forschungsthemen scheinen auf dem Medientisch und verschiedenen Texttafeln auf. In einem neu-entwickelten Ausstellungsteil „Perspektiven der Nachhaltigkeit“ werden *pars pro toto* Möglichkeiten aufgezeigt, wie bei der Produktion in der Industrie und Landwirtschaft oder im urbanen Umfeld Wasser gespart werden kann.

Ein Ausstellungskatalog und pädagogisches Begleitmaterial wurden durch beide Partner entwickelt und stehen den Mietern der Ausstellung kostenfrei zur Verfügung.

Zur Etablierung der Grundwasser-App in verschiedenen Nutzungskreisen wurden zahlreiche öffentlichkeitswirksame Veranstaltungen und Workshops durchgeführt.

Perspektiven für die Nutzung der Grundwasser-App und der Datenbank nach Projektende wurden erarbeitet. Die Grundwasser-App (<https://app.grundwasseroekologie.de>) bietet einem breiten Nutzerkreis (Bürgerwissenschaftlern, Wissenschaftler:innen, Behörden und Wasserversorgungsunternehmen) eine einfache, einheitliche, zuverlässige und kostenlose Erfassung von Daten aus grundwasserökologischen Untersuchungen. So leistet die App einen Beitrag zur Erforschung und zum Schutz des Grundwassers und seiner Lebensgemeinschaften.

Die Grundwasser-App ist für die praktische Nutzung im Gelände konzipiert, auch wenn die Auswertung der Proben erst im Labor erfolgen kann. Sie bietet Material zur Unterstützung und Vertiefung, wie einen interaktiven und bebilderten Bestimmungsschlüssel für die Großgruppen der Grundwasserfauna, Steckbriefe zu den Großgruppen, Lernvideos zu verschiedenen Probennahmemethoden sowie einem Auswertungsmodul.

Die Datenbank ist nicht öffentlich zugänglich; alle Daten sind also sicher geschützt. Nutzende können die eigenen Daten als Ergebnisprotokoll in tabellarischer Form ausgehändigt bekommen und behalten das Recht, über ihre Daten zu verfügen. Die in die App eingegebenen Daten werden zunächst einer Qualitätskontrolle unterzogen, bevor sie in die zugehörige Datenbank überführt werden.

Im Verlauf des Projekts erwies sich die Programmierung und Optimierung von Grundwasser-App und Datenbank als außerordentlich herausfordernd, sodass App und Datenbank erst im Herbst 2022 eingesetzt werden konnten. Dies machte eine Verlängerung der ursprünglichen Projektlaufzeit bis zum 30.6.2023 notwendig.

Abschlussbericht, Teil 1

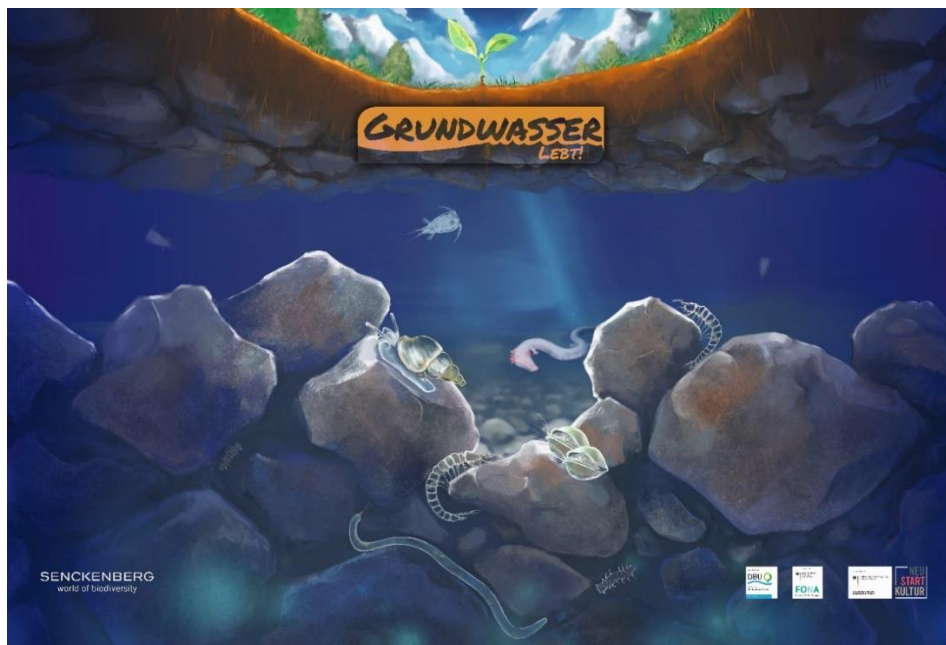
Projekttitel

Grundwasser lebt!

Senckenberg-Ausstellung zur Ökologie, Nutzung und Gefährdung von Grundwasser und neue Werkzeuge für die standardisierte Datenerhebung

Förderkennzeichen (FKZ): 34290/01

Laufzeit des Vorhabens: 1.12.2019 – 30.06.2023



Bildautorin: Anja Weber/ Sonderausstellungsteam Grundwasser (SGN)

Leadpartner: Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz

Weiterer Partner: Institut für Grundwasserökologie GmbH

Verfasser des Endberichts, Teil 1:

Prof. Dr. Willi Xylander (Projektleiter), Instituts-Direktor a. D.

Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz, Postfach 300 154, 02806 Görlitz,
email: willi.xylander@senckenberg.de

Helga Zumkowski-Xylander, Dipl. Biol. (Kordinatorin), PD Dr. Hans Jürgen Hahn
(Teilprojektleiter), Institut für Grundwasserökologie GmbH, Landau

Görlitz/Landau, Juli 2023

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung von Teil 1
2. Einführung/Motivation
3. Methodik, Vorgehensweise, Projektablauf
4. Projektergebnisse - Die Grundwasserausstellung
 - 4.1 Aufbau und Szenografie der Grundwasserausstellung
 - 4.2 Inhalte und Schwerpunkte der vier Sphären
 - 4.3 Mehrsprachigkeit und Inklusion
 - 4.4 Zielgruppen Familien, Kinder und Jugendliche
 - 4.5 Öffentlichkeitsarbeit, Publikationen, Vorträge, Evaluierung
5. Fazit und Ausblick

1. Zusammenfassung von Teil 1

Die Wanderausstellung „Grundwasser lebt!“ wurde als eine interaktive, multimediale und inklusive Ausstellung mit über 90 Tafeln erstellt und seit April 2022 an zwei Orten mit ca. 60.000 Besuchern präsentiert; bis zum Ende der Präsentation wird eine hoch sechsstellige Zahl von Besuchern erwartet. Die Ausstellung wurde finanziert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt und dem Bundesministerium für Bildung und Forschung; zwei digitale Formate wurden über Mittel der Bundesbeauftragten für Kultur und Medien entwickelt. Der Schwerpunkt der Förderung durch die DBU lag dabei bei den Querschnittsthemen „Biodiversität“ und „Umwelt“, beim BMBF auf „Forschung“ und „Nachhaltigkeit“. Die Querschnittsthemen werden in der Ausstellung präsentiert in folgenden vier Themenfeldern:

- Grundwasser in Raum und Zeit
- Lebensraum Grundwasser
- Grundwasser und Mensch
- Perspektiven der Nachhaltigkeit

Die Ausstellung ist (unterhalb der Themenschwerpunkte) in Module gegliedert und kann so in Ausstellungsräumen unterschiedlicher Größe und Kubatur auf einer Fläche von 180 bis über 300 qm gezeigt werden. Die Themenfelder sind szenografisch und räumlich gegliedert, was die Orientierung der Besucher vereinfacht. Digitale Medienstationen, zahlreiche Hands-on-Elemente, Filme und Fotos von Grundwassertieren, eine Kinderebene sowie Inklusionsangebote vermitteln in einfacher Sprache die komplexen Inhalte.

In verschiedenen Teilen der Ausstellung finden sich aktuelle Statements und Interviews von Experten und deren Einschätzungen zu den Themen Trink- und Grundwasser unter dem Aspekt des Klimawandels und dem Export der Grundwasserprobleme. Informationen zu den Forschungsthemen scheinen auf dem Medientisch und verschiedenen Texttafeln auf. In einem neu-entwickelten Ausstellungsteil „Perspektiven der Nachhaltigkeit“ werden *pars pro toto* Möglichkeiten aufgezeigt, wie bei der Produktion in der Industrie und Landwirtschaft oder mit Maßnahmen im urbanen Umfeld Wasser gespart werden kann und so ein nachhaltigerer Umgang möglich ist.

Die Ausstellung soll ca. 6-8 Jahre durch Deutschland und das Ausland wandern. Sie wurde in den letzten Monaten mit Präsentationen auf Fachtagungen der deutschen Naturkundemuseen, Naturschutzorganisationen und Wasserversorgern aktiv beworben. Es wurden ein Ausstellungskatalog und eine Informationsschrift mit einer Kurzdarstellung der Inhalte, Medien, technischen Daten, Ausleihbedingungen und Kontaktadressen erstellt. Um den Transfer der Informationen aus der Ausstellung an verschiedene Besuchergruppen sicherzustellen, wurde museumspädagogisches Begleitmaterial entwickelt, das kostenfrei den Mietern der Ausstellung zur Verfügung steht.

2. Einführung/Motivation

Wasser ist eine lebenswichtige Ressource. Es dient uns in den privaten Haushalten als Trink- und Brauchwasser, in der landwirtschaftlichen Produktion unter anderem zur Bewässerung von Feldern und in der Industrie zum Beispiel als Kühlmittel oder Lösungsmittel zum Abtransport von Produktionsabfall. Eine erhebliche Menge des in Deutschland für diese Zwecke verbrauchten Wassers stammt aus dem Grundwasser. Das Grundwasser ist eingebunden in den globalen Wasserzyklus von Verdunstung, Niederschlag, Versickerung und Abfluss. Aufgrund des Klima- und Landnutzungswandels haben sich die Niederschläge verändert: in vielen Regionen sind sie stark zurückgegangen, in anderen gibt es weniger, aber dafür heftigere Niederschlagsereignisse mit gravierenden Sekundärfolgen. Auch in einem Land wie Deutschland, das über lange Zeiträume selten Probleme mit Wassermangel hatte, machen sich die Veränderungen bemerkbar: Flüsse, Bäche und Brunnen trocknen aus, Kontaminationen des Grundwassers durch einlaufendes Oberflächenwasser führen zu Qualitätsverlusten. Es war und ist daher unerlässlich, diesen besonderen Lebensraum in den Fokus der öffentlichen Wahrnehmung zu rücken und die Bevölkerung für den Schutz zu sensibilisieren. Ohne das Wissen über die Grundwasserlebensgemeinschaften ist der Schutz und Erhalt von Grundwasser kaum möglich.

Denn Grundwasser ist nicht nur ein Verbrauchsgut, sondern gleichzeitig ein Lebensraum. Nur wenige Menschen kennen seine oft exotisch aussehenden Bewohner und die unverzichtbaren ökosystemaren Leistungen, die sie für uns erbringen. Mit der zunehmenden Wahrnehmung der Öffentlichkeit in Bezug auf den Verlust an wertvollem Grundwasser, aber auch aufgrund einer veränderten rechtlichen Situation rückt das Grundwasser als Ressource für sauberes Trinkwasser und als schützenswerter Lebensraum verstärkt in das öffentliche Interesse. Und so entsteht ein Bedarf nach Informationen zu den Ursachen, Auswirkungen und Konsequenzen.

Daher entschied das Senckenberg Museum für Naturkunde in Zusammenarbeit mit den Universitäten in Landau und Freiburg sowie dem Institut für Grundwasserökologie GmbH in Landau, eine bisher einmalige Wanderausstellung zum Lebensraum Grundwasser zu entwickeln und als erstem Standort auf der baden-württembergischen Landesgartenschau 2022 in Neuenburg am Rhein zu zeigen und dann für ca. acht Jahre auf Wanderschaft durch Museen und andere Einrichtungen in Deutschland und im angrenzenden Ausland zu schicken, um fundiert und zielgruppengerecht einer großen Anzahl von Bürgerinnen und Bürgern das Thema näherzubringen, sie zu informieren und zu sensibilisieren.

3. Methodik, Vorgehensweise, Projektablauf

Ab Beginn des Jahres 2020 begannen Vorarbeiten zur Ausstellungsentwicklung (Gespräche mit der Leitung der Landesgartenschau, Treffen mit den Projektpartnern, Koordination der Verwaltungsabläufe, Ausschreibungen der Mitarbeiterstellen etc.), im September 2020 wurde Frau Helga Zumkowski-Xylander, die 2018 den Inge-und-Werner-Grüter-Förderpreis für Wissenschaft Kommunikation für ihre Bodenausstellung „Die dünne Haut der Erde - Unsere Böden“ erhalten hatte, als Kuratorin der Ausstellung und Projektkoordinatorin eingestellt. Im Oktober nahmen zwei weitere Mitarbeiterinnen ihre Tätigkeit an der Ausstellung auf. Sie entwickelten unter Einbeziehung der Spezialkenntnisse von weiteren Mitarbeitenden des Museums und der Projektpartner die Ausstellung auf der Basis des Projektantrages. Die Projektleitung hatte Professor Dr. Willi Xylander, der Institutsdirektor Senckenberg Museums für Naturkunde Görlitz. Zielgröße der Ausstellung waren 300 m², dabei sollte zunächst eine kleinere Version bis zur Eröffnung der Landesgartenschau in Neuenburg fertiggestellt sein, diese bis Frühherbst 2022 auf ca. 250 m² erweitert und bis Jahresende 2022 finalisiert werden.

Trotz der Komplikationen durch die Einschränkungen der für die kreative Entwicklung von Ausstellungen notwendigen Teamarbeit aufgrund der Corona-Pandemie gelang es dem Team bis Februar/März 2022, die erste Version der Ausstellung zu erstellen, nach Neuburg zu transferieren und mit der Eröffnung der Landesgartenschau zu präsentieren.

Die Ausstellung wurde seit ihrer Eröffnung auf der Landesgartenschau in Neuenburg am Rhein (vom 22. April bis 3. Oktober 2022) und Görlitz (vom 22. Oktober bis Anfang August 2023) gezeigt. Die Eröffnung der Ausstellung fand auf der Landesgartenschau am 11. Mai 2022 unter Anwesenheit von Dr. Maximilian Hempel und Dr. Volker Wachendörfer von der DBU, Dr. Löwe vom BMBF, Frau Dr. Beate Heraeus, der Präsidentin der Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung, hochrangiger Vertreter der Partneruniversitäten und des Bürgermeisters von Neuenburg statt. Das Ausstellungsteam hielt sich während der Präsentationsphase häufig in Neuenburg auf und begleitete Sonderveranstaltungen auf der Landesgartenschau mit eigenen Programmen und Angeboten, so fand unter anderem zum GEO-Tag der Natur 2022, der einen besonderen Fokus auf Grundwasser hatte, ein vielfältiges Programm zum Thema statt, an dem auch das IGÖ, andere Universitäten und die Stiftung Preußischer Kulturbesitz als Partner beteiligt waren.

Die Ausstellung wurde bis zum Ende der Landesgartenschau im Aquaponischen Gewächshaus an der Peripherie des Geländes und am Verbindungsweg zwischen den beiden Teilen der Landesgartenschau gezeigt und genoss große Anerkennung bei den Besuchenden, wie die Rückläufe der Betreuenden und die Einträge in das Gästebuch belegen. Allerdings blieb deren Zahl in der Summe hinter den Erwartungen zurück, da auch die Landesgartenschau in Neuenburg nur ein Viertel der durchschnittlichen Besucher einer baden-württembergischen Landesgartenschau erreichte.

Die Wanderausstellung „Grundwasser lebt!“ ist ein Bildungsangebot von Senckenberg zur Ausleihe und Nutzung durch andere Museen und ggfs. andere Bildungsträger. Eine kommerzielle Absicht oder ein ökonomisches Ziel werden ausdrücklich nicht verfolgt. Die Präsentationszeit unserer Wanderausstellungen beträgt in der Regel zwischen 7

und 10 Jahre. Die Ausstellung kann - idealerweise – auf 300 qm gezeigt werden; durch ihre modulare Struktur und die standortspezifische Anpassung an die Raumgröße ist eine Präsentation auf Flächen zwischen 150 und ca. 400 m² möglich. Dies deckt die räumlichen Möglichkeiten für Sonderausstellungen an der Mehrzahl der deutschen Naturkundemuseen ab.

4. Projektergebnisse - Die Grundwasserausstellung

4.1. Aufbau und Szenografie der Grundwasserausstellung

Die Ausstellung fokussiert auf drei ökologisch-thematische Schwerpunkte („Sphären“):

- Grundwasser in Raum und Zeit
- Lebensraum Grundwasser
- Grundwasser und Mensch

Ein vierter, neu entwickelter Bereich („Perspektiven der Nachhaltigkeit“) setzt sich mit den Möglichkeiten der nachhaltigen Nutzung von (Grund-)Wasser auseinander.

Im Eingangsbereich jedes Themenkomplexes steht eine Tafel mit dem Titel. In einigen dieser Tafeln sind zusätzliche Informationen (zum Beispiel Bildschirme oder themenbezogene Zitate) untergebracht. Die Ausstellungsteile werden - angepasst an die Räume der Leihnehmereinrichtungen - so arrangiert, dass sie für die Besuchenden leicht erkennbare, thematisch geschlossene Einheiten bilden.

Szenografische Elemente und das Arrangement der „Sphären“ im Raum erleichtert den Besucher:innen, sich in der inhaltsreichen und thematisch komplexen Ausstellung zu orientieren. Die Tafelüberschriften sind plakativ gewählt und sollen die Besucher:innen zum Lesen animieren. Klar strukturierte Textblöcke in einfacher Sprache und deren Zuordnung zu aussagekräftigen Abbildungen (Fotos, grafische Darstellungen) sollen die Perzeption der Inhalte für möglichst alle Besuchergruppen erleichtern. Alle Ausstellungsteile sind durch die Farben der Tafeln und der Überschriftenbanner („Kartuschen“) sowie durch Icons und Hintergrundbilder differenziert und den jeweiligen Schwerpunkten zuzuordnen.

So ist der Hintergrund der Tafeln bei „**Grundwasser in Raum und Zeit**“ braun, als Symbol für die Zeit steht ein – stark zurückgenommener – Ammonit. Die zeigt die Ausstellung die Verteilung von Grundwasser auf der Erde, dessen Alter und Entstehung sowie die Einbindung in die globalen Wasserkreisläufe. Ebenfalls thematisiert werden die verschiedenen Typen von Grundwasserleitern.

Die Grundfarbe in „**Lebensraum Grundwasser**“ ist nachtblau und nimmt so szenographisch Bezug auf die Dunkelheit im Lebensraum, die Symbole im Hintergrund sind kleine Gasblasen. Die Kartuschen sind hellblau mit gelber Schrift. Zahlreiche von hinten hinterleuchtete Textilbanner mit, großformatigen Abbildungen von Grundwassertieren, die zwischen die Texttafeln eingebaut sind, spiegeln diesen Lebensraum wider und sind ein weiteres gestalterisches Element, das durch seine Ästhetik für diese sensible Lebensgemeinschaft wirbt.

Für „**Grundwasser und Mensch**“ wurde als Grundfarbe ein Neonblau gewählt, die Schrift und die Kartuschen sind leuchtend gelb. In diesem Ausstellungsteil befinden sich senkrechte blaue „Röhren“ an verschiedenen Stellen zwischen den Tafeln, die mit ihrer blauen Farbe und ihrem Durchmesser an die Leitungen in großen Wasserwerken erinnern, in denen das Wasser aufbereitet wird, bevor es an die Verbraucher geliefert wird. In ca. 1,50 m Höhe sind in diesen Leitungen ausschwenkbare Klappen angebracht. Öffnet man die Klappen, laufen Kurzfilme ab, in denen Grundwasserforscher Statements zur Gefährdung von Grundwasser und Grundwasserbiodiversität abgeben.

Den Hintergrund von „**Perspektiven der Nachhaltigkeit**“ bilden im oberen Tafelbereich Blätter, in der unteren Tafelhälfte eine angedeutete städtische Skyline. Die Grundfarbe ist grün und blau, die Kartuschen sind in hell- oder dunkelgrün ausgeführt. Auf der Eingangstafel sensibilisiert ein Zitat von Papst Franziskus für den Grundwasserschutz.

Im unteren Teil vieler Tafeln ist eine „Kinderebene“ verortet, die die Tafelinhalte in ein bis zwei Sätzen - meist durch StyGo!s, Mangafiguren von Grundwassertieren - zusammenfasst. Ein „Hörbrunnen“ vermittelt das Thema Grundwasser in vier Sprachen mittels bekannten oder weniger bekannten Märchen, in denen Quellen, Brunnen und Moore vorkommen.

Ein Addendum der Ausstellung ist ein „**Experience Room**“ (vergleichbar einem Escape Room), in dem die Besuchenden - in einem abgetrennten Raum – vor eine virtuelle Situation gestellt werden (die Trinkwasserversorgung einer Stadt droht auszufallen, weil die Pumpe in einem Wasserwerk defekt ist). Die Besuchenden haben 15 Minuten Zeit, das Rätsel zu lösen und die Pumpe wieder in Gang zu setzen.

Die Inhalte und deren Umsetzung fokussieren auf zwei Zielgruppen: Familien und Schulklassen. In den meisten Naturkundemuseen decken diese beiden Zielgruppen 75-95 % der Besuchenden ab. Entsprechend nimmt die Ausstellung Bezug auf Lehrpläne, besitzt ein Design und eine grafische Aufbereitung, die jüngere Menschen anspricht, und enthält zahlreiche interaktive, hands-on und digitale Angebote, die einen spielerischen und haptischen Zugang zu den Themen ermöglichen.

4.2. Inhalte und Schwerpunkte der vier Sphären

In der Sphäre „**Grundwasser in Raum und Zeit**“ werden der Wasserkreislauf und die weltweiten Wasservorkommen – von denen nur 3% Süßwasser sind – vorgestellt und deren Einbindung in den globalen Wasserkreislauf erläutert. Taktile Modelle der Grundwasserleiter (mit Braille- und Profilschrift) ermöglichen das Begreifen der unterschiedlichen Raumstrukturen und Dimensionen, in denen Grundwasser gespeichert wird und fließt. Das Nachhaltigkeits-Spannungsfeld von Wasserkreislauf, anthropogenen Einflüssen auf die Grundwasservorkommen, Klimawandel und Wasserverbrauch durch Privathaushalte, landwirtschaftliche und industrielle Produktion zeigen verschiedene Szenarien in einer Animation. Hier erfahren Besucher:innen, welchen Auswirkungen Privathaushalte, Landwirtschaft und Industrie, aber auch Niederschlagsverteilung, Anstieg der Temperaturen und

Verdunstungsraten sowie Versiegelung jeweils bei nachhaltiger oder nicht nachhaltiger Entnahme auf die Grundwasservorräte haben. In diesem Ausstellungsteil zeigen wir auch, welchen Einfluss die Eiszeiten auf die Verteilung der Grundwasserorganismen in Deutschland bis heute haben und dass - als Ergebnis der Kontinentaldrift – die nächsten Verwandten der Brunnenkrebse aus Baden-Württemberg in Nordamerika leben.

Ein viersprachiger Medientisch in diesem Ausstellungsteil sensibilisiert Besuchende durch Informationen aus Deutschland, zeigt die Grundwasserbilanz in den letzten 50 Jahren, Nitratbelastung, Grundwasserverteilung sowie die Herkunft des Trinkwassers in den Bundesländern in Deutschland und informiert über die Grundwasserbiodiversität und Grundwasser als Ressource und Lebensraum. Er stellt weiterhin Ergebnisse von ca. 20 Bürgerwissenschaftler:innen vor, die - begleitet durch Mitarbeiter des IGÖ - ein Monitoring von Grundwassertieren durchgeführt haben. Die Präsentation auf dem Medientisch ist so angelegt, dass zwei Besuchende gleichzeitig das Angebot nutzen und Informationen abrufen können. Die abgefragten Daten scheinen zeitgleich auf einem großen Monitor an der Rückwand hinter dem Medientisch auf und ermöglichen so auch größeren Gruppen, sich Inhalte zu erschließen, wenn eine andere Person Informationen aufruft. Bei Führungen kann der Tisch so eingestellt werden, dass der Mitarbeiter des Museums den linken Teil der Präsentation ausblendet und auf der anderen Seite ausgewählte Themen präsentiert.

Der zweite Themenkomplex **„Lebensraum Grundwasser“** beschreibt den Lebensraum Grundwasser als nährstoffarmen, dunklen, meist kleinräumigen Lebensraum mit einer konstanten Temperatur und die Konsequenzen für seine Organismen, ihre Adaptation und Evolution. Er widmet sich umfassend seinen Bewohnern, die in ihrer Diversität, ihren Lebensraumansprüchen, ihrer Ernährung mit einem verlangsamten Stoffwechsel und ihren Fortpflanzungsstrategien an diese Lebensbedingungen angepasst sind. Dazu werden Anpassungen und Charakteristika wie der verlangsamte Stoffwechsel, die langgestreckte Körperform oder auch der Anzeigewert als Bioindikatoren am Beispiel ausgewählter Vertreter der Grundwasserfauna erläutert. Die Höhlenschmerle steht dabei für einen aktuell ablaufenden Evolutionsprozess. Schließlich werden Bakterien als basales Element der Nahrungspyramide, aber auch als Ergebnis und Anzeiger von anthropogenen Verschmutzungen dargestellt. An zwei Tafeln sind interaktive Elemente angebracht, an denen Kinder nach Organismen suchen können.

Taktile, meist stark vergrößerte Modelle von Grundwasserorganismen mit Erläuterungen in Braille- und Profilschrift laden zum „Begreifen“ dieser winzigen Organismen ein. Anhand der Höhlenschmerle wird ein aktuell ablaufender evolutiver Prozess dargestellt. Der Film zur Entdeckung des Fisches in einem Höhlensystem in Südwestdeutschland, der in der Ausstellung zu sehen ist, steht stellvertretend für das „Abenteuer Forschung“. In diesem Ausstellungsabschnitt werden auch Grundwassertiere als Bioindikatoren vorgestellt und das Prinzip des StygoTracing (als eine

Entwicklung der Projektpartner) auf einer Tafel und mit einem Statement von Professor Schwenk erläutert.

In „Lebensraum Grundwasser“ sind zwei sehr hochwertige, innovative digitale Formate verortet, deren Finanzierung über das Verbundprojekt museum4punkt0 sowie die Förderlinie NeustartKultur der Bundesbeauftragten für Kultur und Medien (BKM) erfolgte:

- Ein Hologrammgerät, über das acht verschiedene, dreidimensionale Grundwassertiere nacheinander aufgerufen werden können, mit denen über eine KI-Handsteuerung „pseudohaptisch“ interagiert werden kann. Dieses Format ist erstmalig in Museen weltweit zu sehen.
- Ein Grundwasser-U-Boot, das mittels Joysticks durch das Labyrinthsystem in einem Karst-Grundwasserleiter führt, wo die Besuchenden verschiedene dreidimensionale, bewegliche Grundwassertiere treffen.

Die Entwicklung der Animation der Tiere erfolgte durch die Firma .hapto, Köln und wurde, insbesondere in Bezug auf deren Anatomie und Bewegungsweise, durch die Spezialisten der IGÖ und Senckenberg begleitet und optimiert.

Im dritten Themenbereich „**Mensch und Grundwasser**“ zeigt unsere Ausstellung den aktuellen Umgang mit Grundwasser als essentieller, aber auch endlicher Ressource. Vor dem Hintergrund des Klimawandels und der negativen Bilanz der Grundwasserneubildung werden die Veränderungen in den Pegelständen, der Pro-Kopf-Verbrauch an Wasser in Deutschland, die Herkunft unseres Trinkwassers in den verschiedenen Bundesländern, die Gesetzgebung (und deren Defizite) zum Schutz der Grundwasserbestände, die Konsequenzen der Übernutzung für die Trink- und Brauchwasserbereitstellung und der Import von Grundwasser über landwirtschaftliche und industrielle Güter aus den Ursprungsländern nach Deutschland sowie dessen Konsequenzen für die Ursprungsländer dargestellt.

Im Eingangsbereich läuft ein Film, der exemplarisch die Nutzung von Grundwasser für die nicht-nachhaltige Felderbewässerung („Kreisrunde Felder“ auf der arabischen Halbinsel) thematisiert, wo über 80 % des für diese Form der Landwirtschaft verbrauchten Wassers in den letzten zwei Jahrzehnten aus Grundwasser stammten und bereits 96 % der Vorräte aufgebraucht sind.

Zwischen mehreren Tafeln sind senkrechte blaue Röhren verortet, die in ca. 1,60 m Höhe aufklappbare Türchen aufweisen, hinter denen sich kleinere Bildschirme befinden. Auf diesen sind Statements von Wissenschaftler:innen, NGOs und Vertretern der Wasserwirtschaftsämter zu sehen und zu hören, die die zum Teil dramatische Situation der Grundwasser-Veränderung auf der Basis ihrer Forschungsergebnisse bzw. aus ihrem beruflichen Umfeld beschreiben, kommentieren und prognostizieren. Die Filme veranschaulichen authentisch die Einschätzung von Fachleuten zur Entwicklung von Grundwasser, vor allem in Deutschland, vereinzelt auch im Ausland (Grundwasserverbrauch und -verschmutzung durch Pflanzenschutzmittel oder Sojaproduktion in Brasilien). Die Sorge, dass mit dem Klimawandel und dem zunehmenden Verbrauch von Wasser

auch ein eigentlich mit Grundwasser gut versorgtes Land wie Deutschland in eine Wasserkrise geraten kann, scheint sehr deutlich und facettenreich in den Aussagen auf. Die Bildschirme und Texte laufen automatisch an, wenn die Türen geöffnet werden. So sensibilisieren die Statements authentisch für Themen mit gesellschaftspolitischer Relevanz und den Grundwasserschutz.

Ein neuer Teil der Ausstellung ist „**Perspektiven der Nachhaltigkeit**“. Er zeigt anhand von Beispielen, wie nachhaltig mit der Ressource Wasser umgegangen werden kann. Die Beispiele für die Perspektiven kommen aus der Industrie (abwasserfreie Recycling-orientierte Produktion), aus der Landwirtschaft und Raumentwicklung (u. a. Agroforst, Fließgewässer- und Moorrenaturierung) bzw. aus urbanen Systemen (Schwammstadt) und greifen aktuell diskutierte Konzepte für die nachhaltige Nutzung der Ressource Wasser in Deutschland auf.

4.3. Mehrsprachigkeit und Inklusion

Die Ausstellung ist komplett mehrsprachig. Texte können über QR-Codes abgerufen werden und stehen in Deutsch, Englisch, Französisch und Polnisch zur Verfügung. Auf dem Medientisch kann der Besuchende die Sprache über das Menü auswählen. Am Hörbrunnen können die Märchen in den genannten Sprachen abgerufen werden.

Die Besucher:innen können die QR-Codes auf den Tafeln einscannen und mit ihrem Mobiltelefon zwischen den Sprachen auswählen; ihnen stehen dann alle Inhalte in der jeweiligen Sprache zur Verfügung. Besucher:innen ohne Mobiltelefon oder in Museen ohne öffentliches WLAN können die QR-Codes offline über Tablets abrufen, von denen ein Klassensatz gekauft wurde, der mit der Ausstellung wandert. Blinde und Sehbehinderte können sich über eine screen-reader Vorlese-Funktion (auf ihrem eigenen Mobiltelefon oder den Tablets) alle Texte anhören; auch hier stehen alle vier Sprachen zur Verfügung. Alle QR-Codes sind in derselben Höhe angebracht und „aufgeraut“ (gegenüber der völlig glatten Tafeloberfläche), so dass Blinde und Sehbehinderte die Position und die Größe der Codes ertasten und leichter einscannen können.

Acht taktile Modelle von Grundwassertieren, der Radula einer Brunnenschnecke und Modelle der drei typischen Grundwasserleiter erlauben den haptischen Zugang zum Thema und den Objekten. Maßstäbe neben den Modellen erläutern deren Größe. Sie sind mit Braille- und Profilschrift versehen und erschließen diesen Teil der Ausstellung für Blinde und Sehbehinderte. Alle Modelle werden von den Besuchergruppen sehr gut angenommen. Ein neues, flexibles Bodenleitsystem mit Aufmerksamkeitspunkten vor den taktilen Modellen führt Sehbehinderte und blinde Besuchende durch die Ausstellung. Dieses System wird mit der Ausstellung wandern.

4.4. Zielgruppen Familien, Kinder und Jugendliche

Neben Schulklassen sind Familien die zweite wichtige Zielgruppe der Ausstellung. Entsprechend sind unterschiedliche Formate implementiert, die die Ansprache von Kindern und Jugendlichen (mit einem Fokus auf die Altersgruppe der 6- bis 15-jährigen) sicherstellt. Dies erfolgt durch einfache, kurz gehaltene und strukturierte Texte, die auf komplizierten Satzbau und Fachterminologie verzichten, durch einen strengen Bezug von Texten und zugeordneten Bildern sowie durch die Kinderebene im unteren Drittel der Tafeln. Hier erläutern auf ca. 40 Tafeln Mangafiguren in wenigen Worten die jeweilige Kernaussage.

Als besonders erfolgreich für die Zielgruppe Kinder und Jugendliche erwiesen sich Hologramme von Grundwassertieren sowie das Grundwasser-U-Boot, die digitale Präsentation eines animierten Grundwasserleiters und verschiedener Grundwassertiere, die dort vorkommen. Besucher:innen können – auf die Größe einer Höhlenassel geschrumpft – aktiv den Lebensraum und seine Organismen erforschen.

Für Kinder, Jugendliche und ihre Familien wurde ein digitales Sammelspiel („StyGo!“) entwickelt. Hierzu wurden Manga ähnliche Zeichnungen von Grundwassertieren beauftragt und daraus Sammelkarten („StyGo!-Karten“) entwickelt. Die Karten enthalten Informationen zu den Grundwassertieren und ihren biologischen Besonderheiten wie Ernährung, Fortpflanzung und Lebensraumsansprüche. In einer Vertiefungsebene werden weitere Informationen sowie eine Fotografie des jeweiligen „Organismus“ gezeigt. Besucher:innen können in der Ausstellung (oder auch in der Nähe des Ausstellungsgebäudes) über die Marbleverse APP diese Karten aufrufen, sammeln und mit nach Hause nehmen.

Für die Nutzung in der Vermittlung der Ausstellungsinhalte wurde umfangreiches Begleitmaterial zur Unterrichtsvor- und -nachbereitung für die Pädagogen der Leihnehmer entwickelt, das auch für den schulischen Unterricht durch Lehrer Einsatz finden wird:

- Arbeitsblätter für unterschiedliche Altersgruppen und Schultypen sind als Materialien gedacht, die auch der/die Lehrer:in zur Vor- und Nachbereitung des Museumsbesuchs sowie zum Einstieg im Museum oder zur Vertiefung einsetzen können
- Mehrere „Ausstellungsrallyes“, abgestimmt auf verschiedene Altersstufen der Schüler, können zum Einstieg in das Thema, aber auch zur Rekapitulation und zur selbständigen investigativen Auseinandersetzung eingesetzt werden
- Ein Spiel „Grundwasserforscher“, in dem Grundwassertiere in einer analogen Spielanordnung bestimmt, Indikatorfunktionen für Grundwasserlebens und Verschmutzung zugeordnet und so die Qualität des Lebensraums abgeschätzt werden kann
- „StyGo!“-Karten, die mit Manga- Figuren, wie sie auch in der Kinderebene der Grundwasserausstellung verwendet werden, die ökologischen Besonderheiten von Grundwassertieren wie Lebensraumzugehörigkeit und –ansprüche niederschwellig erschließen; diese Karten finden auch im Spiel Grundwasserforscher Verwendung

- Der umfangreiche Führer zur Ausstellung beschreibt auf über 70 Seiten alle zentralen Inhalte der Ausstellung; er dient zur Vor- und Nachbereitung des Ausstellungsbesuchs, zum Nachlesen und zur Rekapitulation für Besuchende der Ausstellung, für die Vorbereitung der Pädagogen in den Leihnehmer-Museen und zur Entwicklung inhaltsbezogener Unterrichtseinheiten sowie zur Schulung von Führungspersonal. Er ist an der Kasse der jeweiligen Museen zu erwerben.
- Eine Lehrerhandreichung, finanziert aus Mitteln der Badenova und erarbeitet von den Projektpartnern, der Uni Landau und IGÖ GmbH mit Unterstützung von Senckenberg, gibt Hintergrundinformationen zu Grundwasserlebensräumen, zur Chemie, Physik und Biologie; sie stellt Organismen im Grundwasser, ihre Bedeutung für das Ökosystem, ihre Zeigerfunktionen und Ökosystem Leistungen vor. Sie erläutert weiterhin das Vorgehen bei Beprobungen. Diese Handreichung steht für eine Nutzung durch die Leihnehmer zur Verfügung.
- Die Universität in Landau (jetzt: Rheinland-Pfälzische Technische Universität, RPTU) und das Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH entwickelten mit finanzieller Unterstützung der DBU und unter Beratung durch das Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz eine App zur Erfassung grundwasserökologischer Daten (ausführliche Informationen im Teil 2 des Endberichts). Diese „Grundwasser-App“ erlaubt Bürgerwissenschaftler:innen, aber auch Wissenschaftler:innen und Wasserversorgern eine einfache, einheitliche und zuverlässige Datenaufnahme.

Bis auf den Ausstellungsführer stehen alle Materialien den Leihnehmer-Museen (und anderen Einrichtungen) kostenfrei zur Verfügung.

Als ein zusätzliches Format, das sich an die Zielgruppe „Familien“ richtet – und unserer Erfahrung nach besonders stark von Kindern und Jugendlichen genutzt wird –, wurde ein Experience Room entwickelt, bei dem sich eine kleine Gruppe (3-5 Personen) in einen Raum begibt, eine Aufgabe über ein Band eingespielt bekommt und diese in der Gruppe lösen muss (Escape Room-Atmosphäre). Für diesen Raum wurde eine Holzkonstruktion installiert, in der alle Elemente untergebracht sind, und die mit der Ausstellung auf Reisen gehen kann, wenn im Leihnehmermuseum ausreichend Platz für Sonderausstellungsflächen zur Verfügung steht (die Installation wurde in Neuenburg und Görlitz gezeigt und wird auch in Paderborn zu sehen sein).

4.5. Öffentlichkeitsarbeit, Publikationen, Vorträge, Evaluierung

Während der Präsentationen in Neuenburg und Görlitz wurde die Ausstellung intensiv über Presseberichte, soziale Medien, YouTube-Videos, soziale Netzwerke und zahlreiche andere Formate beworben. Die mediale Resonanz war erfreulich. Bei zahlreichen Veranstaltungen auf der Landesgartenschau traten die Projektpartner (in Personen vom PD Dr. Hans-Jürgen Hahn und Professor Dr. Willi Xylander) bei Podiumsdiskussionen, Vorträgen und Ausstellungsführungen auf, um das Thema einer breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Die Mitarbeiterinnen des Ausstellungsteams sowie der IGÖ beteiligten sich an zahlreichen Veranstaltungen auf der Landesgartenschau und im Senckenberg Museum in Görlitz mit Beiträgen zu Grundwasser, u. a. in Görlitz bei Führungen, beim Familienfest, an den Wissenschaftstagen, dem Internationalen Museumstag und Ferienprogrammen; in Neuenburg am Tag der Artenvielfalt, am Inklusionstag sowie bei der Eröffnung und Abschlussveranstaltung.

Während der Präsentation der Ausstellung auf der Landesgartenschau in Neuenburg fanden an etwa zehn Standorten in Deutschland und dem angrenzenden Ausland Veranstaltungen zum „Tag der Natur“. Zur Auftaktveranstaltung am 25.06.2022 in Berlin kamen zahlreiche Experten und Medienvertreter zusammen, um die zunehmend kritische Situation der Grund- und Trinkwasserversorgung in Deutschland zu diskutieren. Die Veranstaltungen wurden von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördert; ihr Generalsekretär, Herr Alexander Bonde, sprach bei der Auftaktveranstaltung eines der Grußworte. Eine Zusammenfassung liegt als Anhang 3 diesem Endbericht an.

Auch bei der Präsentation auf Fachtagungen und in den Fachmedien fand die Ausstellung sehr positive Resonanz. Im September 2022 präsentierte das Team der Grundwasserausstellung die Einsatzmöglichkeiten der Ausstellung auf Bundes- und Landesgartenschauen im Rahmen des Treffens des Netzwerks in Neuenburg. Die Ausstellung und ihre digitalen Formate wurden auch im Kreis der Forschungsmuseen der Leibniz-Gemeinschaft sowie der Museen der Deutschen Naturwissenschaftlichen Forschungsmuseen e. V. (DNFS) sowie anlässlich der Fachgruppentagung der Naturkundlichen Museen im Deutschen Museumsbund in Osnabrück im Mai 2023 vorgestellt. Als Ergebnis einer erfolgreichen Öffentlichkeitsarbeit in der Szene liegen Anfragen aus Frankfurt, Hannover, Osnabrück, Heidelberg und dem Saarland sowie von den Ausrichtern der Landesgartenschau Hessen im Vogelsberg für die Folgezeit vor. Zu der Ausstellung erschienen in der Zwischenzeit mehrere Publikationen in Zeitschriften und Fachorganen (unter anderem *Natur im Museum* und *Natur-Forschung-Museum*):

Publikationen zur Ausstellung

BROEG, H. (2022): Leben im Grundwasser. STERN 43 vom 13.10.2022.

N.N. (2022): Grundwasserökologie - Rheintauchen. In: Stadt-Land-Fluss. Zeitschrift für die Landesgartenschau in Neuenburg am Rhein. S. 16.

XYLANDER, W., K. BABER, L. JANKE, R. WENIGER & H. ZUMKOWSKI-XYLANDER (2022): museum4punkt0-Werkschau - Senckenberg zeigt neue Formate für digitale Vermittlung. Natur Forschung Museum 152 (7-9): 126-127.

XYLANDER, W. & H. ZUMKOWSKI-XYLANDER (im Druck): Grundwasser lebt! Die neue Senckenberg-Wanderausstellung mit innovativen digitalen Formaten. Natur im Museum (2023)

ZUMKOWSKI-XYLANDER, H. (2022): Begreif mich! Taktile Modelle in Ausstellungen. Tagungsband 58. Internationale Arbeitstagung des Verbandes Deutscher Präparatoren, 13.-17.09.2022 in Leipzig, S. 36.

ZUMKOWSKI-XYLANDER, H., W. XYLANDER, F. FRITZSCHE, A. NEU & A. WEBER (2022): Grundwasser lebt! Natur Forschung Museum 152 (7-9): 124-125.

ZUMKOWSKI-XYLANDER H., F. FRITZSCHE, A. WEBER & W.E.R. XYLANDER (2023): Grundwasser lebt! Ausstellungsführer zur gleichnamigen Senckenberg-Wanderausstellung. S. 1-72.

Weitere mediale Erwähnungen der Ausstellung, der Aktivitäten in ihrem Umfeld und der aus der Ausstellung resultierenden Entwicklungen finden sich (nach Ursprung, Themengebieten und Formaten geordnet) unter:

Senckenberg

<https://www.youtube.com/watch?v=gfUISIHISbQ>

<https://www.geo.de/natur/geo-tag-der-natur--hobbyforschende-nehmen-grundwasser-unter-die-lupe--31944568.html>

<https://museumgoerlitz.senckenberg.de/en/exhibitions/sonderausstellungen/grundwasser-lebt-duplikat-sonderausstellungen/>

<https://museumgoerlitz.senckenberg.de/en/pressemeldungen/grundwasser-lebt/>

<https://museumgoerlitz.senckenberg.de/de/ausstellung/wanderausstellungen/>

<https://www.museum4punkt0.de/ergebnis/tauchfahrt-durchs-grundwasser-und-hologramme-immersives-erleben-eines-unbekannten-lebensraums-und-seiner-bewohner/>

<https://vimeo.com/745168832>

<https://www.palaeowerkstatt.de/projekte>

<https://www.alles-lausitz.de/wissenswertes-zu-jahreswechsel-und-feiertagen.html>

https://augusto-sachsen.de/veranstaltungen/t/4159672/17.02.2023_winterferienprogramm-grundwasser-lebt-

<https://www.saechsische.de/goerlitz/besucher-kehren-in-goerlitzer-museen-zurueck5810621.html-5810621.html>

<https://www.museum4punkt0.de/ergebnis/tauchfahrt-durchs-grundwasser-und-hologramme-immersives-erleben-eines-unbekannten-lebensraums-und-seiner-bewohner/>

<https://bako.hszg.de/kongress/dokumentation/workshops>

Landesgartenschau

<https://www.neuenburg2022.de/neuigkeiten/eroeffnung-der-ausstellung-grundwasser-lebt>

<https://www.neuenburg2022.de/besuch/interaktive-karte/detail/grundwasser>

<https://www.neuenburg2022.de/grosse-lachparade-und-geo-tag-des-grundwassers>

<https://www.neuenburg2022.de/veranstaltungen/veranstaltungskalender/geo-tag-des-grundwassers-2022-06-26-110000-2022-06-26-180000>

<https://www.neuenburg2022.de/veranstaltungen/veranstaltungskalender/ausstellung-des-senckenberg-museums-f-naturkunde-goerlitz-2022-07-24-100000-2022-07-24-160000>

https://www.neuenburg2022.de/suche?tx_solr%5Bpage%5D=17&cHash=6f776f2ce8074197d15d46484ef6d3e1

<https://www.neuenburg2022.de/veranstaltungen/alles-zu-veranstaltungen/ausstellungen>

<https://www.baden.fm/nachrichten/suedbaden/so-trotzt-die-landesgartenschau-in-neuenburg-der-anhaltenden-trockenheit-1041872/>

<https://www.hydro.uni-freiburg.de/startpics/lgs-2020>

https://de.linkedin.com/posts/brueckner_landesgartenschau-mit-wanderausstellung-activity-6938036681547636736-gx6Z

Inklusion

<https://www.barrierefreiheit-gmbh.de/taktilo-weist-weg-durch-wanderausstellung-grundwasser-lebt-im-senckenberg-museum-fuer-naturkunde-goerlitz>

<https://www.youtube.com/watch?v=RDZ7RKRdR1o>

<https://www.pressebox.de/pressemitteilung/barrierefreiheit-gmbh/TAKTILo-weist-Weg-durch-Wanderausstellung-Grundwasser-lebt-im-Senckenberg-Museum-fuer-Naturkunde-Goerlitz/boxid/1151624>

<https://www.museumsreport.de/category/technik-und-logistik/>

https://bako.hszg.de/fileadmin/NEU/Redaktion-BAKO/Kongress/Kongressmaterial/workshops/KonGR2023_WS23_Xylander_Zumkowski-Xylander_-_Museum_f%C3%BCr_alle.pdf

TV & Radio

<https://www.baden-tv-sued.com/mediathek/video/landesgartenschau-mit-wanderausstellung-grundwasser-lebt/>

<https://www.mdr.de/nachrichten/sachsen/bautzen/goerlitz-weisswasser-zittau/senckenberg-museum-grundwasser-schatz-der-tiefe-100.html>

<https://www.francebleu.fr/emissions/circuit-bleu-rhin-un-nuss/elsass/landesgartenschau-2022-neuenburg-am-rhein>

Print-Medien

<https://www.stern.de/panorama/wissen/grundwasser--was-wissen-wir-ueber-leben-im-grundwasser--32805418.html>

<https://www.verlagshaus-jaumann.de/inhalt.neuenburg-gartenschau-als-lernort-bietet-einblick-in-spannende-projekte.2a9f0973-9432-48dd-9f2e-75cc27fcc661.html>

<https://www.badische-zeitung.de/neuenburger-landesgartenschau-bringt-projekte-zu-grundwasser-und-agrarbildung-zutage--203553290.html>

<https://www.l-iz.de/melder/wortmelder/2022/06/wer-lebt-in-unserem-grundwasser-aktionstag-an-der-universitaet-halle-456678>

Im Februar/März 2023 wurde eine ca. 20-seitige, bebilderte Zusammenstellung von Inhalten, Raum- und technischen Bedarfen, technischen Daten zur Ausstellung und Ausleihbedingungen erstellt, die als Informationsmaterial interessierten Museen zugesandt werden kann. Als weiteres Werbematerial stehen Flyer (als offenes Format zur Anpassung an die spezifischen Bedürfnisse der zukünftigen Leihnehmer) zur Verfügung. Als Verantwortlicher innerhalb des Senckenberg Museums für Naturkunde Görlitz nach Projektende wurde Museumsleiter Dr. Axel Christian benannt.

Im Herbst 2022 erfolgte durch zwei Mitarbeiterinnen des Grundwasser-Ausstellungsteams sowie einer Mitarbeiterin im Projekt museum4punkt0 eine Ausstellungsevaluierung, die einen Fokus auf die Effizienz der digitalen Formate bei der Vermittlung vor allem der biologischen Vielfalt im Grundwasser hatte (s. Anlage 2). Die Ergebnisse flossen in die Präsentationsformate ein. So wurde z. B. eine Anleitung zur Nutzung und den Optionen der Hologramm-Einrichtung erstellt und neben dem Gerät positioniert.

Die zahlreichen Reaktionen der Besucher:innen, die die Ausstellung besucht hatten und uns erreichten (durch das ausgelegte Gästebuch, aber auch durch Reaktionen während der Führungen und Rückläufe über das Aufsichtspersonal), zeigen, dass die Ausstellung ausgesprochen gut ankam und auf großes Interesse stieß. Immer wieder wurde betont, dass dies die erste tiefgehende Auseinandersetzung mit dem Thema Grundwasser und Grundwasserschutz war. Insofern werten wir die Präsentation in Neuenburg als erfolgreich – vor allem für das Ziel der Vermittlung eines nachhaltigen Grundwasserschutzes – und gelungen. Besonders Jugendliche besuchten die Ausstellung mehrmals und brachten ihre Freunde oder Familien mit.

Die Ausstellung, aber auch der naturwissenschaftliche Hintergrund der Grundwasserausstellung war Inhalt zahlreicher Führungen und Vorträge. Hier sei nur eine Auswahl der Vorträge genannt:

Vortragende/r	Veranstaltung	Datum
Helga Zumkowski-Xylander		
Wanderausstellung Grundwasser	Senckenberg Ausstellungsteam	26.02.2021
Begreif mich! Taktile Modelle in Ausstellungen	Jahrestagung Verband Deutscher Präparatoren, Leipzig	15.09.2022
Willi Xylander		
„Grundwasser“ –interaktive Ausstellung	Vorstellung LGS Staatssekr. Schwarzelühr, Neuenburg	24.06.2020
Wanderausstellung Grundwasser	Beratungsgremium Grundwasserausstellung	10.05.2021
Wanderausstellung Grundwasser	Vorstellung für BM Neuenburg/LGS-Team, Neuenburg	15.07.2021
Forschung in Museen erklären (et al.)	Verbundtagung museum4punkt0, Berlin	03.03.2022
virtuell, augmented, multilingual, immersiv	online-Vorlesung "Senckenberg digital", bundesweit	23.02.2022
Ankerpunkt Naturkundemuseum	Jahrestagung Naturforschende Gesellschaft OL	24.09.2022
Digital education/transfer formats	Naturkundliches Kolloquium	22.11.2022
Willi & Helga Xylander		
Grafik Grundwasserausstellung	Team, LGS, ÖA, online	03.03.2021
Grundwasser lebt!	Netzwerktreffen Vermittlung BUGA/LGS, Neuenburg	28.09.2022
Inklusionsangebote Senckenberg	Forschungsmuseen Leibniz-Gemeinschaft, online	16.09.2022
Geschichten über Grundwasser.	Grundwassersalon, Berlin	16.01.2023
Wanderausstellung, digitale Formate	Jahrestagung Deutscher Museumsbund, Osnabrück	10.05.2023
Grundwasser lebt! (et al.)	Abschlußtagung Bio-TGW	21.06.2023

5. Fazit und Ausblick

Der Stand des Vorhabens entspricht der Arbeits-, Zeit- und Ausgabenplanung:

Die Ausstellung wurde so realisiert, dass die erste Version fristgerecht für die LGS in Neuenburg a. Rh. fertiggestellt und gezeigt werden konnte. Dies gelang dem Team und allen Beteiligten trotz Corona-bedingter Verzögerungen und Lieferengpässen in der frühen Projektphasen. Weitere Ausstellungselemente wurden für die Präsentation in Görlitz erstellt, so dass die Ausstellung dort erweitert auf knapp 250 qm gezeigt wird. Die Ausstellung wurde bis Ende 2022 finalisiert, kleinere Restarbeiten erfolgten im Frühjahr 2023. Nach dem Ende der Landesgartenschau wurde die Ausstellung abgebaut, nach Görlitz transferiert und wird dort seit dem 22. Oktober sehr erfolgreich präsentiert. Die Ausstellung ist in das Programm des Museums integriert; so fand das Museumsfest am 5. November 2022 mit ca. 500 Besuchern und einem aufwändigen Begleitprogramm mit dem Thema Grundwasser statt.

Statements der Projektpartner in Form von kurzen Videos bzw. eine längere Produktion zum public understanding of research - am Beispiel des Procedere beim Stygotracing - wurden auf die Medienstation aufgespielt. Umfassendes museumspädagogisches Begleitmaterial wurde fertiggestellt und steht den Leihnehmern kostenfrei zur Verfügung. Die über 70-seitige Begleitbroschüre zur Ausstellung liegt gedruckt vor.

Die Ausstellung wurde bundesweit (und im angrenzenden europäischen Ausland) in verschiedenen Medien und auf Fachtagungen vorgestellt und erfolgreich beworben; als Präsentationsorte nach Neuenburg stehen Görlitz, Paderborn und Lübeck fest. Weitere Einrichtungen haben ihr Interesse angemeldet (s.o.). Das Projekt wird im beantragten finanziellen Rahmen abgeschlossen.

Die Ausstellung wird ab 26. August 2023 in Paderborn im Städtischen Museum im Neuen Schloss zu sehen sein; ab Februar bis September 2024 wird die Ausstellung im Naturkundemuseum in Lübeck gezeigt. Zahlreiche weitere Museen haben ihr Interesse signalisiert.

Wir sehen die Entwicklung, Realisierung und Präsentation der Ausstellung „Grundwasser lebt!“, der Begleitmaterialien und peripheren Aktivitäten als umfassend gelungen an.

Grundwasser lebt!

Senckenberg-Ausstellung zur Ökologie, Nutzung und Gefährdung von Grundwasser und neue Werkzeuge für die standardisierte Datenerhebung



Abschlussbericht

Das Projekt wurde gefördert durch die
Deutsche Bundesstiftung Umwelt.
Förderkennzeichen: 34290/01

Abschlussbericht zum Projekt „Grundwasser lebt! – Senckenberg-Ausstellung zur Ökologie, Nutzung und Gefährdung von Grundwasser und neue Werkzeuge für die standardisierte Datenerhebung“

Gefördert von:

Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)
Förderkennzeichen (FKZ): 34290/01

Laufzeit und Berichtzeitraum:

1.12.2019–30.6.2023

Bearbeitung:

Dr. Sophie-Christin Holland¹
Dr. Cornelia Spengler^{1,2}
Dr. Heide Stein^{1,2}
Dr. Sven Berkhoff^{1,2}
PD Dr. Hans Jürgen Hahn^{1,2}

¹Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau
Campus Landau
Institut für Umweltwissenschaften
AG Molekulare Ökologie
Fortstraße 7
76829 Landau

²Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH
An der Rheinland-Pfälzischen Technischen Universität Kaiserslautern-Landau
Fortstr. 7
76829 Landau

Landau, Juni 2023



SENCKENBERG
world of biodiversity

Inhaltsverzeichnis

- 1 Zusammenfassung
- 2 Projektüberblick
 - 2.1 Einleitung: Gegenstand und erreichte Ziele des Projekts
 - 2.2 Umsetzung: Herangehensweise und Durchführung des Projekts
- 3 Arbeiten und bisherige Ergebnisse in den einzelnen Arbeitspaketen (AP)
 - 3.1 AP 1: Aufbau und Strukturentwicklung der Datenbank und der Grundwasser-App
 - 3.2 AP 2: Programmierung und Optimierung der Datenbank und der Grundwasser-App
 - 3.3 AP 3: Zielgruppenorientierte Testphase der Grundwasser-App
 - 3.4 AP 4: Anwendung der Grundwasser-App
 - 3.5 AP 5: Perspektiven für die Datenbank und die Grundwasser-App
 - 3.6 AP 6: Kommunikation und Beratung der Grundwasserausstellung
 - 3.7 AP7: Öffentlichkeitswirksame Veranstaltungen, Einführungen und Workshops zur Grundwasser-App, insbesondere im Vorfeld der Landesgartenschau 2022 in Neuenburg am Rhein
- 4 Fazit, Projekterkenntnisse und Ausblick
- 5 Danksagung
- 6 Literaturverzeichnis
- 7 Anhang I: Übersicht über die Meilensteine des Projekts laut Antrag
- 8 Anhang II: Datenbankmodell
- 9 Anhang III: Fotos und Bilder aus dem Projekt

1 Zusammenfassung

Dieser Bericht bezieht sich auf den Projektanteil der Universität in Landau, jetzt: Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau (RPTU), bzw. des Instituts für Grundwasserökologie IGÖ GmbH am Projekt „Grundwasser lebt! – Senckenberg-Ausstellung zur Ökologie, Nutzung und Gefährdung von Grundwasser und neue Werkzeuge für die standardisierte Datenerhebung“ (FKZ 34290/01).

Im Rahmen des Projekts „Grundwasser lebt!“ wurde vom Berichtsteller einerseits die im Projekttitel genannte Ausstellung des Senckenberg Museums für Naturkunde Görlitz (SMNG) fachlich begleitet und beraten; andererseits wurden mit der Applikationssoftware zur Datenerhebung für den Trink- und Grundwasserschutz (der sogenannten „Grundwasser-App“) und der dahinterstehenden Datenbank neue Werkzeuge für die einfache und standardisierte Erhebung von grundwasserökologischen Datenerhebung entwickelt, programmiert, optimiert, geprüft und angewendet. Zur Etablierung der Grundwasser-App in verschiedenen Nutzungskreisen wurden zudem öffentlichkeitswirksame Veranstaltungen und Workshops an unterschiedlichen Standorten durchgeführt. Auch Perspektiven für die Grundwasser-App und die Datenbank nach dem Ende dieses Projekts wurden erarbeitet.

Die Grundwasser-App (<https://app.grundwasseroekologie.de>) bietet ehrenamtlich aktiven Bürger:innen, Wissenschaftler:innen, Behörden und Wasserversorgungsunternehmen eine einfache, einheitliche, zuverlässige und kostenlose Erfassung von vielseitigen Daten aus grundwasserökologischen Untersuchungen. Auf diese Weise leistet die App einen Beitrag zur besseren Erforschung und zum Schutz des Grundwassers und seiner Lebensgemeinschaften.

Die Grundwasser-App ist mit der Auswahl ihrer Eingabefelder hauptsächlich für die praktische Nutzung im Gelände konzipiert, auch wenn die Auswertung der Proben erst im Labor erfolgen kann. Die Grundwasser-App bietet darüber hinaus mit einer interaktiven und bebilderten Bestimmungshilfe für die Großgruppen der Grundwasserfauna, einem analogen Bestimmungsschlüssel, Steckbriefen zu den einzelnen Großgruppen, Lernvideos zu verschiedenen Probennahmemethoden und Labortätigkeiten sowie einem Auswertungsmodul reiches Material zur Unterstützung und Vertiefung.

Die in die App eingegebenen Daten werden nach der Fertigstellung zunächst einer Qualitätskontrolle unterzogen, bevor sie in die zugehörige Datenbank überführt werden.

Diese Datenbank ist nicht öffentlich zugänglich und nur die Verantwortlichen haben auf sie Zugriff; alle Daten sind also stets sicher geschützt. Alle Nutzenden können jedoch die eigenen Daten als Ergebnisprotokoll in tabellarischer Form ausgehändigt bekommen und behalten das Recht, frei über die eigenen Daten zu verfügen.

Im Verlauf des Projekts erwies sich die Programmierung und Optimierung von Grundwasser-App und Datenbank als außerordentlich herausfordernd, sodass App und Datenbank erst deutlich später als ursprünglich angenommen zuverlässig eingesetzt werden konnten. Erst im Herbst 2022 war eine umfassende Anwendung möglich. Dies rechtfertigte eine Verlängerung der ursprünglichen Projektlaufzeit bis zum 30.6.2023.

2 Projektüberblick

2.1 Einleitung: Gegenstand und erreichte Ziele des Projekts

Nur gesunde Grundwasserökosysteme liefern sauberes Trinkwasser, denn nur intakte Lebensgemeinschaften gewährleisten die Ökosystemleistung der Selbstreinigung und der Bereitstellung von sauberem Trinkwasser. Das Grundwasser ist aber nicht nur eine lebenswichtige Ressource für Menschen, sondern zugleich ein außergewöhnlicher Lebensraum mit einer einzigartigen Fauna. Diese kann aber auch als effizientes und kostengünstiges Werkzeug für die Bewertung von Trink- und Grundwasser herangezogen werden: Bei Oberflächengewässern bewährt sich bereits seit Jahrzehnten deren biologische Überwachung – und dies funktioniert auch im Grundwasser (SPENGLER *ET AL.* 2017).

Vor diesem Hintergrund werden weitreichende Veränderungen des rechtlichen Rahmens für das Management des Trink- und Grundwassers umgesetzt und die Bedeutung von biologischen Bewertungsverfahren in diesem Zusammenhang wächst. Hervorzuheben ist hier die Veröffentlichung des DVGW-Regelwerk-Arbeitsblatts W 271 im April 2018. Damit ist die Berücksichtigung wirbelloser Tiere im Betrieb der Trinkwasserversorgung etabliert und wird so zu einer verbesserten Qualitätssicherung im Trinkwassermanagement beitragen. Darüber hinaus tragen innovative biologische Tracerverfahren zur Umsetzung der novellierten Trinkwasserverordnung (TrinkwV) bei, bei der ein Schwerpunkt auf der Risikobewertung in den Gewinnungs- und Einzugsgebieten liegt. Die Lebensgemeinschaften im Grundwasser können insbesondere auf Oberflächenwassereinträge, den ökologischen Zustand bzw. die Naturnähe und thermischen Stress hinweisen (SPENGLER & HAHN 2018). Um den neuen rechtlichen Anforderungen entsprechen zu können, besteht ein Bedarf an schnellen und kostengünstigen Verfahren zur Erfassung und Bewertung der Trink- und Grundwasserfauna.

Auch das erhöhte öffentliche und politische Interesse am Grundwasser aufgrund der veränderten rechtlichen Situation verstärkt das Erfordernis verlässlicher und umfassender Informationen und damit auch die Notwendigkeit von Werkzeugen, um diese erheben zu können.

Dies steht im Kontrast dazu, dass zu den Organismen im Grundwasser und ihren ökosystemaren Leistungen nach wie vor erheblicher Forschungsbedarf besteht und vielen Menschen nicht einmal bekannt ist, dass es Leben im Grundwasser gibt. Doch „nur was wir kennen, können wir auch schützen“. Angesichts der geringen Anzahl von professionellen Expert:innen auf diesem Gebiet verspricht daher eine Einbindung von Bürgerwissenschaftler:innen wertvolle Unterstützung bei der Datenerhebung. Auch hierfür sind allerdings einfache, allgemeinverständliche und einheitliche Verfahren zur Erfassung und Bewertung der entsprechenden Fauna vonnöten.

Vor diesem Hintergrund muss die Allgemeinheit zum einen besser über das lebendige Grundwasser informiert und für dessen Schutz sensibilisiert werden; zum anderen müssen auch die nötigen Werkzeuge bereitgestellt werden, damit verschiedene Nutzungsgruppen zur Erforschung und zum Schutz des Grundwassers und seiner Lebensgemeinschaften beitragen können.

Hierzu haben die Beteiligten am nun abgeschlossenen Projektteil einen Beitrag geleistet, indem sie einerseits die Vorbereitung der internationalen Wanderausstellung „Grundwasser lebt!“ des Senckenberg Museums für Naturkunde Görlitz (SMNG) fachlich begleitet und beraten haben und andererseits die Grundwasser-App und die dahinterstehende Datenbank erarbeitet, vorgestellt und für die allgemeine Verwendung zur Verfügung gestellt haben.

Die Ausstellung „Grundwasser lebt!“ wurde zum Auftakt der Landesgartenschau 2022 in Neuenburg am Rhein präsentiert, wo sich nicht nur ein globaler Hotspot der Grundwasserbiodiversität befindet, sondern auch ein sehr großes und diverses Publikum erreicht werden konnte, zumal zentrales Thema dieser Landesgartenschau das Wasser war. Hierdurch konnte das Grundwasser in seiner vielfältigen Bedeutung einer breiten Öffentlichkeit vertraut(er) gemacht werden.

Die im Rahmen des Projekts neu erarbeitete Grundwasser-App und die dahinterstehende Datenbank können darüber hinaus das benötigte Werkzeug zur einfachen und einheitlichen Erfassung, Verarbeitung und Auswertung von grundwasserökologischen Daten bieten und haben damit Anteil an der besseren Erforschung und in der Folge auch am besseren Schutz des Grundwassers.

2.2 Umsetzung: Herangehensweise und Durchführung des Projekts

Koordiniert wurde das Projekt durch Dr. Cornelia Spengler und ab März 2022 durch Dr. Heide Stein; die Koordination des Projektabschlusses lag ab April 2023 bei Dr. Sophie-Christin Holland. Die fachliche Begleitung der Ausstellung „Grundwasser lebt!“ übernahmen Dr. Cornelia Spengler, Dr. Heide Stein und Dr. Sven Berkhoff. Die Programmierungsarbeiten

zur Grundwasser-App und zur Datenbank wurden durch Christian Zaenker und Tim Carl Frank durchgeführt.

Da die Erarbeitung der Grundwasser-App und der Datenbank sich als äußerst aufwändig erwiesen und mehrfach unerwartete Herausforderungen auftraten, wurde die ursprüngliche Projektlaufzeit bis zum 30.6.2023 verlängert. Um die Programmierungsarbeiten erfolgreich zu Ende bringen und den Optimierungsbedarf, der u.a. im Rahmen des Arbeitspakets 3 (Zielgruppenorientierte Testphase der Grundwasser-App, s.u.) ermittelt wurde, einarbeiten zu können, wurden die Arbeitsverhältnisse mit Christian Zaenker und Tim Carl Frank ab dem 1.8.2021 – nach dem Auslaufen ihrer Verträge als Projektmitarbeiter – in Form von Werkverträgen fortgesetzt.

Die Arbeiten zur Grundwasser-App und zur Datenbank sowie der fachlichen Begleitung der Ausstellung gliederten sich in sieben Arbeitspakete, die zwischen dem 1.12.2019 und dem 30.6.2023 umgesetzt wurden.

Im Rahmen von Arbeitspaket (AP) 1 wurden der Aufbau und die Struktur der Datenbank und der Grundwasser-App entwickelt, im AP 2 wurden Programmierungs- sowie Optimierungsarbeiten durchgeführt und AP 3 beinhaltete die zielgruppenorientierte Testphase der App. Das Arbeitspaket 4 umfasste die Anwendung der App. Das AP 5 ist den künftigen Perspektiven der Grundwasser-App und der zugehörigen Datenbank gewidmet. Die begleitende Beratung bei der Entwicklung der Grundwasserausstellung durch das Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz (SMNG) erfolgte in AP 6. Öffentlichkeitswirksame Veranstaltungen und Workshops zum Thema Grundwasserökologie und zur Grundwasser-App waren durch AP 7 erfasst.

Im Folgenden werden die Arbeiten und bisherigen Ergebnisse im Rahmen dieser Arbeitspakete dargestellt. Für eine tabellarische Ansicht des Arbeits- und Zeitplans und der Meilensteine des Projekts sei auf Anhang I verwiesen.

3 Arbeiten und bisherige Ergebnisse in den einzelnen Arbeitspaketen (AP)

3.1 AP 1: Aufbau und Strukturentwicklung der Datenbank und der Grundwasser-App

Die Struktur und der Aufbau der Datenbank sowie der Grundwasser-App, die mit dieser Datenbank verknüpft ist, sind fertig entwickelt (M1).

Die Datenbank wurde auf der Grundlage des Datenbankmanagementsystem PostgreSQL entwickelt. Hierdurch ist eine weite Kompatibilität und Flexibilität in der Verwendung und mit Blick auf Erweiterungsoptionen gegeben. Dies ermöglicht eine langfristige Nutzbarkeit und erleichtert auch eine Vernetzung der Datenbank. Ein Modell zur Datenbank und ihren Erfassungsmöglichkeiten ist als Anhang II beigefügt.

Die mit der Datenbank über eine Schnittstelle verknüpfte Grundwasser-App steht als HTML5-Web-App zur Verfügung. Dadurch ist sie auf allen Geräten und über alle Betriebssysteme nutzbar, die über einen von der App unterstützten Webbrowser verfügen, und eine Differenzierung zwischen Android- und iOS-Geräten ist nicht notwendig. Die Grundwasser-App kann heruntergeladen werden – dann ist grundsätzlich auch eine Offline-Nutzung möglich – oder wie eine normale Website per Link im Browser (<https://app.grundwasseroekologie.de>) geöffnet werden.

Alle Eingabefelder der Grundwasser-App sind eng an diejenigen der Datenbank orientiert und so konzipiert, dass die mit Hilfe der App erhobenen Daten mit der Datenbank kompatibel sind. Dies gewährleistet nicht nur die einheitliche Erfassung grundwasserökologischer Daten, sondern auch deren nachhaltige und effiziente Plausibilitätsprüfung und Auswertung.

Für die Grundwasser-App wurden relevante Eingabemöglichkeiten für drei unterschiedliche Zielgruppen bzw. Untersuchungsebenen definiert, wobei diese etliche Eingabefelder gemeinsam haben. Darüber hinaus ist die App auf allen drei Ebenen einheitlich in Angaben zu Stammdaten, Angaben zu abiotischen Daten, Angaben zu biotischen Daten und in ein Auswertungsmodul gegliedert. Ebene 1 richtet sich dabei an Schüler:innen, Studierende und ehrenamtliche Bürgerwissenschaftler:innen, Ebene 2 an Wissenschaftler:innen und Ebene 3 an Nutzer:innen im Bereich der Trinkwasserversorgung.

Ein separates Übersichtsschema zu den Eingabefeldern der Grundwasser-App liegt nicht vor, ist aber wegen der engen Orientierung der App-Eingabefelder an der Datenbank auch nicht erforderlich. Die Eingabemöglichkeiten der App sind gegenüber diejenigen der Datenbank lediglich reduziert, da die Auswahl der Eingabefelder der Grundwasser-App hauptsächlich auf

die praktische Nutzung im Gelände – die schwerpunktmäßige Anwendungsweise der App – ausgerichtet ist.

Daneben stellt die Grundwasser-App ein breites Angebot an umfangreichen Materialien zur Unterstützung sowie zur Wissensvertiefung bereit. Näheres hierzu folgt in den Ausführungen zum Arbeitspaket 2.

3.2 AP 2: Programmierung und Optimierung der Datenbank und der Grundwasser-App

Die Programmierungs- und Optimierungsarbeiten zur Grundwasser-App und der zugehörigen Datenbank sind in wesentlichen Teilen abgeschlossen und die App ist einsetzbar (M2).

Für die Grundwasser-App wurden den drei Zielgruppen entsprechend drei Untersuchungsebenen mit unterschiedlich komplexen Eingabemöglichkeiten programmiert. Alle drei Ebenen haben jedoch dieselbe Grundstruktur und haben etliche Felder gemeinsam: So ist die Benutzungsoberfläche auf allen Ebenen in Angaben zu Stammdaten, Angaben zu abiotischen Daten, Angaben zu biotischen Daten und in ein Auswertungsmodul gegliedert.

Auf der **Ebene 1** können interessierte Schüler:innen, Studierende und Bürgerwissenschaftler:innen einfache Stammdaten (z.B. Koordinaten, Angaben zur Entnahmestelle, Stressoren oder ein Standortfoto) erfassen, chemisch-physikalische Parameter angeben und die vorgefundene Grundwasserfauna eintragen – auch auf Großgruppenniveau. Im Auswertungsmodul zur Ebene 1 wird die Bereitstellung einer automatisch erstellten Taxaübersicht in Listenform für die auf dem jeweiligen Gerät gespeicherten Daten angeboten. Dies soll in erster Linie der Motivation der Nutzenden dienen.

Auf der **Ebene 2** können Forschende zusätzlich zu allen Eingabe- und Auswertungsmöglichkeiten der Ebene 1 weiterführende Angaben in den Stammdaten hinterlegen, z.B. zur Landnutzung oder zur Fassungsart von Quellen.

Auf der **Ebene 3** können zusätzlich zu den Eingabemöglichkeiten der Ebenen 1 und 2 Daten erfasst werden, die im Rahmen der Trinkwasserversorgung von Bedeutung sind (z.B. zur Rohwasserherkunft, zu technischen Installationen oder zur Aufbereitung). Für diese Ebene ist auch ein besonderes Auswertungsmodul für die Risikobewertung eines Oberflächenwassereinflusses und damit potentieller Verschmutzungen am jeweiligen Standort in Form eines einfachen Ampelsystems programmiert.

Ursprüngliche Überlegungen zum Angebot noch komplexerer Auswertungsmöglichkeiten innerhalb der Grundwasser-App, v.a. für die Untersuchungsebenen 1 und 2 (z.B. die Erstellung von Kartenmaterial, eine Beurteilung des jeweiligen Standortes im Hinblick auf die Naturnähe nach GRIEBLER *ET AL.* 2014 oder noch komplexere Beurteilungen des jeweiligen Standortes im

Hinblick auf Oberflächenwassereinträge) haben sich im Laufe der Programmierungsarbeiten als nicht umsetzbar erwiesen. Es bestehen jedoch Planungen, entsprechende Auswertungsmöglichkeiten künftig in die Datenbank zu integrieren.

Die Datenbank ist mit den Eingabefeldern der Grundwasser-App vollumfänglich kompatibel. App und Datenbank sind über eine Schnittstelle miteinander verknüpft, sodass die in die App eingegebenen Daten in die Datenbank eingespeist werden können.

Um eine hohe Qualität dieser Daten sicherzustellen, ist in die App eine automatische Plausibilitätsprüfung integriert. Diese gibt für alle geeigneten chemisch-physikalischen Parameter (pH-Wert, Sauerstoffgehalt, Sauerstoffsättigung, Wassertemperatur) eine Warnung aus, sofern der jeweilige Schwellenwert unter- oder überschritten wird; auch eine Eingabe jenseits der Schwellenwerte bleibt jedoch möglich. Diese integrierte Plausibilitätsprüfung erfolgt zusätzlich zu einer manuellen Kontrolle der App-Daten vor deren endgültigen Einspeisung in die Datenbank. Weiteres hierzu folgt in den Ausführungen zu Arbeitspaket 5.

Während die Grundwasser-App für alle, die über den entsprechenden Link (<https://app.grundwasseroekologie.de>) verfügen, allgemein und kostenfrei zugänglich ist, ist die Datenbank nicht öffentlich zugänglich und nur die Verantwortlichen haben auf sie Zugriff. Dies hat den Hintergrund, dass eine Partitionierung der Datenbank – um nicht-öffentliche, hochsensible Daten von Daten zu trennen, die grundsätzlich allgemein verfügbar sein dürfen – nicht umsetzbar war und andernfalls ein Schutz hochsensibler Daten nicht hinreichend möglich wäre. Alle Nutzenden können jedoch die eigenen Daten als Ergebnisprotokoll in tabellarischer Form anfordern und behalten selbstverständlich das Recht, frei über die eigenen Daten zu verfügen.

Sowohl die Grundwasser-App als auch die Datenbank sind bereits mehrfach und in enger Rückkopplung zur praktischen Anwendung optimiert worden und für die Nutzung durch verschiedene Zielgruppen einsatzbereit. Dennoch werden sowohl die App als auch die Datenbank stetig weiterentwickelt werden müssen, um als Standardanwendung für die Erfassung grundwasserökologischer Daten bestehen zu können: Einerseits werden die fortwährende Nutzung oder spezielle Anwendungswünsche und Anforderungen sicherlich weiteren Optimierungsbedarf herausstellen, andererseits wird der schnelle technische Fortschritt Wartungs-, Anpassungs- und Weiterentwicklungsbedarf in Service und Technik mit sich bringen.

Über die Erfassung und das Management von grundwasserökologischen Daten auf den drei beschriebenen Ebenen hinaus stellt die Grundwasser-App mit einer interaktiven und bebilderten Bestimmungshilfe für die Großgruppen der Grundwasserfauna, einem analogen Bestimmungsschlüssel, Steckbriefen zu den einzelnen Großgruppen, Lernvideos zu verschiedenen Probennahmemethoden und Labortätigkeiten sowie einem Auswertungsmodul

zusätzlich ein umfangreiches Angebot zur Unterstützung und Wissensvertiefung zur Verfügung. Einerseits werden dadurch alle Hilfestellungen geboten, die man zur Durchführung der Beprobungen und für deren zuverlässige Auswertung benötigt, und andererseits wird ein informativer und zugleich kurzweiliger Einblick in die faszinierende Welt der Grundwasserfauna Deutschlands ermöglicht. In seiner Übersichtlichkeit und Zugänglichkeit – auch dank der Nutzung zukunftsorientierter Medien – ist dieses Material im Themenfeld der Grundwasserökologie einzigartig. Dieses Angebot richtet sich in erster Linie an die Nutzenden der Untersuchungsebene 1, es kann jedoch auch fortgeschrittenen Nutzenden Anregungen vermitteln und eine Schulung vor Ort ideal ergänzen: Mit dem Angebot der Grundwasser-App wird man „fit“ für Beprobungen, deren Auswertungen und den Schutz des Grundwassers.

Zu diesem Angebot zählen:

- **Interaktive Bestimmungshilfe:** Die interaktive Bestimmungshilfe auf Ordnungs- bzw. Großgruppenniveau leitet intuitiv und schrittweise zum richtigen Taxon. Anders als herkömmliche Bestimmungsschlüssel ist sie nicht dichotom aufgebaut, d.h. sie erfordert nicht ausschließlich die Entscheidung zwischen zwei Merkmalen. Vielmehr können verschiedene erkennbare und zutreffende Merkmale parallel angegeben werden, sodass einzelne Fehleinschätzungen oder -entscheidungen nicht in eine Sackgasse führen. Zur weiteren Eingrenzung gibt die Grundwasser-App im Anschluss alle Taxa an, auf die die ausgewählten Merkmale zutreffen und fragt nach zusätzlichen Merkmalsausprägungen, um die Bestimmung zu vertiefen. Je mehr Merkmale angegeben werden, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit der korrekten Bestimmung. Zur Verdeutlichung und um Fehlinterpretationen vorzubeugen sind auch entsprechende Fotos und detailreiche Zeichnungen hinterlegt.
- **Analoger Bestimmungsschlüssel:** In Ergänzung zur interaktiven Bestimmungshilfe steht deren Struktur auch in der Form eines umfassend bebilderten analogen Gesamtüberblicks zur Verfügung. Dieser Gesamtüberblick kann bei der Rekapitulation der einzelnen Bestimmungsschritte und beim direkten Vergleich der äußeren Merkmale der verschiedenen Tiergruppen unterstützen. Darüber hinaus sind analoger und interaktiver Bestimmungsschlüssel inhaltlich nicht vollständig identisch, sondern der analoge Bestimmungsschlüssel bezieht sich auf die Tiergruppen mitteleuropäischer Binnengewässer; dabei liegt zwar ein Fokus auf dem Grundwasser, Quellen und Bäche sind jedoch miteinbezogen.
- **Steckbriefe mit Hinweisen auf Verwechslungsmöglichkeiten:** Die Steckbriefe bieten auf je zwei und immer gleich aufgebauten Seiten einen Überblick zu allen relevanten Großgruppen der Grundwasserfauna Deutschlands. Zunächst werden deren äußere Merkmale knapp und übersichtlich gegliedert zusammengefasst, was beim Sortieren der Proben als Bestimmungshilfe – in Ergänzung zum Bestimmungsschlüssel – dienen kann.

Es folgen stets Informationen zur Ernährung, zur Bewegungsweise, zum Auftreten, zur Verbreitung, zum Lebensraum und zur Bewertung. Abgerundet wird diese Sammlung durch eine Auswahl von weiteren wissenswerten Eigenschaften dieser Tiere und durch spannende Kuriositäten. Zur Einführung ist zudem ein Abschnitt zu den grundsätzlichen Eigenschaften von Grundwassertieren vorgeschaltet. Am Schluss werden als weitere Bestimmungshilfe die Tiere, die häufig verwechselt werden, einander mit ihren wichtigsten Unterscheidungsmerkmalen gegenübergestellt. In diese Verwechslungsmöglichkeiten sind als Arbeitshilfe auch einige Oberflächenformen – namentlich Insekten – aufgenommen, da diese gelegentlich in das Grundwasser eingetragen werden.

- **Lernvideos:** Die kurzen Lernvideos zeigen in Bild und Ton auf gut verständliche und praxisnahe Weise die einzelnen Schritte verschiedener Probennahmemethoden und Laborarbeiten: Man kann mitverfolgen, wie man Grundwassermessstellen, das hyporheische Interstitial und Quellen beprobt (einschließlich einer Anleitung zur Berechnung von Schüttung und Beprobungszeit von Quellen), wie man chemisch-physikalische Parameter misst, wie man die Proben im Labor fixiert und färbt und wie man die Proben schließlich sortiert, auszählt, etikettiert und verwahrt. Die Lernvideos eignen sich gut zum Auffrischen bestehender Kenntnisse, bevor man selbst aktiv wird; sie können aber auch weiterhelfen, wenn man bereits im Gelände ist und sich mit Blick auf die nächsten Schritte nicht mehr sicher ist. Ein besonderer Vorteil der Lernvideos gegenüber der reinen Schriftform besteht gerade dann in ihrer Anschaulichkeit und Kürze. Allerdings ist für das Ansehen der Videos eine Internetverbindung vonnöten, da sie auf Grund ihrer Größe nicht direkt in der Grundwasser-App selbst hinterlegt, sondern verlinkt sind.

Flankiert wird das gesamte Angebot der Grundwasser-App durch eine ausführliche **Dokumentation und Anleitung**, in der die App samt ihren rechtlichen Rahmenbedingungen vorgestellt wird, technische Angaben und Hinweise enthalten sind, alle Eingabefelder und die Erfassung von Daten detailliert erläutert werden, das umfassende Zusatzangebot der App beschrieben wird und häufige Fragen beantwortet werden.

3.3 AP 3: Zielgruppenorientierte Testphase der Grundwasser-App

Alle drei Untersuchungsebenen der Grundwasser-App (s. hierzu die Ausführungen zu den Arbeitspaketen 1 und 2) wurden durch die entsprechenden Zielgruppen im Rahmen von Projekten und öffentlichkeitswirksamen Veranstaltungen erprobt bzw. ihnen vorgestellt; die Testphase der App-Anwendungen ist abgeschlossen (M3).

Die Grundwasser-App wurde von vielfältigen Nutzungsgruppen umfassend und über einen längeren Zeitraum und damit über diverse Optimierungsstufen hinweg getestet. Dabei fielen eine „echte“ Nutzung der App zur Datenerfassung und die Erprobung der App-Funktionen oftmals zusammen und lassen sich nicht klar trennen, zumal die Grundwasser-App auf der

Basis der jeweiligen Rückmeldungen schrittweise optimiert wurde und auch künftig werden wird. Die Aktivitäten, die hier für das Arbeitspaket 3 beschrieben werden, sind also eng an diejenigen im Arbeitspaket 4 gekoppelt.

Besonders intensiv haben Mitarbeiter:innen der Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH sowie der Universität in Landau (jetzt: RPTU) die Anwendung und Funktionsweise sowie den Optimierungsbedarf der Grundwasser-App überprüft, beispielsweise während der Datenerfassung zu rund 150 Probennahmen für das ATES-Projekt (gefördert durch das BMWi) in Berlin im Herbst 2022. Im Vordergrund stand hier die Untersuchungsebene 2.

Darüber hinaus wurde die App Studierenden der RPTU bei einer Schulung an der Universität vorgestellt. Im Anschluss haben mehrere Studierende der RPTU die App im Rahmen von Qualifikationsarbeiten genutzt und wertvolle Rückmeldungen aus der Praxis gegeben.

Zudem wurde die Grundwasser-App (insbesondere die Untersuchungsebene 3) mit Mitarbeiter:innen eines Trinkwasserversorgers gemeinsam erprobt, mit ihnen diskutiert und die App entsprechend angepasst (3.12.2021).

Schließlich wurde auch die Untersuchungsebene 1, die sich besonders an Bürgerwissenschaftler:innen und Ehrenamtliche richtet, Vertreter:innen der entsprechenden Zielgruppe vorgestellt.

In diesem Zusammenhang wurde die Grundwasser-App den Mitarbeiter:innen des Citizen-Science-Projekts „Lebendiges Grundwasser“ des BUND Berlin e.V. (gefördert durch die DBU, FKZ 37958/01), das sich mit der Erforschung und dem Schutz der Grundwasserfauna der Hauptstadt befasst, vorgestellt und die Benutzungsoberfläche sowie die zusätzlichen Bildungsangebote der App wurden mit ihnen intensiv diskutiert (18.4.2023). In der Folge wurde die Grundwasser-App während der letzten öffentlichen Probennahmen im Rahmen des BUND-Projekts im Mai und Juni 2023 erfolgreich zur Datenerfassung durch die Projektmitarbeiter:innen – gemeinsam mit Berliner Ehrenamtlichen, Politiker:innen und Interessierten – angewendet. Zugleich wurde die Funktionsfähigkeit der App durch Dr. Sophie-Christin Holland, die beiden Projekten als Mitarbeiterin angehört, einem Test unterzogen. Auch bei den Ehrenamtlichen des Berliner Projekts stieß die Grundwasser-App, insbesondere auch ihr breites Zusatzangebot, auf großes Interesse.

Außerdem wurden die Nutzung und rechtlichen Rahmenbedingungen der Grundwasser-App – mit einem Schwerpunkt auf der Untersuchungsebene 1 – im Rahmen eines Workshops im Naturzentrum Rheinauen in Rust (26.4.2023) ausführlich präsentiert und erörtert. Anwesend waren mehrere Ranger:innen des Naturzentrums, aber auch Lehrer:innen der Gemeinschaftsschule Rust und ein Vertreter der „Flohkrebsli“, einer engagierten und kompetenten Gruppe von Ehrenamtlichen aus dem Raum Neuenburg am Rhein.

Hervorzuheben ist, dass gerade das ergänzende Material der Grundwasser-App – also die Bestimmungsschlüssel mit Abbildungen, die Steckbriefe mit den Hinweisen auf Verwechslungsmöglichkeiten, die Lernvideos und auch die Anleitung zur App – wiederholt mit großem Interesse aufgenommen und sehr begrüßt wurde, zumal ein entsprechendes, niedrighschwelliges Angebot einem breiten Publikum zuvor entweder gar nicht zur Verfügung stand oder nur verstreut und schlecht erreichbar bzw. auffindbar war.

3.4 AP 4: Anwendung der Grundwasser-App

Die Grundwasser-App ist einsatzbereit und steht als Standardanwendung zur Erfassung von grundwasserökologischen Untersuchungen dauerhaft, auch nach dem Ende der Projektlaufzeit, zur Verfügung (auf Grund der langfristigen Perspektive wurde kein Meilenstein gesetzt).

Die Grundwasser-App und ihre unterschiedlichen Untersuchungsebenen werden inzwischen von vielfältigen Nutzungsgruppen angewendet: Insbesondere werden sie standardmäßig von Mitarbeiter:innen der Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH, von Mitarbeiter:innen und Studierenden der Universität in Landau (jetzt: RPTU) (vor allem Untersuchungsebene 2) sowie von Projekten mit Beteiligung von ehrenamtlichen Bürgerwissenschaftler:innen (vor allem Untersuchungsebene 1) bei der Erfassung von grundwasserökologischen Daten genutzt. Wie geplant ist die Untersuchungsebene 3 zunächst in Weiterbildungsveranstaltungen für Mitarbeiter:innen aus der Trinkwasserversorgung demonstriert worden.

Konkrete Anwendung gefunden hat die Grundwasser-App u.a. bei der Datenerfassung zu rund 150 Berliner Grundwasserproben für das ATES-Projekt (gefördert durch das BMWi), im Rahmen von mehreren Qualifikationsarbeiten von Studierenden der RPTU und während einiger öffentlicher Probennahmen – gemeinsam mit interessierten Berliner:innen, Politiker:innen und Ehrenamtlichen – des Citizen-Science-Projekts „Lebendiges Grundwasser“ des BUND Berlin e.V. (gefördert durch die DBU, FKZ 37958/01). Die Abschlussarbeiten von Studierenden der RPTU wurden in Neuenburg am Rhein und in Rust zudem durch Ehrenamtliche unterstützt, die die Grundwasser-App ebenfalls nutzten. In Neuenburg am Rhein gehörten diese Ehrenamtlichen zu den „Flohkrebsli“, einer engagierten Gruppe von Grundwasser-Interessierten; in Rust erfolgte die ehrenamtliche Unterstützung in Zusammenarbeit mit dem Naturzentrum Rheinauen.

In diesem Zusammenhang sei auch auf die entsprechenden Ausführungen zum Arbeitspaket 3 verwiesen, zumal – wie dort bereits erläutert worden ist – die reale Anwendung der Grundwasser-App in der Praxis, das Testen ihrer Funktionen und ihre sukzessive Optimierung stets miteinander einhergehen und -gehen und nicht voneinander getrennt werden können.

Um die Nutzung der Grundwasser-App – vor allem durch Citizen-Science-Projekte – auch künftig zu unterstützen, sind aus Projektmitteln drei Tablets angeschafft worden, die den jeweiligen Akteuren (z.B. dem BUND Berlin e.V.) für deren Datenerfassung zur Verfügung gestellt werden können.

Voraussichtlich wird die Grundwasser-App in Zukunft im auf drei Jahre angelegten, vom BMBF geförderten Anschlussprojekt des BUND Berlin e.V. im Rahmen des Projektverbunds CHARMANT zum Einsatz kommen. Daneben wird die App weiterhin standardmäßig durch Mitarbeiter:innen der Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH und von Mitarbeiter:innen sowie von Studierenden der RPTU bei allen Erfassungen grundwasserökologischer Daten genutzt werden.

Nicht zuletzt ist auch ein eigenes Folgeprojekt in Planung, mit dem nicht nur die Pflege, Wartung und Weiterentwicklung von Grundwasser-App und Datenbank abgesichert werden sollen, sondern in dem auch die weitere Nutzung und Etablierung der Grundwasser-App durch eine intensive Kooperation mit Schulen in Rheinland-Pfalz sowie mit weiteren Multiplikatorenstellen in ganz Deutschland bzw. im direkt angrenzenden Ausland angedacht ist. Näheres hierzu folgt in den Ausführungen zum Arbeitspaket 5.

3.5 AP 5: Perspektiven für die Datenbank und die Grundwasser-App

Die zentralen Fragen im Hinblick auf die Verwaltung, zukünftige Nutzung und Weiterentwicklung der Grundwasser-App und der Datenbank wurden erörtert und Konzepte für deren Perspektive entwickelt (M5).

Die künftige Nutzung, Bewerbung, Pflege, Betreuung und Ansiedlung der Grundwasser-App, der Datenbank und der zugehörigen Daten wurde mit verschiedenen Akteur:innen und potentiellen Kooperationspartner:innen diskutiert. In diesem Zusammenhang zu nennen sind insbesondere die Gespräche mit Mitarbeiter:innen des Senckenberg Museums für Naturkunde Görlitz (SMNG), die im Rahmen der Pflege der Citizen-Science-App „BODENTIER hoch 4“, mit der Bodentiere bestimmt werden können, bereits vergleichbare Erfahrungen sammeln konnten.

Wesentlich ist, dass sowohl die Grundwasser-App als auch die Datenbank dauerhaft einer regelmäßigen Pflege, Wartung, Aktualisierung und Weiterentwicklung (sowohl inhaltlicher als auch technischer Art) bedürfen, um auch künftig eine breite Nutzung der Grundwasser-App durch verschiedene Gruppen zu gewährleisten und ihre Stellung als Standardanwendung zur Erfassung grundwasserökologischer Daten zu sichern.

Hinzu kommt, dass alle durch die App erfassten Daten nicht nur der in die App integrierten Plausibilitätsprüfung, sondern zusätzlich auch einer manuellen Kontrolle unterzogen werden

müssen, bevor sie in die Datenbank eingespeist werden: Nur sorgfältig kuratierte Daten dürfen in die Datenbank gelangen, um den weitreichenden Konsequenzen von „bad taxonomy“ vorzubeugen. Zudem werden durch die Grundwasser-App auch datenschutz- und urheberrechtlich relevante Daten erfasst (wie z.B. Namen und Bestimmungsergebnisse), sodass das Kuratieren der Daten nicht nur ein Daten-, sondern auch ein Rechtemanagement beinhaltet.

Nicht zuletzt bedarf es für die Betreuung der App-Nutzenden dauerhaft eines kompetenten Ansprechpartners, der zuständig ist für Aufgaben wie Schulungen, das Bereitstellen der Ergebnisse der einzelnen Projekte in tabellarischer Form (s. hierzu die entsprechenden Ausführungen zum Arbeitspaket 2), die Beantwortung von Anfragen der Nutzenden per E-Mail oder die Bearbeitung und Ausarbeitung von rechtlichen (Sonder-)Konditionen für die Nutzung der App und ihrer zusätzlichen Materialien. Auch eine solche „Kunden- und Serviceorientierung“ ist für den dauerhaften Erfolg der Grundwasser-App unerlässlich. Unstrittig ist, dass hierfür finanzielle Mittel sowie qualifiziertes Personal erforderlich sind.

Als schwierig hat sich erwiesen, eine geeignete Lösung für die dauerhafte Ansiedlung der Grundwasser-App und vor allem der Datenbank zu finden, obwohl diese technisch bewusst gut kompatibel ausgestaltet sind. In diesem Zusammenhang sind mehrere Aspekte zu nennen: Einige Datenbankplattformen können nicht die gewünschte Komplexität der Datenerhebung und -speicherung bieten, zu der mehr gehört als nur die Angabe des Namens der Taxa und die Anzahl der Individuen. Andere potentielle Standorte bzw. Institutionen können keine zuverlässig dauerhafte, sondern nur eine projekt- und finanzierungsabhängige oder befristete Perspektive für die Datenbank bieten. Darüber hinaus muss berücksichtigt werden, dass es sich bei den vorhandenen und künftigen Daten um inhaltlich sensible sowie datenschutz- und urheberrechtlich relevante Daten handelt, die besonderen Schutz erfordern und insofern verschiedene Anbieter ausschließen. Eine ideale Lösung wäre es vor diesem Hintergrund, Grundwasser-App und Datenbank bei einer *öffentlichen* Institution wie einem (bedeutenden) Museum oder einer Universität anzusiedeln; jedoch kann nach dem aktuellen Stand keine der angefragten Institutionen die nötige Infrastruktur dauerhaft zur Verfügung stellen.

Bis auf Weiteres verbleibt die Datenbank daher auf dem lokalen Server der Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH, wo sie und die enthaltenen Daten sicher verwahrt sind und ihre angemessene Pflege verlässlich gewährleistet ist. Die IGÖ GmbH gewährleistet bis auf Weiteres auch die weitere Verwaltung von App und Datenbank, das Kuratieren, den Schutz und das manuelle Prüfen der mit der Grundwasser-App erhobenen Daten, das Daten- und Rechtemanagement und die Bereitstellung der Daten und verfügt hierfür auch über qualifiziertes Personal. Kurz- bzw. mittelfristig ist dies eine gut gangbare, sichere und pragmatische Lösung; für die technische Ansiedlung der Datenbank und der Grundwasser-App wird aber weiterhin nach einer noch besseren langfristigen Lösung gesucht. Dies kann

und soll auch im Rahmen eines oder mehrerer Folgeprojekte geschehen. Es bestehen zudem Überlegungen, eine Verbindung zur Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) herzustellen.

Die Grundwasser-App ist auf dem Server des Landesverbands für Höhlen- und Karstforschung e.V. angesiedelt. Dass sie sich nicht auf demselben Server wie die Datenbank befindet, hat zwei Gründe: Einerseits muss es sich im Fall der App um einen Online-Server handeln – was beim Server der IGÖ GmbH nicht der Fall ist – und andererseits ist hierdurch auch ein besserer Schutz des Servers der IGÖ GmbH vor Fremdzugriffen gegeben.

Anders als die Grundwasser-App, die über den Link <https://app.grundwasseroekologie.de> allgemein und kostenfrei zugänglich ist, ist der Zugriff auf die Datenbank ausschließlich den Verantwortlichen vorbehalten. Nur so kann ein hinreichender Schutz aller sensiblen Daten gewährleistet werden, wie bereits in den Ausführungen zum Arbeitspaket 2 beschrieben worden ist. Per E-Mail können jedoch alle Nutzenden die eigenen Daten als Ergebnisprotokoll in tabellarischer Form bei den Verantwortlichen anfordern und die Nutzenden behalten selbstverständlich das Recht, frei über ihre eigenen Daten zu verfügen.

Da für die nötige regelmäßige Pflege, Wartung und Weiterentwicklung von Grundwasser-App und Datenbank wie erwähnt finanzielle Mittel und entsprechend qualifiziertes Personal erforderlich sind, soll ein Anschlussprojekt eingeworben werden, für das die Überlegungen bereits näher konkretisiert worden sind.

Im Rahmen dieses Folgeprojekts soll neben dem Management und der Funktionserweiterung von Grundwasser-App und Datenbank auch die fortwährende Nutzung der Grundwasser-App nicht nur durch Forschende, sondern auch durch Citizen-Science-Projekte gesichert bzw. weiter etabliert und ausgeweitet werden. Auch eine Kooperation mit Schulen in Rheinland-Pfalz ist neben der Zusammenarbeit mit Multiplikator:innen im gesamten Bundesgebiet und angrenzenden Ausland angedacht. Mit verantwortlichen Mitarbeiter:innen des Pädagogischen Landesinstituts Rheinland-Pfalz (PL) besteht bereits ein konkreter Austausch, um das Thema „Grundwasserökologie“ nachhaltig in den Unterricht zu integrieren; auch eine finanzielle Unterstützung von Seiten des PL ist in einem noch zu klärenden Rahmen grundsätzlich möglich. Kontakte zu Schulen und durchführenden Lehrkräften werden ebenfalls schon geknüpft; ebenso bestehen Kontakte zu anderen potentiellen Multiplikator:innen, z.B. durch vorangegangene Workshops.

Abgerundet werden sollen diese Kooperationen voraussichtlich durch die Bestimmung der per Citizen Science gewonnenen Proben auf Artniveau und damit durch eine vertiefte Erforschung der Biodiversität des Grundwassers.

Ein anspruchsvolles und effizientes Daten- und Rechtemanagement soll also verbunden werden mit vielfältigen Formen der Wissenschaftskommunikation und der Biodiversitätsforschung.

3.6 AP 6: Kommunikation und Beratung der Grundwasserausstellung

Die Mitarbeiter:innen des Senckenberg Museums für Naturkunde Görlitz (SMNG) wurden bei der Vorbereitung des Themenfelds „Biodiversität und Umwelt“ der Grundwasserausstellung über die gesamte Projektlaufzeit fachlich begleitet und beraten (M6).

Im Zuge der Entwicklung der Grundwasserausstellung fand ein regelmäßiger und intensiver Austausch – teils mehrfach pro Woche – mit den Kolleg:innen des SMNG statt.

Im Rahmen von deren Begleitung und Beratung bei der inhaltlichen Umsetzung der Grundwasserausstellung wurden Ausstellungstexte gelesen und überarbeitet, Zeichnungen und Animationen (wie Manga-Adaptationen von Grundwassertieren) auf ihre biologische und ökologische „Korrektheit“ hin begutachtet und diskutiert sowie Daten und Grafiken bereitgestellt. Darüber hinaus wurden Informationen zu Grundwassertieren und deren Lebensräumen sowie Fotos und Filmmaterialien, die teils sogar im Rahmen der Beratungstätigkeiten angefertigt werden mussten, zur Verfügung gestellt.

Zudem erhielten die Kolleg:innen des SMNG eine Liste aller Tierarten im Grundwasser Baden-Württembergs, die durch die Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH nachgewiesen worden sind.

Nicht zuletzt wurden bis zum Ende des Projekts den Mitarbeiter:innen des SMNG regelmäßig die Forschungsergebnisse in aktualisierter Form zur Verfügung gestellt, sodass sie erfolgreich in die Ausstellung einbezogen werden konnten.

3.7 AP7: Öffentlichkeitswirksame Veranstaltungen, Einführungen und Workshops zur Grundwasser-App, insbesondere im Vorfeld der Landesgartenschau 2022 in Neuenburg am Rhein

Öffentlichkeitswirksame Veranstaltungen, Einführungen und Workshops zur Grundwasser-App, insbesondere auch im Vorfeld der Landesgartenschau 2022 in Neuenburg am Rhein, wurden durchgeführt (M7). Wegen der Einschränkungen auf Grund der COVID-19-Pandemie ab dem ersten Quartal 2020 – also kurz nach Projektbeginn – konnten größere Veranstaltungen jedoch erst deutlich später im Projekt durchgeführt werden.

Im Rahmen eines grundwasserökologischen Workshops vom 15. bis zum 16.9.2020 im Naturzentrum Rheinauen in Rust wurden das Projekt und die geplante Grundwasser-App Mitarbeiter:innen des Zentrums und Lehrer:innen der Gemeinschaftsschule Rust vorgestellt. Das Naturzentrum plant, das Thema „Grundwasserökologie“ langfristig in ihr Bildungsangebot

aufzunehmen und die Grundwasser-App für zukünftige Untersuchungen mit Schüler:innen einzusetzen.

Dieser Kontakt wurde durch einen weiteren grundwasserökologischen Workshop vor Ort – ebenfalls mit Mitarbeiter:innen des Naturzentrums und Lehrer:innen der Gemeinschaftsschule Rust – am 26.4.2023 vertieft, wo neben der gemeinsamen Beprobung der Grundwassermessstelle auf dem Gelände des Naturzentrums und einer theoretischen und praktischen Einführung in die Auswertung von Grundwasserproben auch die Nutzung der Grundwasser-App detailliert erläutert wurde.

Zudem wurde am 15.7.2021 im Rahmen eines Abstimmungsgesprächs für einen Antrag zu einem neuen Citizen-Science-Projekt auch der aktuelle Stand zum Projekt „Grundwasser lebt!“ vorgestellt. Das Treffen fand in Neuenburg am Rhein statt. Neben Vertreter:innen der Landesgartenschau 2022 Neuenburg am Rhein (LGS GmbH) waren auch interessierte Ehrenamtliche sowie Helga Zumkowski-Xylander und Willi Xylander vom Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz (SMNG) anwesend. Eine weitere Präsentation erfolgte am 15.10.2021 in Freiburg i.Br bei einer Veranstaltung der badenova AG & Co. KG.

Darüber hinaus wurden das Projekt und die Grundwasser-App den Teilnehmer:innen des GEO-Tags der Natur 2022 (24.–26.6.2022) – der die Artenvielfalt im Grundwasser zum Themenschwerpunkt hatte – im Rahmen von verschiedenen, konzertierten Veranstaltungen mit Themenvorträgen und Grundwasserbeprobungen an verschiedenen Standorten (insbesondere in Landau und Rust, aber auch in Berlin, wenn auch eher am Rande) vorgestellt. Die Aktionen wurden von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) finanziert und federführend vom SMNG in Kooperation mit dem Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH organisiert. Die zugehörige Veranstaltung in Berlin wurde vom Citizen-Science-Projekt „Lebendiges Grundwasser“ des BUND Berlin e.V. (gefördert durch die DBU, FKZ 37958/01) durchgeführt.

Auch im Rahmen von weiteren öffentlichen Veranstaltungen und Kooperationen mit dem Projekt „Lebendiges Grundwasser“ des BUND Berlin e.V. wurde die Grundwasser-App entweder explizit vorgestellt oder kam gut sichtbar zum Einsatz.

Zunächst wurden die Angebote der Grundwasser-App bei mehreren sogenannten „Vernetzungstreffen“ des Projekts (Dezember 2022 bis Mai 2023), bei denen sich die ehrenamtlich Aktiven einmal monatlich austauschen und ihre Proben gemeinsam untersuchen, und beim ersten „Grundwassersalon“ des Projekts (16.1.2023) kurz vorgestellt und beworben.

Am 18.4.2023 schloss sich eine detaillierte Einführung in die Nutzung der Grundwasser-App mit ausführlicher Diskussion rechtlicher Belange mit dem Projektteam an.

Bei den verbleibenden öffentlichen Dialogveranstaltungen mit Probennahmen im Rahmen des Projekts „Lebendiges Grundwasser“ – gemeinsam mit Berliner Ehrenamtlichen, Politiker:innen und Interessierten – wurde die App dann für die Erfassung der Daten genutzt. Bei einer dieser Dialogveranstaltungen (22.5.2023) war auch das rbb-Fernsehen-Team des Rundfunks Berlin-Brandenburg (rbb) anwesend und machte Filmaufnahmen, auch während der Anwendung der Grundwasser-App.

Des Weiteren wird die Grundwasser-App in einer Handreichung für Lehrer:innen zum Thema Grundwasserökologie für die Sekundarstufen I und II vorgestellt und beworben (Titel: Grundwasser – Der verborgene Lebensraum. Eine Unterrichtsreihe für das Themenfeld Ökologie; Hauptautor:innen: Dagmar Lange, Torben Kälber & Heide Stein; gefördert durch den Innovationsfonds für Klima- und Wasserschutz der badenova AG & Co. KG). Die Handreichung wird voraussichtlich im Herbst 2023 veröffentlicht und kann über die Homepage der Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH (<https://grundwasseroekologie.de/>) heruntergeladen werden.

Nicht zuletzt ist die Grundwasser-App gemeinsam mit der Handreichung auch Bestandteil von Weiterbildungen für Lehrkräfte zum Thema Grundwasserökologie gewesen:

Am 15.3.2023 fand eine digitale Informationsveranstaltung für Lehrkräfte in Zusammenarbeit mit dem Pädagogischen Landesinstitut Rheinland-Pfalz statt. Auch die App wurde in diesem Rahmen präsentiert.

Am 28.3.2023 wurde eine ganztägige Fortbildung für Lehrkräfte an der Rheinland-Pfälzischen Technischen Universität in Landau (RPTU) in Kooperation mit der IGÖ GmbH angeboten, an der auch Vertreter:innen des Pädagogischen Landesinstituts Rheinland-Pfalz und des Landesbetriebs für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt teilnahmen. Hier wurde die Grundwasser-App mit ihren Erfassungsmöglichkeiten nicht nur vorgestellt und ihre Anwendbarkeit in Schulen thematisiert, sondern sie wurde bei einer Beprobung im Gelände auch real eingesetzt.

4 Fazit, Projekterkenntnisse und Ausblick

Das Projekt „Grundwasser lebt!“ wurde in allen Arbeitspaketen erfolgreich umgesetzt. Vor allem die vielschrittige und kleinteilige Optimierung der Grundwasser-App hat viel – und mehr als ursprünglich angenommen – Zeit in Anspruch genommen, weswegen eine Verlängerung des Projekts nötig wurde. Der Aufwand hat sich aber eindeutig gelohnt: Sowohl die Idee im Allgemeinen als auch die Umsetzung im Konkreten stießen überall, wo das Projekt bzw. die Grundwasser-App vorgestellt wurde, auf Zuspruch und großes Interesse. Wiederholt wurde der Innovationscharakter des Vorhabens hervorgehoben. Der Erfolg des Projekts zeigt sich auch darin, dass die Grundwasser-App nicht nur in der Theorie Begeisterung hervorrief, sondern auch in der Realität Anwendung gefunden hat.

Die bisherigen Erfahrungen mit der Grundwasser-App rechtfertigen also die Hoffnung, dass sie das Standardwerkzeug für die Erfassung grundwasserökologischer Daten werden könnte. Insofern können die Projektergebnisse tatsächlich zur besseren Erforschung sowie zum besseren Schutz des Grundwassers beitragen. Durch die erfolgreiche Begleitung der Senckenberg-Ausstellung konnte gleichfalls ein Beitrag zur verstärkten Sensibilisierung der Bevölkerung für das Grundwasser, seine Lebensgemeinschaften und ihren Schutz geleistet werden.

Aus den Arbeiten des Projekts lassen sich u.a. vier Erkenntnisse ableiten:

- Die Erarbeitung einer App und einer zugehörigen Datenbank ist enorm aufwändig und nicht zuletzt wegen des rasanten technischen Fortschritts besteht ein stetiger Veränderungs- und Weiterentwicklungsbedarf, auch bereits während der Projektlaufzeit. Zugleich ist dieser Aufwand eindeutig lohnend, wie die Rückmeldungen der Nutzenden ausnahmslos zeigen.
- Wissenschaftskommunikation, was in diesem Projekt insbesondere die Betreuung von ehrenamtlichen Anwender:innen einer App bedeutete, ist motivierend und sehr gewinnbringend, jedoch zeitaufwändig und personalintensiv. Detaillierte Schulungen auch mit Blick auf rechtliche Belange, ein enger Austausch und das dauerhafte Vorhandensein eines fachlich und organisatorisch kompetenten Ansprechpartners bei Rückfragen sind für die langfristige Etablierung einer App zwingend vonnöten.
- Es war und ist sehr hilfreich, sich im Rahmen des Projekts bereits frühzeitig intensiv mit der Thematik des Datenmanagements auseinanderzusetzen und sich zugleich als wichtiger Akteur in diesem Bereich zu positionieren. Ein effizientes Management von sorgfältig kuratierten Daten darf als eines der großen Themen unserer Zeit gelten und es ist chancenreich, hier eine innovative Führungsposition innezuhaben.
- Wesentlich für das Fortbestehen und die Attraktivität einer App und einer Datenbank ist die verlässliche Kontinuität ihrer Betreuung und Pflege, deren Gewährleistung und

Finanzierung zugleich eine Herausforderung darstellt. Trotz seines Erfolgs sollte das nun abgeschlossene Projekt also lediglich als Auftakt betrachtet werden.

Mit dem im Projekt Erreichten ist eine solide Grundlage geschaffen, um an diesen gelungenen Auftakt anzuschließen und die Arbeit mit der Grundwasser-App und der Datenbank im Rahmen von Folgeprojekten fortzusetzen und weiter auszubauen.

5 Danksagung

Unser besonderer Dank gilt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) für die Förderung dieses Projekts.

Ganz herzlich danken wir auch den Mitarbeiter:innen des Senckenberg Museums für Naturkunde Görlitz, insbesondere Helga Zumkowski-Xylander und Prof. Dr. Willi Xylander, für die gute, konstruktive und angenehme Kooperation bei der Vorbereitung der Grundwasser-Ausstellung.

Ebenso danken wir den Mitarbeiter:innen und Mitwirkenden der Landesgartenschau 2022 in Neuenburg am Rhein für ihre Aufgeschlossenheit gegenüber dem Grundwasser und seinen zauberhaften Lebewesen und die Bereitschaft, diesem noch immer nicht genügend beachteten Lebensraum eine große Bühne zu bieten.

Unser Dank gilt weiterhin allen Behörden, Institutionen, Projekten, Studierenden, Ehrenamtlichen und Interessierten, mit denen wir zusammenarbeiten durften, für ihre Begeisterung für die Grundwasser-App und für ihre wertvollen Anregungen, Hinweise und Nachfragen. Nur durch ihre Unterstützung konnten die Grundwasser-App und die Datenbank ihre jetzige Form und Nutzungsfreundlichkeit erhalten.

Herzlicher Dank gebührt auch dem Naturzentrum Rheinauen in Rust für die mehrmalige gastliche Aufnahme, die gute und gelungene Zusammenarbeit im Rahmen mehrerer Workshops und des GEO-Tags der Natur 2022 sowie die Bereitschaft, die Grundwasserökologie in sein Bildungsangebot aufzunehmen und die Erforschung der Ökosysteme des Grundwassers auf diese Weise voranzubringen.

6 Literaturverzeichnis

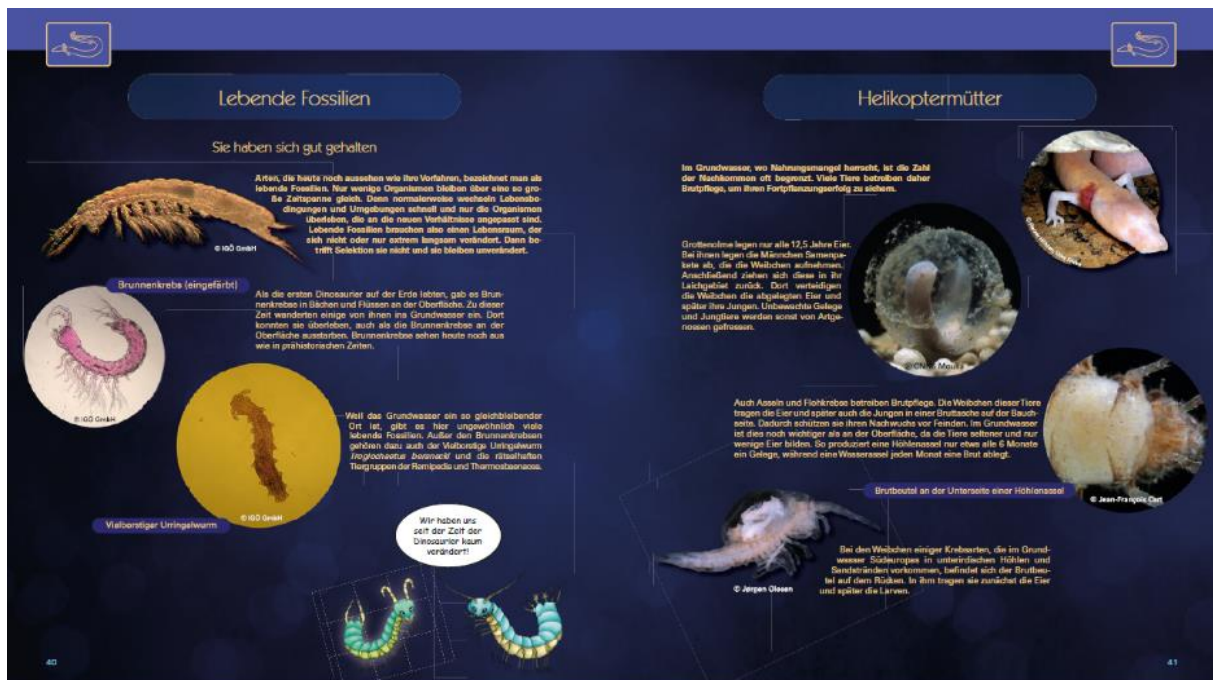
Griebler, C., Stein, H., Kellermann, C., Steube, C., Berkhoff, S., Fuchs, A., Brielmann, H. & Hahn, H. J. (2014): Entwicklung biologischer Bewertungsmethoden und -kriterien für Grundwasserökosysteme. Im Auftrag des Umweltbundesamtes, UFO-Plan FKZ 3708 23 200, Umweltbundesamt Dessau, ISSN 1862-4804, <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/entwicklung-biologischer-bewertungsmethoden>.

Spengler, C., Gerhardt, A., Rütz, N., van den Berg-Stein, S., Avramov, M., Wolters, V., Marxsen, J., Griebler, C. & Hahn, H. J. (2017): Faunistische Grundwasserbewertung – neue Verfahren und Bewertungsmöglichkeiten, KW Korrespondenz Wasserwirtschaft 10(5), 272–279.

Spengler, C. & Hahn, H. J. (2018): Thermostress: Ökologisch begründete, thermische Schwellenwerte und Bewertungsansätze für das Grundwasser, KW Korrespondenz Wasserwirtschaft 11(9), 521–525.

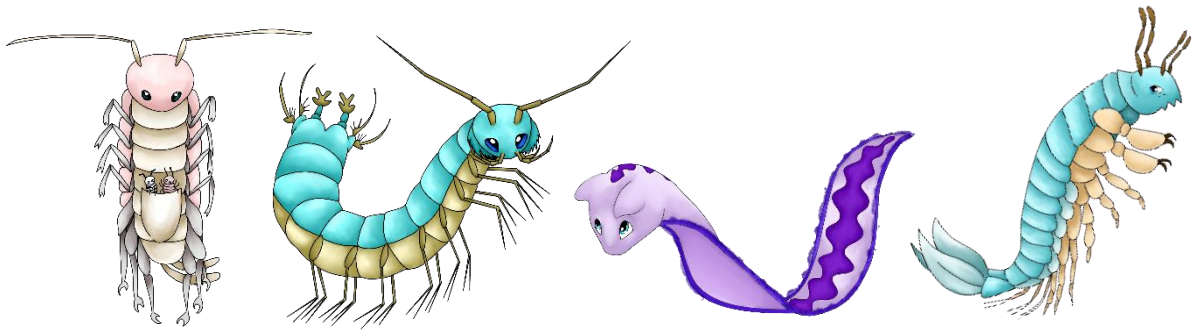
9 Anhang III: Fotos und Bilder aus dem Projekt

Eingabemaske für die Stammdaten in der Grundwasser-App.
© Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH



Doppelseite (S. 40/41) im Ausstellungsführer zur Wanderausstellung „Grundwasser lebt!“.

© Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz



Manga-Adaptationen aus der Wanderausstellung „Grundwasser lebt!“, Höhlenassel, Brunnenkrebs, Strudelwurm und Flohkrebs (von links).

© Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz



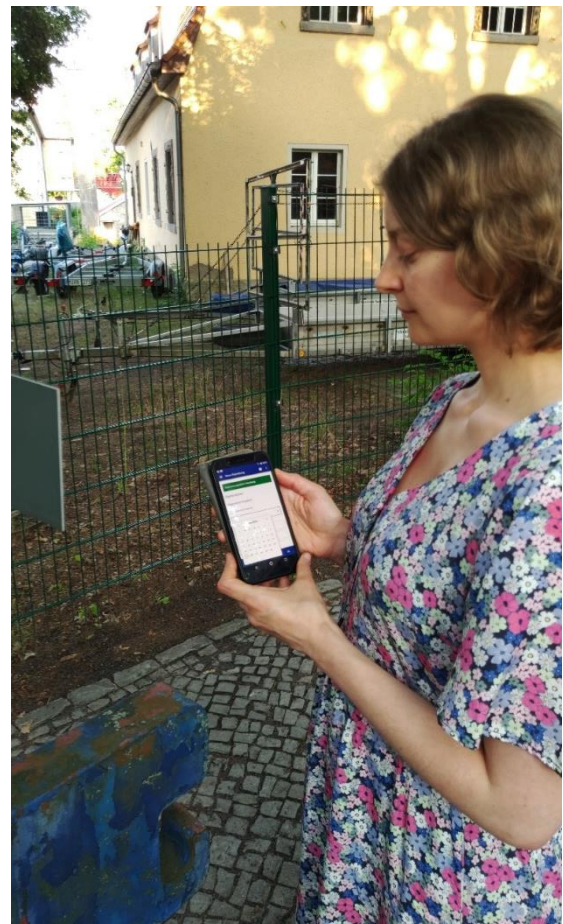
GEO-Tag der Natur 2022 im Naturzentrum Rheinauen in Rust, 25.6.2022. Auch das Projekt und die Grundwasser-App wurden vorgestellt.

© Hans Jürgen Hahn / IGÖ GmbH



GEO-Tag der Natur 2022 im Naturzentrum Rheinauen in Rust. Gruppenbild der Vortragenden, 25.6.2022.

© Axel Leuthner / Naturzentrum Rheinauen



Die Grundwasser-App im Einsatz an einer Berliner Schwengelpumpe.

© Sophie-Christin Holland