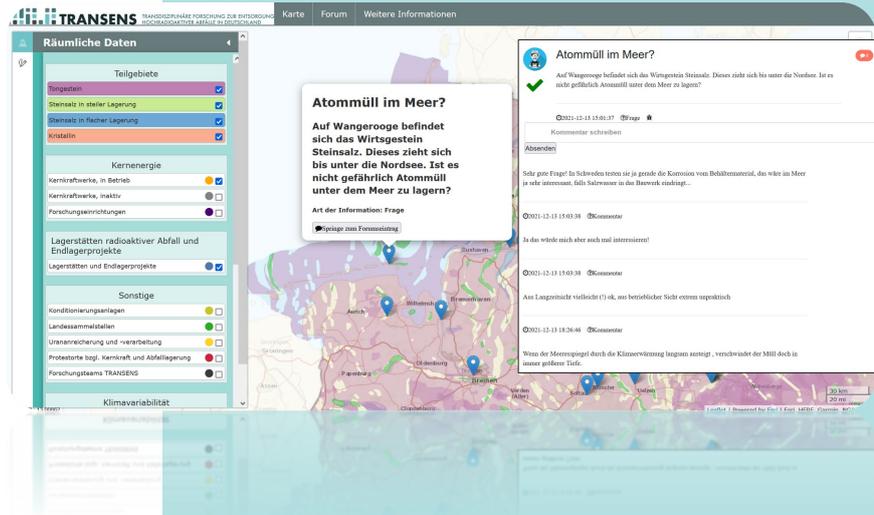


«Das WebGIS wird ein sehr dynamisches Tool werden, dass die Visualisierung der Standortauswahl des Endlagers ermöglicht»



# Ein partizipatives WebGIS für die Endlagerstandortsuche

Eine transdisziplinäre Studie zu einer inklusiven Kommunikationsplattform

Lucas Schwarz, Paula Bräuer & Werner Consten, Maximilian Schöler, Armin Guth, Nick Nissen, Bettina Gaebel

Gefördert durch:



Gefördert im Niedersächsischen Vorab der Volkswagenstiftung



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Förderkennzeichen: 02E11849A-J

## Impressum

Mit dem Projekt TRANSENS wird erstmalig in Deutschland transdisziplinäre Forschung zur nuklearen Entsorgung in größerem Maßstab betrieben. TRANSENS ist ein Verbundvorhaben, in dem 16 Institute bzw. Fachgebiete von neun deutschen und zwei Schweizer Universitäten und Forschungseinrichtungen zusammenarbeiten. Das Vorhaben wird vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages und im Niedersächsischen Vorab der Volkswagenstiftung vom Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur (MWK) von 2019 bis 2024 gefördert (FKZ 02E11849A-J). TRANSENS lebt vom pluralen Austausch. Die TRANSENS-Berichte spiegeln die Meinung der Autor\*innen wider. Diese Meinungen müssen nicht mit den Meinungen anderer Beteiligter an TRANSENS übereinstimmen.

Kontakt:

Lucas Schwarz M.Sc., Forschungszentrum für Nachhaltigkeit, Otto-Suhr-Institut für Politikwissenschaft, Freie Universität Berlin, Ihnestraße 22 in 14195 Berlin.

[lucas.schwarz@fu-berlin.de](mailto:lucas.schwarz@fu-berlin.de)

Paula Bräuer M.Sc., Arbeitsgruppe Web Science, Institut für Informatik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Düsternbrooker Weg 120 in 24105 Kiel.

[p.braeuer@zbw.eu](mailto:p.braeuer@zbw.eu)

Werner Consten, Maximilian Schöler, Armin Guth, Nick Nissen, Bettina Gaebel; DIPRO-Begleitgruppe

TRANSENS-Bericht eingereicht am 24.03.2023, veröffentlicht am 28.04.2023

Review: Stefanie Enderle, Dr. Anne Eckhardt

Zitierweise: Schwarz, Lucas; Bräuer, Paula; Consten, Werner; Schöler, Maximilian; Guth, Armin; Nissen, Nick; Gaebel, Bettina (2023): Ein WebGIS für die Endlagerstandortsuche. Eine transdisziplinäre Studie zu einer inklusiven Kommunikationsplattform. Berlin. TRANSENS-Bericht-08.

ISSN (Online): 2747-4186

DOI: 10.21268/20230327-0 (<https://doi.org/10.21268/20230327-0>)

Titelbild: Screenshot des explorativen WebGIS

Zitat: Teilnehmerin beim vierten Workshop (Nachbefragung)

## **Zusammenfassung**

Die Suche nach einem Standort für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle in Deutschland ist eine vielseitige Herausforderung. Die verschiedenen Akteure im Prozess müssen laufend mit aktuellen und komplexen Informationen versorgt werden. Trotz unterschiedlicher Informationsangebote der beteiligten Akteure besteht der Bedarf nach einer zentralen Plattform, bei der auch Interaktion und eigenständiges Zusammenstellen von Informationen möglich ist. Da viele der Informationen, die für die Endlagersuche relevant sind, geographisch verortbar sind, bietet sich ein webbasiertes geographisches Informationssystem (WebGIS) als Ausgangspunkt für eine Plattform an. WebGIS Anwendungen werden bereits gezielt eingesetzt, um Bürger\*innen in politischen Entscheidungsprozessen zu informieren oder sogar deren lokales Wissen in der Projektplanung zu berücksichtigen (bspw. in Planungsprozessen von Stromtrassen). Mit einem mehr stufigen transdisziplinären Forschungsansatz wurden gemeinsam mit verschiedenen Akteuren Aspekte erarbeitet, die für die Umsetzung eines WebGIS im Endlagerkontext relevant sind. Die Ergebnisse zeigen, dass durch ein solches System sowohl Expert\*innen als auch Neueinsteiger\*innen angesprochen werden können. Unter Berücksichtigung der Bedürfnisse beider Zielgruppen werden unter anderem Punkte wie die Transparenz sowie Niedrigschwelligkeit eines WebGIS und technischere Aspekte wie Möglichkeiten der Moderation von Inhalten diskutiert.

## **Abstract**

The search for a repository for high-level radioactive waste (HLW) in Germany is a multifaceted challenge. The various actors in this process must be continuously provided with current and complex information. Despite different information offers and platforms of the involved (institutional) actors, there is a need for a central platform where interaction and independent compilation of information is possible. Since much of the information relevant to the site selection is geographically locatable, a web-based geographic information system (WebGIS) is a suitable starting point for a platform. WebGIS applications are already being used specifically to inform citizens in political decision-making processes or even to take their local knowledge into account in project planning (e.g. in planning processes for power lines). Using a multi-level transdisciplinary research approach, aspects relevant for the implementation of a WebGIS in the repository context were elaborated together with different stakeholders. The results show that such a system can address both experts and newcomers. Considering the needs of both target groups, points such as the transparency and low-threshold nature of a WebGIS and more technical aspects such as possibilities for moderating content are discussed.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. KOMMUNIKATIONSPLATTFORMEN DER ENDLAGERSTANDORTSUCHE</b>	<b>1</b>
<b>2. TRANSDISZIPLINÄRER FORSCHUNGSANSATZ</b>	<b>6</b>
<b>3. STAND DER FORSCHUNG – PARTIZIPATIVES WEBGIS</b>	<b>9</b>
<b>4. STUDIENDESIGN &amp; METHODEN</b>	<b>13</b>
4.1. WORKSHOP 1	14
4.2. WORKSHOP 2	16
4.3. WORKSHOP 3	20
4.4. WORKSHOP 4	20
<b>5. ERGEBNISSE</b>	<b>22</b>
5.1. ROLLE IM TECHNISCH-GEOLOGISCHEN STANDORTSUCHVERFAHREN (FF1)	22
5.2. NIEDRIGSCHWELIGE NUTZBARKEIT (FF2)	27
5.3. DIALOG (FF3)	31
5.4. BEWERTUNGEN DER TEILNEHMERINNEN UND TEILNEHMER	35
<b>6. DISKUSSION</b>	<b>42</b>
6.1. ERGEBNISDISKUSSION	42
6.2. METHODIKDISKUSSION	45
<b>7. KONKLUSION: IMPULSE FÜR DAS LAUFENDE STANDORTAUSWAHLVERFAHREN IN DEUTSCHLAND</b>	<b>48</b>
<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>53</b>
<b>ANHANG</b>	<b>59</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Plattform 'Hinweise zur Endlagersuche' der BGE	1
Abbildung 2: WeChange-Plattform zum Forum Endlagersuche	2
Abbildung 3: Studienablauf mit Themen und Teilnehmer*innen	13
Abbildung 4: Funktional-dynamische Herangehensweise (Ten Steps) im Studienverlauf	14
Abbildung 5: Screenshot des explorativen WebGIS	17
Abbildung 6: Daten im explorativen WebGIS	18
Abbildung 7: Beispielhafte Eingabe einer Frage im WebGIS (mit Forum)	19
Abbildung 8: Rolle: Nachvollziehbarkeit von Informationen	23
Abbildung 9: Niedrigschwelligkeit: Nutzbarkeit unabhängig von Sprachniveau	28
Abbildung 10: Clusterung der Teilnehmer*innen	29
Abbildung 11: Dialog: Moderation und Umgang mit Störkommentaren	32
Abbildung 12: Wortwolke zu Vorteilen eines WebGIS	36
Abbildung 13: Wortwolke zu Nachteilen eines WebGIS	37
Abbildung 14: Wortwolke zu Hindernissen eines WebGIS	38
Abbildung 15: Wortwolke zu Chancen eines WebGIS	38
Abbildung 16: Wortwolke zu wertvollen Funktionen eines WebGIS	39
Abbildung 17: Wortwolke zu fehlenden Funktionen eines WebGIS	40

## Abkürzungsverzeichnis

BASE	Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BGE	Bundesgesellschaft für Endlagerung
BGZ	Bundesgesellschaft für Zwischenlagerung
DBG	DIPRO-Begleitgruppe
DBG #n	Anonymisierte Angabe von DBG-Mitgliedern (#1-5)
DDR	Deutsche Demokratische Republik
GADM	Database of Global Administrative Areas
NBG	Nationales Begleitgremium
OSM	Open Street Maps
StandAG	Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle (Standortauswahlgesetz)
TAP DIPRO	Transdisziplinäres Arbeitspaket – Dialoge und Prozessgestaltung in Wechselwirkung von Recht, Gerechtigkeit und Governance
WebGIS/ PPGIS	Webbasiertes Geographisches Informationssystem

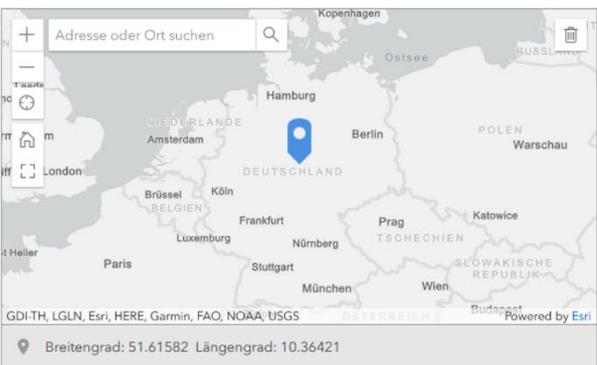
# 1. Kommunikationsplattformen der Endlagerstandortsuche

Die Standortsuche für ein Endlager in Deutschland ist in ihren Grundzügen eine räumliche Herausforderung: Es wird der Standort mit der bestmöglichen Sicherheit für ein Endlager für die hochradioaktiven Abfälle aus den deutschen Kernkraftwerken<sup>1</sup> gesucht. Dieser Grundsatz ist in § 2 des Standortauswahlgesetzes (StandAG) festgeschrieben. Aufgrund der konfliktiven Geschichte im Umgang mit Kernenergie und radioaktiven Abfällen in Deutschland (Blowers und Lowry 1997; Radkau 1983) stellt sich der Standortsuchprozess für ein Endlager seit Jahrzehnten jedoch als Herausforderung an der Schnittstelle zwischen Technik und Gesellschaft dar (Brohmann et al. 2021). Dabei sind gute Kommunikation und Transparenz wichtige Faktoren, die zu einem funktionierenden Standortsuchprozess für ein Endlager beitragen können. Aus diesem Grund wurden von der Endlager-Kommission (2016) die Aspekte eines transparenten und lernenden Verfahrens mit partizipativen Bestandteilen vorgeschlagen, die in das 2017 novellierte StandAG aufgenommen wurden.

Durch den im September 2020 veröffentlichten Zwischenbericht Teilgebiete der Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE 2020b) gewann die Standortsuche an Dynamik. Die anschließende Fachkonferenz Teilgebiete diente dazu, den Zwischenbericht Teilgebiete zu diskutieren, jedoch drehte sich ein großer Teil der Beratungstermine darum, adäquate Möglichkeiten zur Partizipation zu erörtern sowie zu implementieren. Neben den fachlichen Fragen erhalten somit die Information und Beteiligung von Bürger\*innen ein hohes Gewicht. Einige Akteure haben daher unterschiedliche Plattformen aufgebaut, die zur Kommunikation und v. a. Diskussion von Berichten und Arbeitsfortschritten genutzt werden können.

### Ihre Hinweise zur Endlagersuche

Markieren Sie den Ort, auf den sich Ihr Hinweis bezieht. Sie können dafür in die Karte hineinzoomen oder ins Suchfeld eine Adresse eingeben.



### Worauf möchten Sie uns hinweisen?

Geben Sie hier bitte einen erläuternden Text zu dem markierten Punkt ein.

5000

### Datei-Upload

Liegen Ihnen Dateien vor, die Sie uns gerne übermitteln möchten? Hier können Sie Dokumente mit einer Größe von bis zu 10 MB hochladen.

Datei auswählen (unterstützt: pdf, doc, docx, xls,xlsx, pptx, ppt, txt)

Senden

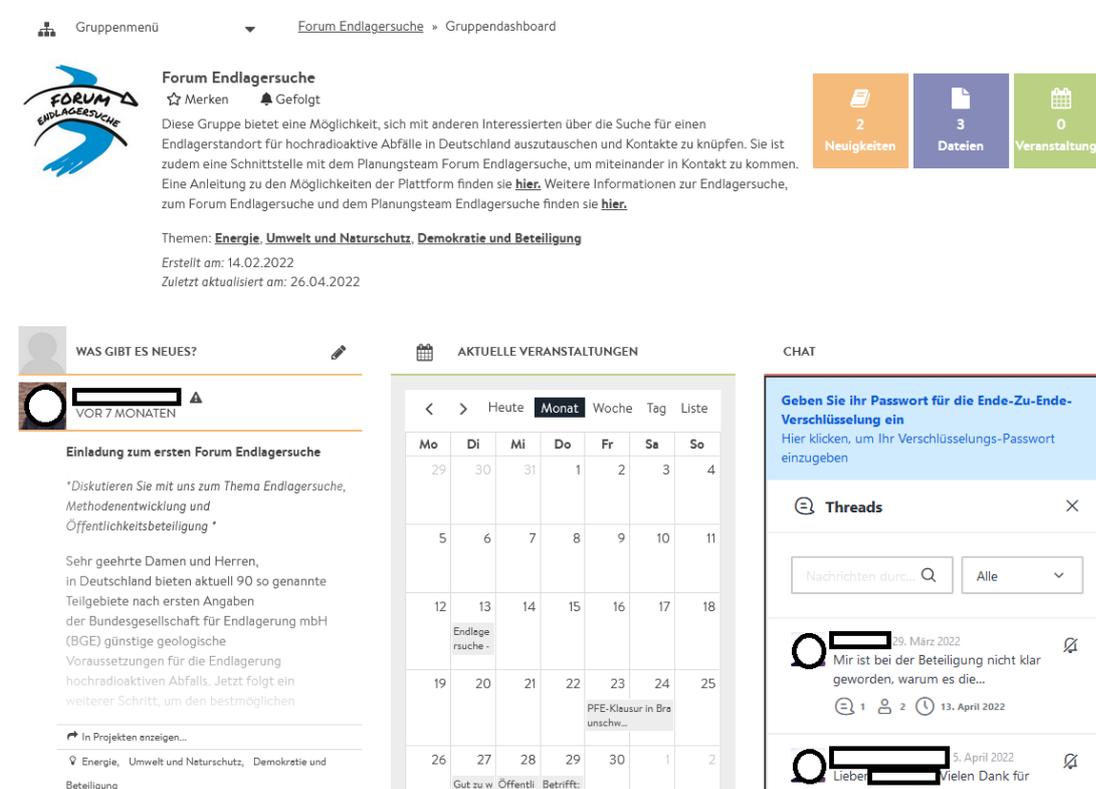
**Abbildung 1: Plattform 'Hinweise zur Endlagersuche' der BGE**

Hinweisfunktion über die ein geographischer Punkt mit Informationen an die BGE versendet werden kann Quelle: BGE 2020a

<sup>1</sup> Abfälle aus deutschen Kernkraftwerken beziehen ebenfalls Abfälle aus der kerntechnischen Energieproduktion aus der ehemaligen DDR und Westdeutschland mit ein.

Die BGE hat als Verfahrensträgerin bspw. eine Plattform zur räumlichen Eingabe von geologischen Hinweisen eingerichtet (Abbildung 1). Diese Anwendung ist unidirektional ausgelegt, d. h., Hinweise können eingegeben werden, um sie der BGE zukommen zu lassen. Austausch bzw. Zugreifen auf Hinweise von Dritten sind jedoch über die Anwendung nicht vorgesehen. Darüber hinaus hat die BGE eine Anwendung zur räumlichen Informationsweitergabe der Teilgebietsflächen aufgesetzt<sup>2</sup>, in der Nutzer\*innen sich beispielsweise informieren können, ob der eigene Wohnort über einem Teilgebiet<sup>3</sup> liegt.

Das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) ist die verfahrensregulierende Behörde, Aufsicht und Trägerin der Öffentlichkeitsbeteiligung. Auch das BASE hat eine virtuelle Plattform, nämlich die Endlagersuche-Infoplattform<sup>4</sup>, eingerichtet. Hier können Informationen zum laufenden Verfahren, bspw. zu Akteuren, zum gesetzlichen Rahmen, zu unterschiedlichen Arten von radioaktiven Abfällen, aber auch zu den partizipativen Formaten abgerufen werden. Ein niedrigschwelliger Austausch ist jedoch auch hier nicht möglich, da es keine Forumsfunktion gibt und die Plattform auf die Informationsweitergabe ausgelegt ist.



**Abbildung 2: WeChange-Plattform zum Forum Endlagersuche**

Ansicht der Startseite nach dem Login; Quelle: eigene Aufnahme

<sup>2</sup> Die Anwendung zur Einsicht der Teilgebiete der BGE ist unter [diesem Link](#) erreichbar.

<sup>3</sup> Teilgebiete befinden sich im tiefengeologischen Untergrund zwischen 300 und 1.500 Metern unter der Geländeoberflächenkante. Daher liegen Wohnorte über einem Teilgebiet.

<sup>4</sup> Die Endlagersuche-Infoplattform ist unter [diesem Link](#) erreichbar.

Auch die auf der Fachkonferenz Teilgebiete gewählte Gruppe zur Organisation der anschließenden partizipativen Folgeformate (zur Überbrückung der Beteiligungslücke zwischen Fachkonferenz Teilgebiete und den Regionalkonferenzen) hat den Versuch unternommen, eine niedrigschwellige Austauschplattform zu schaffen. Dazu wurde der Anbieter 'WeChange' genutzt, der eine Forumsstruktur bietet, anhand derer Mitglieder einen Terminkalender einsehen und Beiträge posten können. Bisher sind 88 Nutzer\*innen verzeichnet, jedoch gab es seit sieben Monaten keine neuen Beiträge mehr und seit Mitte September 2022 keine neuen Nachrichten im öffentlichen Chat – die Aktivität ist daher gering.

Obgleich – aber auch gerade wegen – der Vielzahl an Informationsplattformen und Austauschformate ist es für viele Teilnehmer\*innen herausfordernd, dem komplexen Verfahren zur Standortsuche für ein Endlager zu folgen. Dies zeigt sich einerseits in niedrigen Teilnehmerzahlen bei öffentlichen, partizipativen Veranstaltungen wie der Fachkonferenz Teilgebiete – zwischen 1.658 und 1.084 Teilnehmer\*innen im Verhältnis zur bundesdeutschen Bevölkerung (Schwarz et al. 2021a: 10f.), aber auch in der geringen Aktivität auf konsultativen Online-Plattformen (z.B. WeChange). So charakterisiert einige der gezeigten Plattformen, dass Informationen nur schwerlich zugänglich sind und häufig nur gefunden werden können, wenn Nutzer\*innen mit der Plattform vertraut sind. Gleichzeitig wird jedoch eine niedrigschwellige Kommunikation als Faktor gesehen, um Vertrauen in Lösungen für Themen zu ermöglichen, die sich durch unterschiedliche Risikowahrnehmungen auszeichnen (Wiedemann et al. 2021), bzw. Menschen in die Lage zu versetzen, sich selbst davon überzeugen zu können, ob sie staatlichen Stellen vertrauen und einen Endlagerstandort als sicher ansehen. Hierzu besteht demnach ein praktischer Forschungsbedarf, der mehrere Ansprüche vereint: Es bedarf einer niedrigschwelligen Plattform, die alle Informationen organisationsunabhängig bündelt und sinnvoll verknüpft und gleichzeitig auch der Möglichkeit für Menschen, die bisher keine Berührungspunkte mit dem Thema der Endlagerstandortsuche hatten, sich selbstständig in das Thema einzuarbeiten zu können. Dieser praktische und gesellschaftlich-relevante Forschungsbedarf wurde im Rahmen des TAP DIPRO aufgenommen und transdisziplinär mit aktivem Einbezug der DIPRO-Begleitgruppe (DBG) adressiert. Die DBG besteht aus insgesamt fünf Bürger\*innen, die für die Arbeit im TAP DIPRO zu Beginn des Projektes rekrutiert wurden. Die Rekrutierung erfolgte aus einem Pool von Personen, die sich im Anschluss an eine Umfrage, die im TAP TRUST durchgeführt wurde, für die Beteiligung in TRANSENS beworben hatten. Ergänzt wurde die Gruppe durch Personen aus dem weiteren ehrenamtlichen Kontext der Standortsuche, um das Geschlechterverhältnis anzupassen. Die Beteiligung der DBG an der Forschung im TAP DIPRO soll helfen, den wissenschaftlichen Blick für andere Perspektiven und Wissensformen zu öffnen. Die Möglichkeit einer WebGIS-Plattform als niederschwellige und vielseitig einsetzbare Kommunikationsplattform wurde bei der Arbeit mit der DBG analysiert. Die Abkürzung WebGIS steht für ein webbasiertes geographisches Informationssystem, welches eine Karte als Grundlage nimmt, um Informationen zu transportieren, gleichzeitig aber auch den bi- und multidirektionalen Austausch ermöglicht. Dieser wird dadurch ermöglicht, dass über Kommentare in einem Forum der Austausch zwischen mehreren Gesprächspartner\*innen geführt werden kann.

Der vorliegende TRANSENS-Arbeitsbericht ist wie folgt aufgebaut. Im nächsten Abschnitt wird das Verständnis von transdisziplinärer Forschung für diese Studie beschrieben. An-

schließlich wird der Forschungsstand zu partizipativen WebGIS (PPGIS = Public Participation GIS) aufgearbeitet und als Grundlage für die transdisziplinäre Studie operationalisiert. Darauf aufbauend wird die Entwicklung der Forschungsfragen und des Studiendesigns (transdisziplinäres *Co-Design*) sowie die eingesetzte Methodik erläutert, anhand derer die Ergebnisse der Studie generiert wurden. Anschließend findet eine selbstkritische Ergebnis- und Methodendiskussion statt, ehe im abschließenden Kapitel Konklusionen und mögliche Implikationen für den Standortsuchprozess für ein Endlager formuliert werden.

Dieser Arbeitsbericht zeichnet sich vor allem dadurch aus, dass die sogenannten nicht-akademischen Akteure im transdisziplinären Forschungsprozess auf Augenhöhe mit den sogenannten akademischen Akteuren<sup>5</sup> agieren konnten. Dieser Bericht wurde zwar von den genannten Autoren verfasst, jedoch wurde den Mitgliedern der DBG zu jedem Abschnitt die Möglichkeit eingeräumt, einen Kommentar zu schreiben. Diese wurden teilweise redaktionell leicht überarbeitet, jedoch nicht inhaltlich verändert, sodass das generierte Wissen bzw. die praktischen Erfahrungen der nicht-akademischen Akteure direkt eingeflossen sind. Durch diese Herangehensweise konnte auch in der Ergebnisgenerierung ein flach hierarchisches Verhältnis zwischen den akademischen Akteuren und den nicht-akademischen Mitgliedern der DBG gewahrt werden. Das präzise Verständnis von transdisziplinärer Forschung wird im folgenden Abschnitt dargelegt.

Dieser Bericht wurde im Sinne der transdisziplinären Arbeit in Kooperation zwischen den Forscher\*innen und der DBG erstellt. Zu diesem Zweck wurden alle Kapitel von den Mitgliedern der DBG gelesen und überarbeitet. Zusätzlich wird der Bericht am Ende jedes Kapitels durch Kommentare der DBG ergänzt. Die Kommentare wurden von den DBG Mitgliedern frei verfasst und sollen ihre ganz persönlichen Erfahrungen und Meinungen zu dieser td-Studie wiedergeben. Die Kommentare beziehen sich dabei auf das jeweils vorangestellte Kapitel. Alle Mitglieder der DBG haben die Kommentare verfasst, die nachgestellten Namen beziehen sich dabei auf den/die jeweilige Hauptideengeber\*in des Kommentars. Zum Abschluss der Kommentarchase verständigten sich die DBG-Mitglieder konsensual auf die Inhalte.

#### *Kommentar der DIPRO-Begleitgruppe*

Die Plattform „WeChange“ war für mich eine große Enttäuschung. Nach der großen Ankündigung hatte ich gedacht, das sei künftig die EINE Austauschplattform, auf der alle Infos zur Standortsuche zusammenlaufen. Tatsächlich ist dort Funkstille in Bezug auf die Standortsuche, und die wöchentliche Zusammenfassung der Beiträge zeigt Inhalte, die von unserem Thema meilenweit entfernt sind (Beispiel „Regionalgeld“).

Ein WebGIS wäre für mich allerdings auch kein (vollständiger) Ersatz für eine Plattform wie WeChange, weil nicht alle Informationen einen regionalen Bezug haben (Beispiel: Vorschläge der BGE zum Zeithorizont der Standortsuche). Ein WebGIS könnte allerdings ein Bestandteil der Plattform sein und durch den niedrigschwelligen, vielleicht sogar spielerischen Zugang den Zugang auch zu textlastigen Beiträgen erleichtern. (DBG #1)

---

<sup>5</sup> Zur Begriffsklärung von akademischen und nicht-akademischen Akteuren siehe Abschnitt 2 (Seite 12).

In dieser Anwendung (WebGIS) schlummert im Idealfall das Potenzial, die gesamtgesellschaftliche Motivation zur Partizipation zu erhöhen, sofern es gelingt, etwaige Hemmschwellen und Ressentiments zu reduzieren. Es bleibt jedoch festzuhalten, dass die Plattform als singuläres Instrument dieser Maxime nicht vollumfänglich gerecht werden kann, vielmehr dürfte sie ihr Potenzial erst im Zusammenspiel mit weiteren Partizipationsformaten entfalten. Solch ein kontinuierliches Erarbeiten und Modifizieren eines Konsenses vermag die gesellschaftliche Akzeptanz der Thematik zu erhöhen oder zumindest einen Beitrag dazu leisten, sich konstruktiv über diese auszutauschen. (DBG #2)

Wir, die nicht-akademischen Akteure, haben eine andere Herangehensweise uns einer Aufgabe zu nähern, respektive diese zu bearbeiten. Durch dieses (praxisbezogene) Vorgehen ergeben sich in der transdisziplinären Forschung bei dem gemeinsamen Arbeiten völlig andere Lösungswege und auch grundlegende Erkenntnisse. Es zeigt, dass die transdisziplinäre Forschung nicht nur funktioniert, sondern sich auch als zukunftsfähiges Instrument entwickelt. (DBG #3)

## 2. Transdisziplinärer Forschungsansatz

Um neue Einblicke in die skizzierte Forschungslücke einzubringen, wurde ein transdisziplinärer Forschungsansatz gewählt. Im Projekt TRANSENS bestehen zwei ständige Bürgerbegleitgruppen, die über die gesamte Projektlaufzeit als nicht-akademische Akteure an der Forschungsarbeit teilhaben. Dabei umfasst deren Teilhabe im Sinne der *school of engagement* (Lawrence et al. 2022) das aktive Mitwirken an der Konzeption von Forschungsarbeiten (*Co-Design*) sowie die Produktion von Ergebnissen (*Co-Produktion*). Dieser Ansatz bietet sich aufgrund von systemischen Unsicherheiten und entsprechenden Entscheidungsspielräumen an (Funtowicz und Ravetz 1993): Für den Fall der Endlagerung bedeutet dies, dass die inhärenten Unsicherheiten, die sich aus den langen Zeiträumen (1 Mio. Jahre Endlagerzeitraum), geologischen Veränderungen im Wirtsgestein sowie gesellschaftlichen Transformationen Entscheidungen getroffen werden, die nicht zwangsläufig Sicherheit bis ins letzte Detail garantieren können. Die sich ergebenden Entscheidungsspielräume erfordern daher eine Erweiterung über das akademische Wissen hinaus, auf alltägliches, disperses Wissen, wie es bspw. Bürger\*innen beitragen können, denn es geht nicht nur um eine wissenschaftsbasierte Entscheidung für einen Entsorgungspfad, sondern auch um ethische Abwägungen, wie mit dem öffentlichen Ungut der hochradioaktiven Abfälle umzugehen ist (Themann 2022). Transdisziplinarität wird generell als kritischer und selbstreflexiver Ansatz verstanden, bei dem eine Verbindung zwischen gesellschaftlichen Herausforderungen und wissenschaftlichen Fragestellungen hergestellt wird (Jahn et al. 2012). Dabei geht die transdisziplinäre Forschung über sogenannte *Citizen Science* Herangehensweisen (vgl. Silvertown 2009) hinaus, insofern die Einbindung in den gesamten Forschungsprozess aktiv ist und nicht nur auf die Durchführung von wissenschaftlichen Datenerhebungen durch wissenschaftsexterne Akteure abzielt.

Zu Beginn bedarf es einer wichtigen Begriffsklärung: Innerhalb der transdisziplinären Literatur gibt es keinen einheitlichen Begriff für die Bezeichnung der unterschiedlichen Akteure, die an der Forschung beteiligt sind. Lawrence et al. (2022) nutzen die Begriffe der akademischen und nicht-akademischen Akteure. Diese zunächst trennscharf anmutenden Kategorien sollen dabei zwischen den akademischen Akteuren, die aktiv an einer Universität oder an einem Forschungsinstitut forschen, und den nicht-akademischen Akteuren, die bspw. aus der Zivilgesellschaft stammen, unterscheiden. Akteure, die als nicht-akademisch bezeichnet werden, können jedoch trotzdem an einer Universität forschen (jedoch in einem anderen Kontext), über einen akademischen Titel verfügen oder aber an einer Universität sozialisiert worden sein. Gleichzeitig suggeriert der Begriff jedoch eine vollkommene Abstinenz solcher Akteure vom universitären System: Dies ist bei transdisziplinärer Endlagerforschung jedoch fast unmöglich, denn viele Praxisakteure haben studiert und akademische Abschlüsse erlangt. Dies gilt auch für die Begleitgruppenmitglieder, die intensiv in die Forschung involviert wurden, jedoch kann das Studium und somit die akademische Sozialisierung auch in einem Fach ohne direkte Berührungspunkte zur nuklearen Entsorgung passiert sein. Auch wenn wir uns im Folgenden auf die Begrifflichkeiten von Lawrence et al. (2022) beziehen, sei festgehalten, dass wir diese lediglich nutzen, um den Unterschied zwischen den beiden Autoren (akademische Akteure) und den transdisziplinären Akteuren aus der Begleitgruppe und den Praxisakteuren aus dem laufenden Verfahren (nicht-akademische Akteure) zu zeigen.

Hennen et al. (2004) sehen ein Alleinstellungsmerkmal von transdisziplinären Forschungsansätzen darin, dass nicht-akademische Akteure die Möglichkeit haben, ihre alltäglichen Erfahrungen und privaten Wissensbestände in einen methodengeleiteten Forschungsprozess einzubringen. Die gemeinsame Genese von Forschungsergebnissen (*Co-Produktion*) kann so durch neue Ideen, Perspektiven und Wissensbestände erweitert werden (Jasanoff 2010). Gibbons (2000) postuliert dazu, dass durch Transdisziplinarität kontext-sensibles Wissen erzeugt werden kann. Dabei ist gemeint, dass eine ‚Praxistauglichkeit‘ des erzeugten Wissens auch außerhalb von laboratorischen Räumen gegeben ist. Auch Henze (2021) beschreibt einen Wissenszuwachs durch den Einbezug nicht-akademischer Akteure in Form von neuen Problemverständnissen, Zielen und Handlungsimpulsen. Grundvoraussetzung für einen gelingenden Wissenszuwachs durch einen transdisziplinären Forschungsansatz ist daher die aktive Einbindung von nicht-akademischen Akteuren (Hoffmann et al. 2017). In der td-Forschung werden unterschiedliche Methoden und Werkzeuge eingesetzt, um das Einbinden verschiedenster Akteure in unterschiedlichen Phasen der Forschung zu ermöglichen (Bergmann 2010; Defila, Di Giulio 2019). Viele der Methoden sind nicht exklusiv nur auf transdisziplinäre Forschung anwendbar und wurden aus anderen Bereichen (sowohl Forschung als auch Praxis) übernommen, wie beispielsweise das Design Thinking, die Barcamp Methode oder Delphi Studien. Für die td-Arbeit müssen diese Werkzeuge adaptiert und gegebenenfalls modifiziert werden, um den projektspezifischen Herausforderungen gerecht zu werden (Bergmann 2010).

Um eine gesellschaftliche Relevanz der Forschungsergebnisse zu gewährleisten, beziehen wir uns im Folgenden auf die *Ten Steps* von Pohl et al. (2017). Die Autoren beschreiben dabei einen reflexiven Forschungsprozess, der wissenschaftliche Fragestellung mit gesellschaftlich relevanten Herausforderungen verbindet<sup>6</sup>. In ihrem Beitrag schildern Pohl et al. einen zehnstufigen Prozess, anhand dessen konstant geplant und evaluiert wird, wie der transdisziplinäre Einbezug der nicht-akademischen Akteure vonstattengeht und wie sich das Verhältnis zu den akademischen Akteuren gestaltet. Darüber hinaus hilft die Herangehensweise, sich an verschiedenen Haltepunkten zu vergewissern, ob die konsultierten Akteure ausreichend sind, um die gewählte Forschungsfrage angemessen bearbeiten zu können, oder ob eine Ausweitung der involvierten Akteure (v. a. aus dem nicht-akademischen Bereich) weiterhin notwendig ist. Der konkrete Einsatz der *Ten Steps* und die Beantwortung der dabei gestellten Fragen werden in Abschnitt 4 ausführlich beschrieben.

#### *Kommentar der DIPRO-Begleitgruppe*

Als nicht-akademischer Akteur im engeren Sinn (keine Forschung oder Sozialisation an einer Universität, kein akademischer Titel) empfinde ich die transdisziplinäre Zusammenarbeit als sehr wertschätzend und jederzeit „auf Augenhöhe“ mit den wissenschaftlichen Akteuren. Es hat allerdings lange gedauert, bis ich erkennen konnte, worin der Wert meiner Mitarbeit liegt. Da ich noch nie in einem transdisziplinären oder wissenschaftlichen Projekt mitgearbeitet hatte, war ich skeptisch, ob ich tatsächlich einen Beitrag leisten kann, der

---

<sup>6</sup> Vergleich hierzu: Definition von transdisziplinärer Forschung in der Vorhabensbeschreibung von TRANSENS (Kapitel 2), abzurufen unter [diesem Link](#).

über einen Test mit Laien ohne Vorkenntnisse hinausgeht. Diese Skepsis ist beseitigt. (DBG #1)

Die im Verlauf der Kooperation durch kontinuierliche Thematisierung erfolgte Aufweichung der initialen Grenzziehung zwischen Akademikern und Nicht-Akademikern stellt ein wertvolles Resultat dieses Projektes dar, führt sie immerhin vor Augen, dass ein jedes motiviertes Individuum vollumfänglich dazu in der Lage ist, in einem wissenschaftlichen Projekt adäquat zu wirken, sofern in einer Sphäre der gegenseitigen Wertschätzung agiert wird. Zu Beginn des Projektes wirkte die Unterteilung in zwei Gruppierungen (Forscher\*innen und Begleitgruppe) durchaus beunruhigend und mitunter (subjektiv) bewertend, wobei dies primär etwaigen Unsicherheiten geschuldet sein dürfte, da sich die jeweiligen Gruppenmitglieder lediglich oberflächlich kannten. Da sich im weiteren Verlauf jedoch die individuellen Kompetenzen und Präferenzen immer filigraner manifestierten, nahm die Bedeutung etwaiger akademischer Titel kontinuierlich ab, sodass die eigentliche Zusammenarbeit an den jeweiligen Fragestellungen zur obersten Priorität wurde. (DBG #2)

„Um eine gesellschaftliche Relevanz der Forschungsergebnisse zu gewährleisten, beziehen wir uns im Folgenden auf die *Ten Steps* von Pohl et al. (2017). Die Autoren beschreiben dabei einen reflexiven Forschungsprozess, der wissenschaftliche Fragestellung mit gesellschaftlich relevanten Herausforderungen verbindet.“

Ich erlaube mir einmal eine Änderung der obigen Aussage der ziemlich exakt meine Ansicht beschreibt.

Es handelt sich um einen reflexiven Forschungsprozess, der wissenschaftliche Fragestellung mit gesellschaftlich relevanten *Erfahrungen* verbindet.

So ist mein Empfinden.

Am Anfang unserer gemeinsamen Forschungsreise konnte ich mir ehrlicherweise nicht genau vorstellen, in welche Richtung alles geht. Schon bei unserem ersten gemeinsamen Treffen (Corona geschuldet online) war ich überrascht von der Natürlichkeit (Offenheit), mit der man sich begegnete und die Begegnung auf Augenhöhe verfestigte sich tiefer, selbstverständlicher. Heute darf ich mit Recht sagen, dass wir (DBG, nicht-akademische Akteure) eine homogene Gruppe bilden. Wir arbeiten eigenverantwortlich in verschiedenen Ebenen und ich darf sagen, dass sich ein tiefes Vertrauen entwickelt hat. Die transdisziplinäre Forschung ist nach meiner Erkenntnis für viele Projekte geeignet und hat ein großes Potenzial. (DBG #3)

### 3. Stand der Forschung – partizipatives WebGIS

Ein WebGIS verfolgt primär das Ziel, räumliche Daten auf unterschiedlichen Ebenen darzustellen und deren Beziehung sichtbar zu machen. Dabei können Informationen von Nutzer\*innen selbstständig zugeschaltet werden, sodass die Ansicht von Informationen nutzerabhängig ist. Brown und Fagerholm (2015) stellen vor allem den Raumbezug in den Vordergrund, der ein WebGIS von anderen Austauschplattformen unterscheidet. In der Literatur wird außerdem auch häufig der Begriff des *participatory mapping*, dem gemeinschaftlichen Kartieren, verwendet. Dabei geht der englische Begriff jedoch über die Bedeutung des bloßen Kartierens hinaus, da durch diese Tätigkeit gemeinsam neue räumliche Fakten und Beziehungen geschaffen werden und neue räumliche Bezugsebenen entstehen können.

Der Einbezug von Menschen aus jeglichen Bevölkerungsteilen stellt eine Grundprämisse eines WebGIS dar (Brown und Kyttä 2018), dies können bspw. marginalisierte Menschen sein und genauso auch interessierte Laien, Schüler\*innen und Student\*innen, sowie Geolog\*innen und Unternehmer\*innen. Der Vielfalt an integrierbarer Perspektiven sind keine Grenzen gesetzt. Brown und Kyttä (2018) beschreiben, dass der WebGIS Aufschwung vor allem mit der Einsicht korreliert, dass der Einbezug von räumlich verortetem Laienwissen dabei helfen kann, komplexe Herausforderungen im Bereich von Landnutzung zu adressieren. Vor diesem Hintergrund definieren Brown und Kyttä (2018, S. 1) die Haupteigenschaft von gemeinschaftlichen Kartieranwendungen als menschliche Interaktionen, um Wissen zu kommunizieren, Erfahrungen und Bestrebungen zu teilen und diese dabei in Karten festzuhalten. Nummi (2018) betont hierbei vor allem, dass Laien ihre Erfahrungs- und Wissensbestände einbringen können, was im Kontrast zu rein technokratischen Verfahren steht. Dies bedarf jedoch der nicht-diskriminierenden Zugänglichkeit für alle Akteure (Rzeszewski und Kotus 2019). In der weiterhin gebräuchlichen Bezeichnung PPGIS (*Public Participation GIS*) tauchen zusätzlich die beiden Aspekte der Öffentlichkeit und der Partizipation auf. Während diese häufig als Token<sup>7</sup> genutzt werden, verweisen Schlossberg und Shuford (2005) darauf, dass diese ernsthaft berücksichtigt werden müssen, damit ein WebGIS den selbstgesetzten Zweck erfüllen kann und nicht nur eine zusätzliche Anwendung darstellt, die zur Scheinpartizipation beiträgt.

Ein WebGIS kann sein volles Potenzial an der Schnittstelle von gesellschaftlichen und technischen Fragestellungen entfalten (Rzeszewski und Kotus 2019). Vor allem bei kleinräumigen Fragestellungen stellen Brown und Kyttä (2018) fest, dass die Integration von lokalem Wissen helfen kann, komplexe Fragestellungen anders zu betrachten, dabei neue Perspektiven zu eröffnen und Wissen zu erfassen, das für zentrale Planungsstellen (bspw. Projektierer oder Behörden der Raumplanung) nur schwer erhebbbar ist. Nummi (2018) beschreibt diesen Vorgang als *Crowdsourcing*, d. h., die Menge als Informationsquelle heranzuziehen. Eine Grundvoraussetzung, um lokales Wissen in solchen Anwendung zu sammeln, ist die offene Verfügbarkeit von Informationen (Marti et al. 2019). Hierzu ist es notwendig, die Informationen nachvollziehbar zu präsentieren.

---

<sup>7</sup> Als Token wird eine Geste mit geringem praktischem Effekt verstanden.

Um tatsächlich einen Effekt entfalten zu können, ist es für die Nutzung eines WebGIS notwendig, dass dieses sinnvoll und mit Ziel in die Agenda eines Verfahrens eingebunden ist und von den Entscheidungsträgern akzeptiert wird. In komplexen Verfahren kann ein WebGIS somit zu Verfahrensgerechtigkeit beitragen, als Schnittstelle zwischen Planungsverfahren und (sogar emotionalen) räumlichen Einwänden sowie Anregungen von lokal ansässigen Menschen (Denwood et al. 2021). Wenn ein WebGIS zum gleichberechtigten Beitragen unabhängig von der Person führt, dann verstärkt dies die prozedurale Gerechtigkeit (Prado et al. 2021). Darüber hinaus kann es die epistemische Gerechtigkeit steigern, beispielsweise durch das anonyme Beitragen, um Vorurteile beim Einbringen von Informationen zu egalisieren (vgl. Fricker 2007).

Um jedoch den hohen Anspruch der Verbesserung von Verfahrensgerechtigkeit erzielen zu können und eine sinnvolle Ergänzung zu bestehenden Kommunikations- und Austauschplattformen darzustellen, wurden bereits verschiedene Faktoren identifiziert, die zum sinnvollen Einpflegen solcher Plattformen in bestehende Strukturen beitragen: Schlossberg und Shuford (2005) beschreiben einfache Kommunikation über den Inhalt, Nutzbarkeit und Zweck eines WebGIS als eine Grundbedingung. Durch klare und leicht verständliche Kommunikation kann sich ebenfalls das Vertrauen in die Anwendung selbst erhöhen und ein Beitrag zur Konfliktminimierung geleistet werden (Rall et al. 2019). Dies gilt vor allem für technische Herausforderungen, wie sie die Standortsuche für ein Endlager mit sich bringen. Durch ein niedrighwelliges WebGIS kann der monodirektionale Informations- und Kommunikationsfluss aufgebrochen werden, sodass eine Ermächtigung der Prozessteilnehmer\*innen entstehen kann. Die Sinnhaftigkeit eines WebGIS ist zusätzlich von der Nutzung abhängig. Wird dieses häufig und intensiv genutzt – vor allem auch über längere Zeiträume –, kann solch eine Anwendung einen hohen Mehrwert (bspw. als Dokumentationsplattform) entfalten. Rzeszewski und Kotus (2019) stellen hierzu fest, dass der Wille zur Nutzung von partizipativen Webtools generell als hoch einzustufen ist. Dieser Effekt hat sich durch die Corona-Regelungen (vgl. Lehrer et al. 2020), insbesondere in den Phasen des *Social Distancing* verstärkt, während denen private und berufliche Treffen auf ein Minimum reduziert werden mussten. Dazu wurden vermehrt virtuelle Angebote zur Deliberation geschaffen wodurch sich viele Menschen bereits an derartige Plattformen gewöhnt haben (Chwalisz 2021).

WebGISe werden bereits vielfältig zur räumlichen Datensammlung im Kontext komplexer Herausforderungen eingesetzt: Marti et al. (2019) beschreiben den Einsatz einer solchen Anwendung als Informationsplattform bezüglich seismischer Risiken (z. B. Erdbeben). Für die Schweiz beschreiben die Autor\*innen dabei, wie ein WebGIS genutzt werden kann, um möglichst niedrighwellig zu sein. Dabei stellen sie jedoch fest, dass, obwohl den generellen Empfehlungen anderer Studien gefolgt wurde (bspw. bezüglich Transparenz, leichter Sprache etc.), das Verständnis von komplexen Sachverhalten allein durch eine virtuelle Kartenanwendung herausfordernd bleibt. Ein partizipatives WebGIS geht jedoch über diesen Nutzen hinaus: Gottwald et al. (2021) beschreiben eine Fallstudie, in der ein WebGIS genutzt wurde, um die Gestaltung einer regionalen Flusslandschaft zu verbessern. Sie stellen fest, dass der Prozess des gemeinschaftlichen Kartierens auf regionales Interesse gestoßen ist und dass Diskussionen um die Bedeutung der Landschaft initiiert wurden, wodurch mehr räumliches Bewusstsein und Verständnis bei den Teilnehmer\*innen geschaffen wurden. Walkobinger und Tauch (2018) präsentieren einen Werkstattbericht des

Projektes SUEDLINK, bei dem eine Stromtrasse von Nord- nach Süddeutschland geplant wird. In dem partizipativen WebGIS konnten Bürger\*innen aus Deutschland den geplanten Korridor der Trasse einsehen und beitragen, ob sie etwas über die landschaftliche Genese, etwaige Elemente in der Kulturlandschaft, menschliche Relikte oder ähnliches wissen, was im Verhältnis zur geplanten Trasse steht. Diese Hinweise wurden transparent verarbeitet, sodass eingesehen werden konnte, wie der Hinweis eingestuft wurde (Relevanz für den Trassenbau). Zusätzlich wurden die unterschiedlichen Planungsstände als räumliche Ebenen eingespeist, sodass der Projektverlauf nachvollzogen werden konnte. Ein weiteres konkretes Beispiel wird von Morse et al. (2020) untersucht: Im US-Kontext haben sie aufgezeigt, wie ein partizipatives WebGIS zur Bewertung von Vulnerabilität im Kontext des steigenden Meeresspiegels genutzt wird, und konkludieren, dass solche Anwendungen wertvollen Input für Planungsstellen liefern können. Auch immaterielle Verortungen können mithilfe eines partizipativen WebGIS vorgenommen werden: Nummi (2018) zeigt in einer Fallstudie, dass sogar Werte in einer Landschaft verortet werden können. Dies birgt eine praktische Relevanz für den Umgang mit Stätten kulturellen Erbes.

Trotz der vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten besteht weiterhin noch Forschungsbedarf im Bereich der partizipativen WebGIS. Denwood et al. (2022) stellen fest, dass bisherige Studien relevante Details zum Prozess der Dateneingabe und -sammlung ausgespart haben und daher eine Replizierbarkeit herausfordernd ist. Darüber hinaus gibt es bisher nur sehr wenige Studien, in denen das WebGIS unter Beteiligung von nicht-akademischen Akteuren entworfen wurde und somit transdisziplinär entstand. Huang und London (2016) beschreiben ihre Studie zwar als transdisziplinär, dies ist jedoch hauptsächlich auf die Art der Wissensgenese zurückzuführen, die an die gesammelten Daten aus dem partizipativen WebGIS anschließt und somit lediglich auf die *Co-Produktion* im Rahmen der Anwendung. Während es in der wissenschaftlichen Literatur, die sich mit partizipativen WebGIS auseinandersetzt, als gegeben angesehen wird, dass Menschen räumliche Eingaben zu Fragestellungen an der Oberfläche beitragen können, ist in dieser Studie eine zusätzliche Herausforderung, dass ein Endlager für hochradioaktive Abfälle in Deutschland mindestens in einer Tiefe von 300 Metern unter der Oberflächenkante errichtet werden soll. An der Oberfläche werden verschiedene Installationen stehen, z. B. ein Eingangslager oder eine Verpackungsanlage, die ebenfalls eine gewisse Raumwirkung entfalten (vgl. Neles 2022), jedoch wird der Bereich, der die hochradioaktiven Abfälle einschließt, tiefengeologisch verortet sein. Um tiefengeologische Information abzubilden können sowohl 3D als auch 2D Ansichten verwendet werden (Nolde et al. 2016). Je nach Zielgruppe ist die Erfahrung mit dem Umgang von Karten ein wichtiger Faktor bei der Entscheidung wie komplexe Information dargestellt werden sollten. Bei der Arbeit mit Bürger\*innen hat sich gezeigt, dass 3D Information nicht unbedingt intuitiver zu interpretieren sind, als 2D Informationen (Lafance et al. 2019). Hier besteht demnach eine Forschungslücke, die im Rahmen dieser transdisziplinären Studie adressiert wird.

#### *Kommentar der DIPRO-Begleitgruppe*

Trotz tiefengeologischer Verortung werden wohl die meisten Menschen ein Risiko oder konkrete Beeinträchtigungen an der Oberfläche sehen. Deshalb ist in meinen Augen ein WebGIS auch für die Endlagerstandortsuche ein geeignetes Instrument. (DBG #1)

Soll das WebGIS solch einem Auftrag gerecht werden, so stellt sich zudem die Frage, wie es gelingen kann, ein größtmögliches Publikum zur aktiven sowie kontinuierlichen Partizipation zu motivieren. An dieser Stelle scheint eine präferierte Heterogenität des Publikums in gewissem Antagonismus zu der Art zu stehen, wie innerhalb dieser Anwendung interagiert werden kann. Es wird von entscheidender Relevanz sein, auf eine fachliche Art mit den Interessenten zu interagieren, die einerseits der fachlichen Dimension der Thematik gerecht wird, gleichzeitig jedoch andere potenzielle Nutzer\*innen nicht abschreckt. Aus diesem Grund wäre eine Symbiose zwischen einem WebGIS und anderen Plattformen absolut indiziert. (DBG #2)

Es gibt einige Projekte/ Themen für das WebGIS die hervorragend geeignet wären. Die Versorgung der gesamten BRD mit einem Leitungsnetz für alternative Energien. Die Veränderungen des Landes durch den Klimawandel und daraus resultierend auch den Meeresspiegelanstieg der ja nach Hochrechnungen über hunderte km ins Landesinnere verlagert wird. Hier kann man ziemlich eindrucksvoll die Auswirkungen darstellen. Nur um mal Beispiele zu nennen. (DBG #3)

## 4. Studiendesign & Methoden

Motiviert wurde die WebGIS Studie durch den disziplinären Hintergrund der Forscher\*innen, erste Einblicke in das laufende Standortsuchverfahren und die Vorhabensbeschreibung des TRANSENS Projektes. Den methodischen Fokus auf einen transdisziplinären Forschungsansatz zu legen, wurde durch den Anspruch des TRANSENS Projektes induziert, welches explizit transdisziplinäre Forschung leisten möchte. Das grundlegende Vorgehen in Form von online stattfindenden Workshops wurde unter anderem durch die Tatsache bedingt, dass die Studie während der COVID-19 Pandemie durchgeführt wurde. Das methodische Herangehen in den verschiedenen Phasen der WebGIS Studie wird in diesem Kapitel detailliert beschrieben.

Grundlegend wurde das Studiendesign mit den nicht-akademischen Akteuren der DBG entworfen und geht auf verschiedene Workshops zurück, in denen die Forschungsfrage und das Studiendesign entwickelt sowie weiterführende Fragen diskutiert wurden. Hier sei jedoch angemerkt, dass die Initiierung des Projektes auf die beiden akademischen Akteure zurückgeht und hierbei lediglich mit der DBG abgestimmt und reflektiert wurde. Auch Eingaben zur wissenschaftlichen Analyse und Methodik wurden weitestgehend von den akademischen Autoren geleistet, jedoch jeweils in enger Abstimmung und unter Beteiligung der nicht-akademischen Akteure. Es wurden weitere nicht-akademische Akteure eingebunden. Dies geschah u.a. aufgrund von deren Praxisnähe und den damit verbundenen Erfahrungen, die als bereichernd für die *Co-Produktion* der Web-GIS Anwendung angesehen wurde.

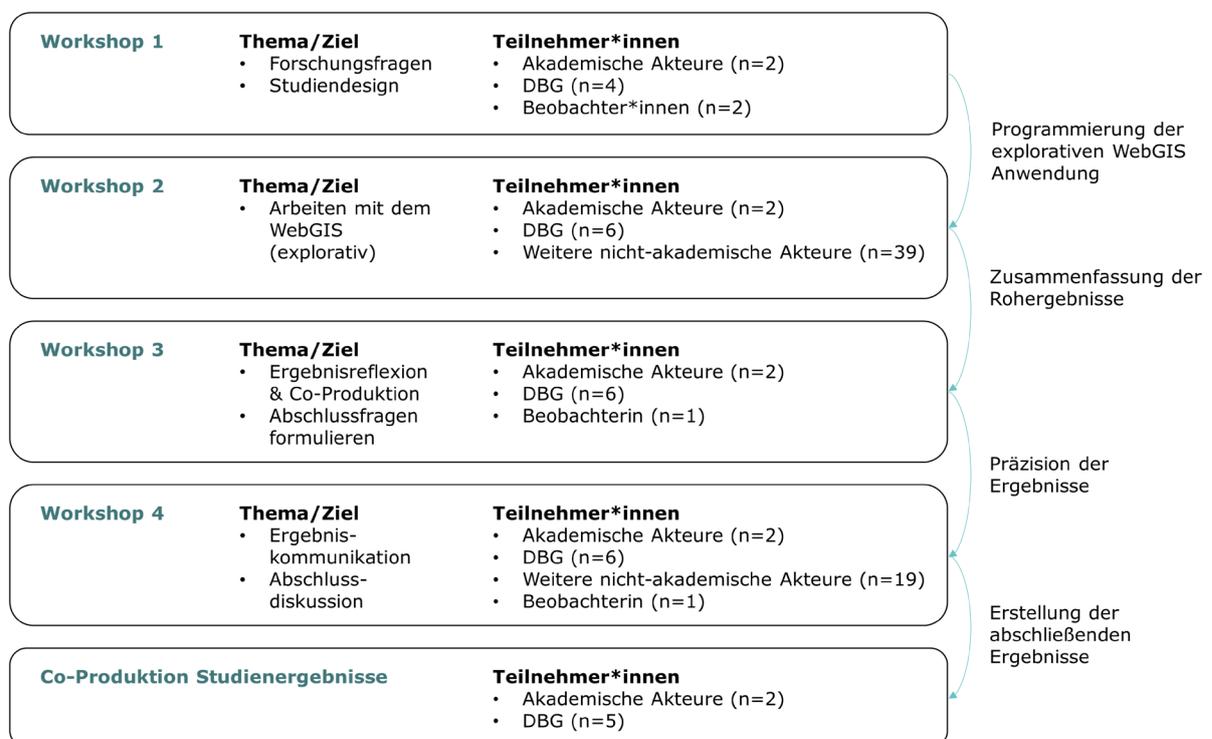
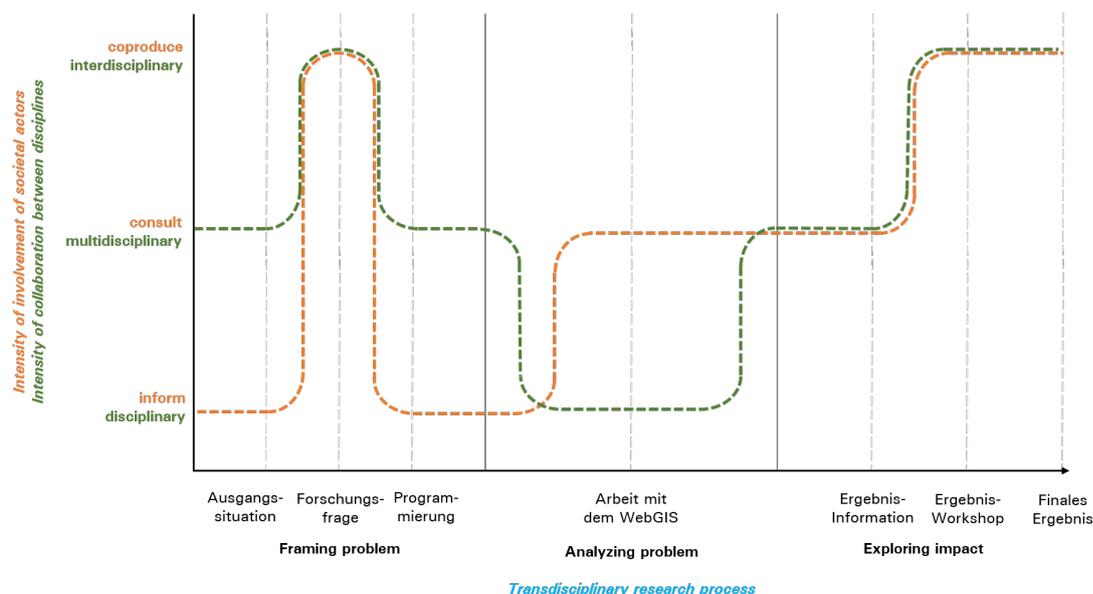


Abbildung 3: Studienablauf mit Themen und Teilnehmer\*innen

Quelle: eigene Darstellung

Die transdisziplinäre Studie wurde in fünf Schritten durchgeführt (Abbildung 3). Alle Workshops, die im Rahmen der Studie veranstaltet wurden, fanden virtuell statt. In einer vorgelagerten kurzen Sitzung wurde das Interesse der DBG erfragt. Dadurch wurde geprüft, ob die Konzeption und Untersuchung eines partizipativen WebGIS eine praktische Relevanz für das laufende Standortauswahlverfahren haben kann.

Wie sich das Verhältnis von trans- über inter- zu disziplinärer Arbeit im Verlauf der WebGIS Studie darstellte ist in Abbildung 4 veranschaulicht. In den drei Phasen (Problem-Framing, Analyse und Auswirkungen erforschen) variierten die Tätigkeiten stark und dementsprechend auch die Beteiligung der verschiedenen td-Partner. Der Verlauf der Grafen, welche die Arbeiten der Forscher\*innen (grün) und die Arbeiten der weiteren td-Akteure (orange) abbilden, zeigt, dass in den Phasen des Problem-Framings und der Betrachtung der Auswirkungen das stärkste Maß an Co-Produktion und interdisziplinärer Arbeit stattfand. Insbesondere die Ausarbeitung der Forschungsfragen und die Ergebnisworkshops stechen hier hervor. In den übrigen Abschnitten der Studie sind zunächst der Forscher\*innen bei der Planung und Implementierungen stärker involviert gewesen, während bei der folgenden Arbeit mit dem WebGIS der konsolidierende Beitrag der td-Partner hervortritt. Den Ablauf der einzelnen Phasen wird im Folgenden detailliert erläutert.



**Abbildung 4: Funktional-dynamische Herangehensweise (Ten Steps) im Studienverlauf**

Quelle: eigene Darstellung, basierend auf Pohl et al. (2017)

## 4.1. Workshop 1

Im ersten Workshop (Dauer drei Stunden) wurden Aspekte der Forschungsfrage erarbeitet und Schwerpunkte für die praktische Arbeit mit einem WebGIS gesetzt. Als transdisziplinäre Methode wurde das *Design Thinking* angewandt (Pearce 2020): Hierbei wurden an der Formulierung der Herausforderung gearbeitet, gleichzeitig aber auch Anforderungen über die kollaborative Anwendung Miro gesammelt und konsolidiert. Miro<sup>8</sup> ist ein virtuelles

<sup>8</sup> Weiter Informationen zu Miro finden Sie unter [diesem Link](#).

Whiteboard Tool, mit dem Textbausteine platziert und in Verbindung gesetzt werden können. Das Design Thinking bietet sich zur Erarbeitung von Forschungsfragen in transdisziplinären Settings an, da es erlaubt, die Problemstellung auch grundlegend zu ändern und einen neuen Fokus auf eine gesellschaftlich relevante Fragestellung zu richten. Die Ergebnisse sind im Anhang (Abschnitt 3 und 4) einsehbar.

Die exakte Ausformulierung der Forschungsfragen erfolgte durch die akademischen Akteure auf Basis der Elemente, die gemeinsam mit der DBG festgelegt wurden. Die konkreten Formulierungen wurden durch die DBG reflektierend bestätigt. Die erarbeiteten Forschungsfragen (FF) lauten:

1. Welche Rolle kann ein WebGIS potenziell im technisch-geologischen Standortsuchprozess für ein Endlager einnehmen? (FF1)
2. Inwieweit ermöglicht ein WebGIS für verschiedenste Bevölkerungsgruppen eine niedrigrschwellige Nutzung? (FF2)
3. Inwieweit kann Dialog zur Standortsuche für ein Endlager durch ein WebGIS ermöglicht werden? (FF3)

Der Fokus der Analyse wurde auf die folgenden Aspekte festgelegt:

- Anonymität
- Moderation
- Evaluation zur Nutzungsgruppe (Alter, Geschlecht, fachlicher Hintergrund)
- Funktionalität

Die Analysefokuse wurden folgendermaßen in die Studie und die übergeordneten Forschungsfragen integriert: Der Aspekt zur Anonymität ist vor allem in Bezug auf die FF3 relevant. Dabei stellte sich während des Workshops 1 die nicht abschließend beantwortbare Frage, inwieweit ein Vertrauensverhältnis im Rahmen der Anonymität hergestellt werden kann. Es wurde die These aufgestellt, dass Wissen über den fachlichen und persönlichen Hintergrund von Beitragenden wichtig sein kann, um deren Aussagen Vertrauen zu schenken. Ein weiterer wichtiger Aspekt, der als Analysefokus herausgearbeitet wurde, ist die Moderation. Es besteht im Rahmen der Endlagerstandortsuche ein nicht moderierter Mailverteiler, der nach dem ersten Beratungstermin der Fachkonferenz Teilgebiete eingerichtet wurde<sup>9</sup>. Aufgrund fehlender Moderation und fehlender Richtlinien inhaltlicher und kommunikativer Art ergaben sich Diskussionen, aufgrund derer sich einige Mitglieder der Mailingliste zum Austritt entschieden. Auch die Beispiele aus der Literatur, z. B. Walkobinger und Tauch (2018), haben gezeigt, dass eine gezielte Moderation einen positiven Effekt auf die Effizienz und den zielgerichteten Austausch im Rahmen eines partizipativen WebGIS hatte. Für das *Co-Design* der Studie legten die Teilnehmer\*innen von Workshop 1 dennoch fest, dass über den Aspekt der Moderation lediglich eine Diskussion stattfinden sollte. Diese Entscheidung basiert auf dem explorativen Studiendesign, welches eine Untersuchung der Moderation einer solchen Plattform nicht ermöglichte. Erstens war durch die Experimentdauer von ca. einer Stunde nicht damit zu rechnen, dass es zu kontroversen Diskussionen kommen würde, die einer Moderation bedürften. Zweitens war davon auszugehen, dass das Setting des Experiments, in dem die Teilnehmer\*innen persönlich eingeladen wurden,

---

<sup>9</sup> Der Mailverteiler heißt «vernetzung@fachkonferenz.web4all.de».

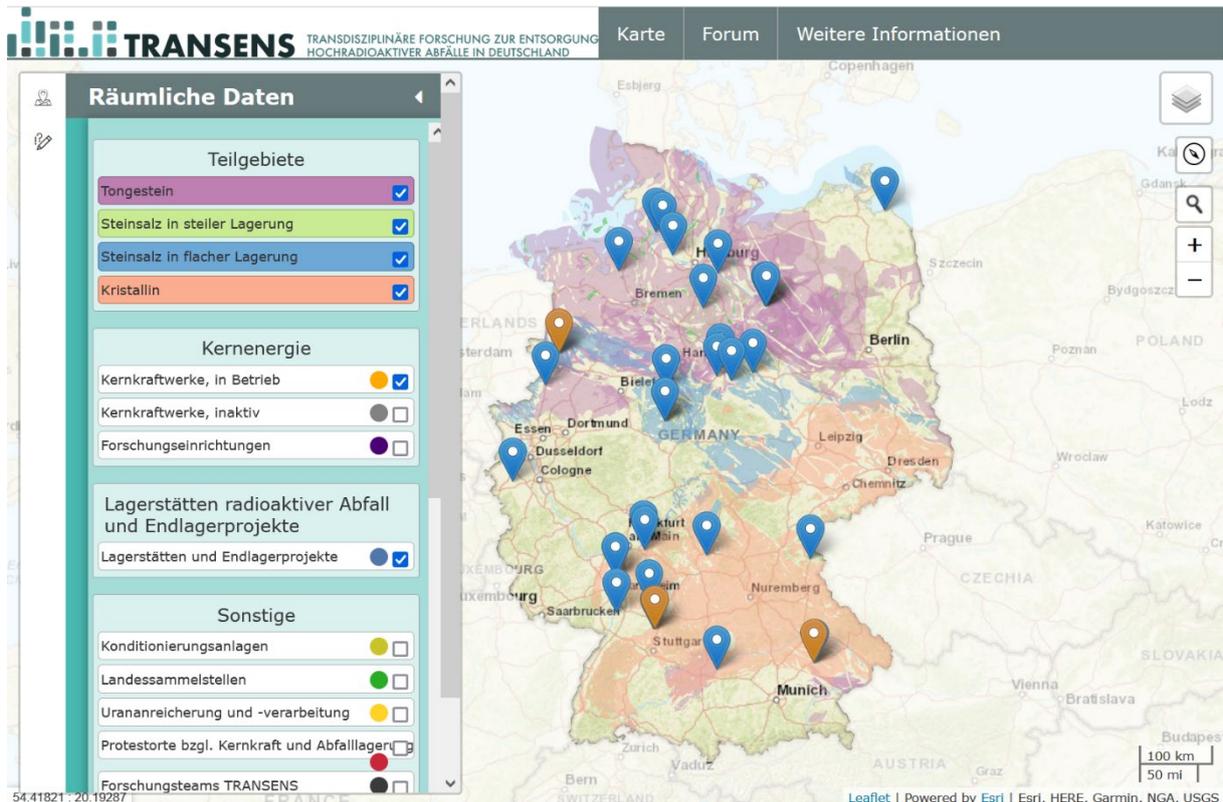
das Konfliktpotenzial senken würde. Das explorative WebGIS, das in Workshop 2 zur Anwendung kam, wurde von den beiden akademischen Akteuren entwickelt, programmiert und mit Daten angereichert. In Workshop 1 wurden v. a. von den nicht-akademischen Akteuren Wünsche und Vorstellungen geäußert, welche räumlichen Daten als relevant angesehen werden. Dies wurden dann von den akademischen Akteuren in die Anwendung eingepflegt. Eine Erklärung der Daten wurde nicht beigefügt, sondern lediglich ein Verweis auf die Quelle der jeweiligen Datensätze. Zusätzlich wurde über die Möglichkeit der Partizipation im Rahmen eines WebGIS diskutiert. Nachdem den nicht-akademischen Akteuren die BGE-Anwendung (Abbildung 1) vorgestellt wurden, fand anhand dieser eine Diskussion statt. Für das explorative WebGIS wurde festgelegt, dass ein Forum notwendig sei, in dem Beiträge von Nutzer\*innen sofort erscheinen. Damit sollte dem Eindruck vorgebeugt werden, dass mit den eigenen Eingaben nichts passiert, und Transparenz für den Informationsfluss geschaffen werden.

Um die gesellschaftliche Relevanz sicherzustellen, wurden im Workshop 1 ebenfalls die von Pohl et al. (2017) vorgestellten *Ten Steps* durchlaufen. Hier wurde festgelegt, zu welchem Zeitpunkt welche Akteure (auch aus dem laufenden Standortauswahlverfahren) zusätzliche zu der DBG im Verlauf der Studie integriert werden müssen. Vor allem Akteure aus den Behörden und Gesellschaften BASE und BGE wurden als relevante Praxisakteure angesehen. Grund dafür war insbesondere die Annahme, dass bei einer späteren Implementierung eines WebGIS im Verfahren der Standortsuche diese Akteure mit den Ergebnissen aus den Eingaben im WebGIS umgehen müssen und eine solche Anwendung in die eigene Arbeit integrieren können.

Während der Entwicklungsphase wurde das WebGIS zudem in einem Pre-Test mit insgesamt sieben Teilnehmer\*innen aus dem Umfeld von TRANSENS zwischenevaluiert. Dieser Test wurde genutzt, um technische Probleme und Probleme mit der Nutzbarkeit der Anwendung vor der explorativen Studie, die in Workshop 2 stattfinden sollte, zu erkennen und zu beheben.

## **4.2. Workshop 2**

Der zweite Workshop stand im Zeichen der praktischen Arbeit mit dem explorativen WebGIS. Um möglichst viele Akteure in die Studie einbinden zu können, fand der Workshop an zwei Terminen statt. Der Ablauf der Studie war an beiden Terminen identisch, lediglich die Teilnehmer\*innen unterschieden sich. Zu Beginn des Workshops fand eine Einführung und Einweisung in den Ablauf der Studie statt, ehe die Teilnehmer\*innen insgesamt 30 Minuten Zeit hatten, um mit dem WebGIS zu arbeiten und danach einen Fragebogen auszufüllen (s. Anhang, Abschnitt 6). In der Befragung wurden geschlossene Fragen gestellt (fünfstufige Likert-Skala), die an die Forschungsfragen anschließen. Diese waren stets gleich aufgebaut von 1 (keine Zustimmung) bis 5 (sehr hohe Zustimmung). Ebenfalls gab es offene Fragen zu den Vor- und Nachteilen sowie zu den Möglichkeiten und Barrieren eines WebGIS. Nach dem Ausfüllen des Fragebogens bestand für alle Teilnehmer\*innen optional die Möglichkeit, in den offenen Austausch im Plenum zu treten und erste Eindrücke zu diskutieren.



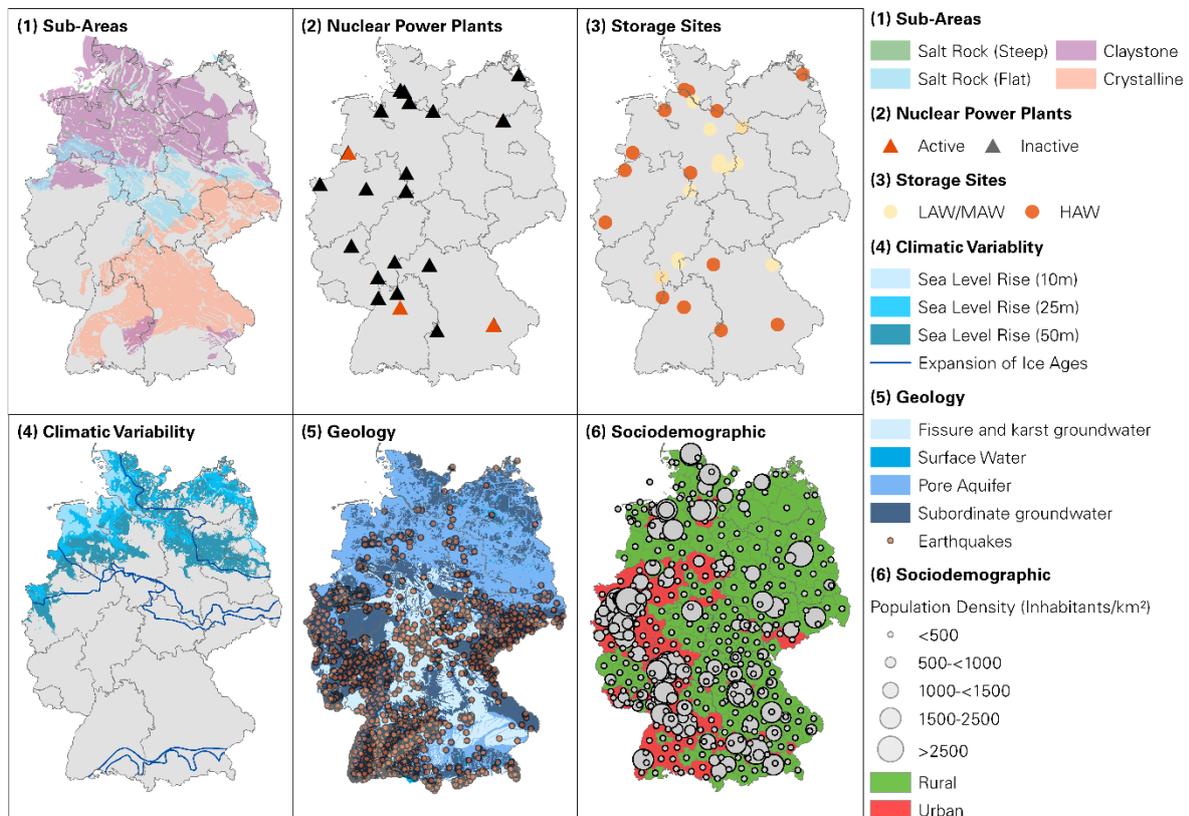
**Abbildung 5: Screenshot des explorativen WebGIS**

Quelle: eigene Darstellung

In Abbildung 5 ist ein Screenshot des explorativen WebGIS zu sehen, wie es im Workshop 2 genutzt wurde. Auf der linken Seite befinden sich die verfügbaren räumlichen Daten. Diese können eigenständig durch Anklicken des Kontrollkästchens zu- und abgeschaltet werden. Somit sind eine individuelle Kombination und Verschneidung der räumlichen Daten durch die Nutzer\*innen möglich. Auf der rechten Seite befindet sich das Kartenfenster. In der explorativen Studie waren die räumlichen Daten grenzscharf auf Deutschland beschränkt, sodass transnationale Lösungen ausgeschlossen wurden. Den Nutzer\*innen war es ebenfalls möglich, andere Hintergrundkarten einzuschalten (Google Straßen, OSM Straßen, Neutral, Topographisch). Über die Suchfunktion konnten Orte/Adressen gesucht werden. Zu jedem Datensatz bestand außerdem die Möglichkeit, durch Anklicken im Kartenfenster weiterführende Informationen abzurufen.

Abbildung 6 zeigt die räumlichen Daten, die im WebGIS aufrufbar waren. Dazu gehören endlagerelevante Daten (1), z. B. die von der BGE veröffentlichten Teilgebiete, Standorte von Kernkraftwerken und Lagerstätten von radioaktiven Abfällen (2 & 3), Daten zur klimatischen Variabilität (4), z. B. die Ausdehnung von historischen Eiszeiten oder mögliche Meeresspiegelanstiegsszenarien (ohne Zeitraum) von 10 Meter bis 50 Meter, aktuelle geologische Daten zum Grundwasser und historische Daten zu Auftreten von Erdbeben (5) sowie abschließend soziodemographische Daten zur Einwohnerdichte und Kategorisierung in städtische und ländliche Räume (6). Zusätzlich dazu wurden sonstige räumliche Daten zur Verfügung gestellt, die keinen direkten Bezug zur Standortsuche für ein Endlager, jedoch zur Kernkraftnutzung in Deutschland haben; bspw. die Standorte von Konditionierungsanlagen, Landessammelstellen, Orten der Uranförderung und -anreicherung, Orte an

denen Proteste gegen die deutsche Kernkraft stattgefunden haben sowie Standorte der Forschungsteams des Forschungsverbundes TRANSENS.



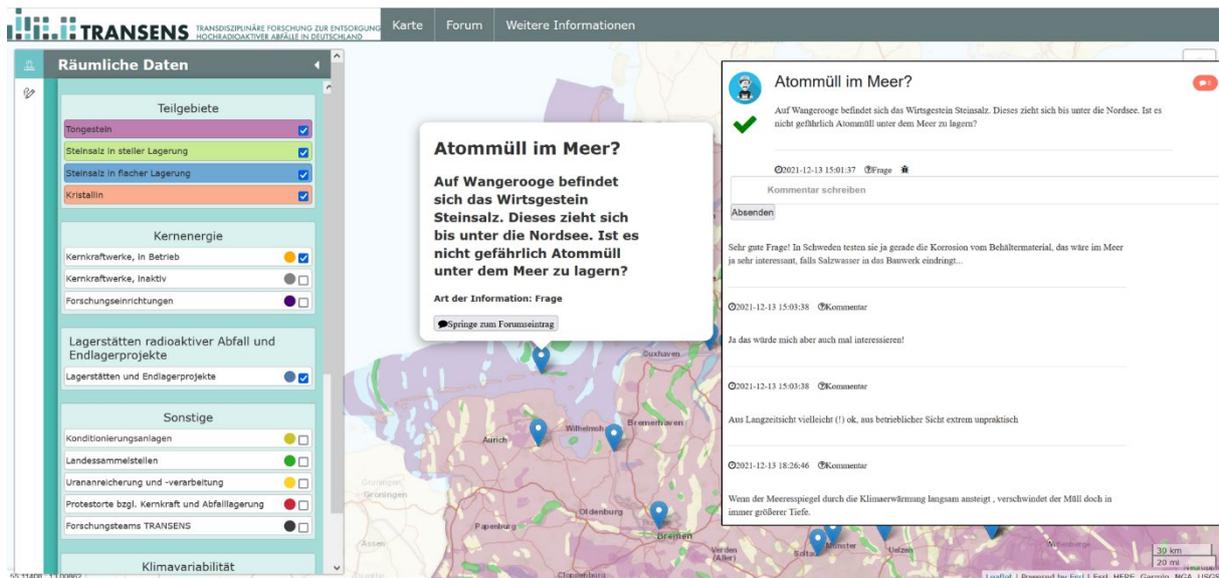
Cartography/Draft: L. Schwarz, P. Bräuer / Data: BGE, BGZ, BASE, BGR, BBSR, GADM / Date: January 2022

**Abbildung 6: Daten im explorativen WebGIS**

Quelle: Schwarz und Bräuer (2022, S. 83).<sup>10</sup>

Das Forum basiert auf zwei wesentlichen Komponenten: Über eine Eingabefunktion konnten in der Kartenansicht punktgenau-verortbare Hinweise in das WebGIS eingetragen werden (Abbildung 7). Jeder Eintrag konnte zusätzlich zum Titel mit einem Hinweistext und durch einen Datenupload ergänzt werden. Die Angabe personenbezogener Informationen war optional. Mithilfe der Eingabefunktion konnten entweder Fragen oder Hinweise eingegeben werden. Die zweite Komponente des Forums ist eine Übersichtsseite, auf der alle Fragen und Hinweise, die über das WebGIS eingetragen werden, zusammengefasst dargestellt sind. Jede Frage und jeder Hinweis werden durch einen eigenen Block in der Übersicht dargestellt, unter dem andere Nutzer\*innen Antworten zu dem Beitrag verfassen können. In Abbildung 7 sind beide Komponenten des Forums abgebildet: links eine Eingabe über das WebGIS und rechts die Darstellung desselben Beitrages auf der Übersichtsseite.

<sup>10</sup> Erste Ergebnisse der transdisziplinären WebGIS Studie wurden bereits in einem begutachteten, englischsprachigen Journal veröffentlicht (GI\_Forum). Auf die dort beschriebenen Ergebnisse wird im Ergebnisabschnitt Bezug genommen (vgl. Schwarz, Bräuer 2022)



**Abbildung 7: Beispielhafte Eingabe einer Frage im WebGIS (mit Forum)**

Quelle: eigene Darstellung

Um eine Vergleichbarkeit beim Testen der Nutzbarkeit des WebGIS (FF2) zu gewährleisten, wurden während der explorativen Phase vier Aufgaben gestellt, die von den Teilnehmer\*innen bearbeitet werden mussten. Die Aufgaben lauteten:

- (1) Blenden Sie die Teilgebiete im Kristallinen Wirtsgestein ein.
- (2) Formulieren Sie einen Beitrag oder eine Frage. Platzieren Sie dazu einen Marker auf der Karte an einer passenden Position.
- (3) In welchem Teilgebiet liegt Leipzig? Geben Sie bitte die ersten drei Zahlen der *Teilgebiete\_ID* an.
- (4) Schreiben Sie einen Kommentar zu einem Beitrag, den Sie nicht selbst erstellt haben (im Forum).

Die Aufgaben wurden nacheinander am rechten Bildschirmrand eingeblendet. Wenn ein\*e Teilnehmer\*in eine Aufgabe abgeschlossen hatte, konnte diese\*r per Mausklick die nächste Aufgabe starten. Die Ergebnisse der Aufgaben wurden zur späteren Auswertung anonymisiert in einer Datenbank gespeichert. Mit Abschließen der letzten Aufgabe wurden alle Teilnehmer\*innen zu einem abschließenden Fragebogen weitergeleitet<sup>11</sup>. In diesem wurde zunächst die *System Usability Scale* (SUS) genutzt und auf das WebGIS angepasst, um die allgemeine Nutzbarkeit zu evaluieren (Brooke 1995). Die SUS dient zur Erhebung der technischen Affinität des\*r jeweilige\*n Teilnehmer\*in in Bezug auf eine technische Anwendung. Die SUS wird durch zehn Items operationalisiert und erhoben. Aus den Antworten der Teilnehmer\*innen wurde im Nachgang das arithmetische Mittel berechnet, um die technische Affinität in Bezug auf das WebGIS zu erhalten. Die drei Forschungsfragen wurden operationalisiert und ebenfalls auf einer fünfstufigen Likert-Skala abgefragt. Die technische Affinität wurde über den ATI-Score (Wessel et al. 2019) abgefragt und genutzt, um zusätzliche Einblicke für die FF2 erlangen zu können. Sechs offene Fragen thematisierten die

<sup>11</sup> Das dazugehörige Erhebungsinstrument ist im Anhang einsehbar (Abschnitt 6).

Vor- und Nachteile, Hindernisse und Chancen sowie wertvolle und fehlende Funktionen für den Standortsuchprozess. Hier gab es keine Limitierungen für die Beiträge der Teilnehmer\*innen. Abschließend wurden soziodemographische Daten erhoben (Geschlecht, Alter, Postleitzahl, Gruppe im Standortauswahlverfahren laut StandAG (Bürger\*innen, Vertreter\*innen von Kommunen, Vertreter\*innen von gesellschaftlichen Organisationen, Wissenschaftler\*innen, staatliche Akteure), Erfahrung mit WebGIS-Plattformen).

Die Implementierung des WebGIS basierte auf der freien JavaScript-Bibliothek Leaflet. Die Daten für die unterschiedlichen Kartenebenen wurden über Esri gehostet. Zum Speichern der Informationen, die im Forum eingetragen werden konnten, wurde eine MySQL Datenbank angebunden. In dieser Datenbank wurden auch die Interaktion der Teilnehmer\*innen mit dem WebGIS während der Studie geloggt. Neben den Antworten auf die vier Aufgaben wurde unter anderem erfasst, wie lange sie für das Erfüllen der Aufgaben benötigten und welche Kartenebenen sie ein- und ausblendeten.

### **4.3. Workshop 3**

Im dritten Workshop wurden die Rohergebnisse aus Workshop 2 diskutiert und evaluiert. Die Rohergebnisse wurden den nicht-akademischen Akteuren der DBG im Vorfeld zugeschickt, um eine adäquate Vorbereitung zu ermöglichen. Zu Beginn des Workshops wurde ein Impuls von den akademischen Akteuren zu den statistischen Maßen gegeben, die genutzt wurden, um die Daten für die Diskussion aufzuarbeiten (arithmetisches Mittel, Standardabweichung, Korrelation, Clusteranalyse). Im Anschluss fand eine stille Diskussion via Miro statt. Darin wurden die Ergebnisse kommentiert und offene Fragen formuliert. Diese wurden anschließend in Kleingruppen präzisiert und im Plenum final abgestimmt. Die erstellten Miro Boards können im Anhang in Abschnitt 8 eingesehen werden.

### **4.4. Workshop 4**

Im abschließenden Ergebnisworkshop wurden die letzten offenen Fragen mit allen Teilnehmer\*innen (auch aus Workshop 2) diskutiert. Im Fokus des letzten Workshops standen erneut die Forschungsfragen, anhand derer die akademischen Akteuren die Diskussion leiteten. Abschließend konnten alle Teilnehmer\*innen dieses letzten Workshops ein finales Statement zu interessanten Einblicken, Erkenntnissen und Anmerkungen zur gesamten transdisziplinären WebGIS Studie abgeben.

#### *Kommentar der DIPRO-Begleitgruppe*

Obwohl ich dachte, mit dem WebGIS gut klarzukommen und trotz fortgeschrittenen Alters einigermaßen technik-affin zu sein, bin ich an Aufgabe (4) gescheitert. Das ändert aber nichts daran, dass ich den Umgang mit dem WebGIS bezüglich hinzufügen von Fragen und Hinweisen als niedrigschwellig empfunden habe.

Die Abfolge der vier Workshops habe ich als sinnvoll und logisch empfunden, zumal mit Workshop 4 ein Rückbezug auf die Forschungsfragen geschaffen und somit der Kreis geschlossen wurde. Warum welcher Schritt durchgeführt wurde, war mir nicht immer klar. Meinen Beitrag zur Studie habe ich als „einen unter vielen“ gesehen, mich aber in den präsentierten Ergebnissen durchaus wiedergefunden. (DBG #1)

Die individuelle Wertschätzung der Teilnehmenden vonseiten der Organisator\*innen erlebte ich als durchaus motivierend, gerade in Anbetracht der mitunter hohen Zahl an Freiwilligen. Im Vorfeld jedes Workshops wurde zudem eine separate Tagesordnung verschickt, sodass es möglich war, sich thematisch auf das jeweilige Meeting vorzubereiten. Insbesondere die spielerisch anmutenden Positionierungsfragen erlebte ich als durchaus interessant. Im Vorfeld eines Workshops erhielten die Teilnehmenden eine kurze Einführung in die Statistik (zur Erklärung der Lage- und Streuungsparameter, sowie der in der Rohanalyse angewandten Verfahren, z.B. Clusteranalyse), was eine sinnvolle Idee war, es ist jedoch nicht auszuschließen, dass solch ein Dokument mitunter auch eine abschreckende Wirkung entfalten kann, sofern man mit dieser Thematik keine positiven Assoziationen verbinden oder aus persönlichen Gründen nicht in der Lage war, sich angemessen mit dieser auseinanderzusetzen. (DBG #2)

Am Anfang dachte ich, dass man uns einfach mal mitschauen lassen möchte und unsere Meinung hören wollte. Im weiteren Verlauf der verschiedenen Workshops und Gespräche merkte ich dann jedoch, dass wir gemeinsam etwas entwickeln. Ich möchte hier aber klar hervorheben, dass Lucas und Paula die Hauptarbeit geleistet haben, dennoch konnten wir einen Beitrag zu dem Projekt beisteuern. Die Erfahrungen und Ideen, die wir einbrachten, wurden nicht nur wertgeschätzt, sondern wurden eingepflegt und trugen somit zum Gelingen bei. (DBG #3)

## 5. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Studie stellen eine Zusammenfassung aus teilnehmenden Beobachtungen der vier Workshops und den nachfolgenden schriftlichen Befragungen der Teilnehmer\*innen dar. Zusätzlich wird an relevanten Stellen (v. a. zur Reflexion des transdisziplinären Ansatzes) auf eine begleitende Erhebung durch das TdLab der ETH Zürich im Rahmen der Transdisziplinaritätsforschung innerhalb von TRANSENS verwiesen. Der folgende Abschnitt ist nach den unterschiedlichen Forschungsfragen (siehe Kapitel 4.1) gegliedert und wird abschließend durch eine Reflexion der TD-Herangehensweise ergänzt. Da allen Teilnehmer\*innen im Rahmen der 'Chatham House Rules'<sup>12</sup> vollständige Anonymität zugesichert wurde, wird weder auf Namen noch auf institutionellen oder anderweitigen Hintergrund der Teilnehmer\*innen hingewiesen. Verweise in Klammern beziehen sich lediglich auf den Workshop (WS1 bis WS4), auf dem die jeweilige Aussage getätigt oder ein bestimmter Aspekt diskutiert wurde.

### 5.1. Rolle im technisch-geologischen Standortsuchverfahren (FF1)

*Forschungsfrage: Welche Rolle kann ein WebGIS potenziell im technisch-geologischen Standortsuchprozess für ein Endlager einnehmen?*

Um die gesellschaftliche Relevanz eines WebGIS im technisch-geologischen Standortsuchverfahren für ein Endlager sicherzustellen, wurden bereits zu Beginn und während der Erarbeitung der Forschungsfrage die Nutzbarkeit und Eignung für das laufende Verfahren in den Vordergrund gestellt. Dies zeigt sich in der Genese der ersten Forschungsfrage, aber auch in den folgenden Forschungsfragen zur Nutzung und zum Dialog.

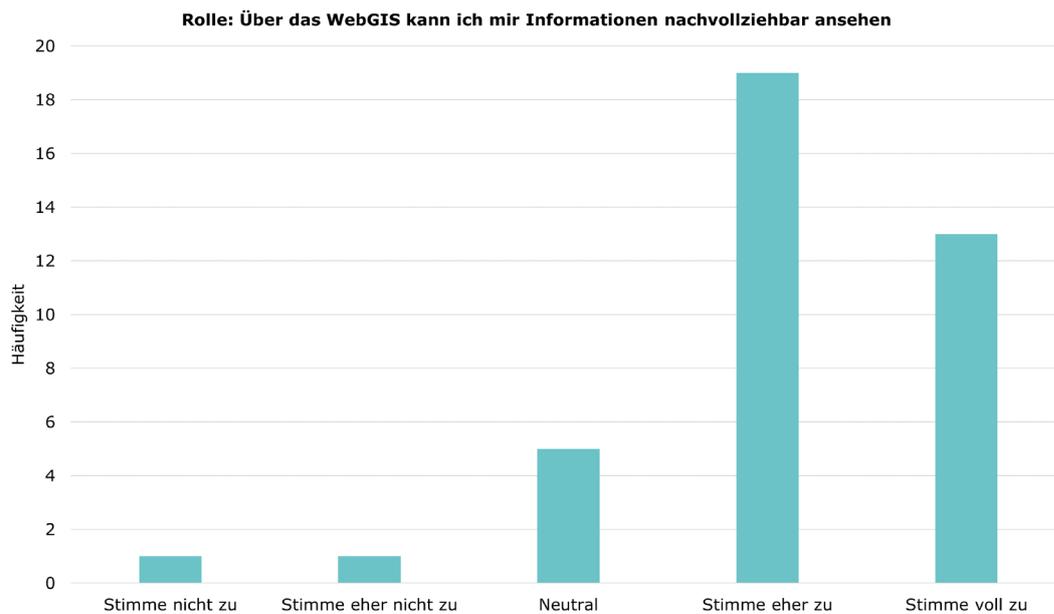
Eine wichtige Rolle, die einem WebGIS gesellschaftliche Relevanz verleihen kann, ist das Adressieren von verschiedenen Nutzergruppen. Demnach sollen nicht nur jüngere Menschen angesprochen werden, die durch ihre Sozialisation meistens bereits eine gewisse technische Affinität aufweisen (Herber et al. 2011), sondern auch Menschen aus älteren Generationen.

In der Befragung (n=40) wurde die Frage gestellt, ob Informationen über das WebGIS nachvollziehbar eingesehen werden können. Die Aussage ‚Über das WebGIS kann ich mir Informationen nachvollziehbar ansehen‘ erhielt hohe Zustimmung ( $\bar{x}=4,08$ ;  $SD=0,90$ ).<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup> Weitere Informationen zur ‚Chatham House Rule‘ finden sich auf [dieser Homepage](#).

<sup>13</sup>  $\bar{x}$  = arithmetisches Mittel; SD = Standardabweichung (durchschnittliche Streuung um den Mittelwert, d. h., in diesem Bereich befinden sich die meisten Antworten, je kleiner die Standardabweichung, desto näher verteilen sich die Werte um den Mittelwert herum)



**Abbildung 8: Rolle: Nachvollziehbarkeit von Informationen**

Quelle: eigene Darstellung

Nach der ersten explorativen Nutzung der Anwendung wurde der Aspekt der Komplexität um die Diskussion über die Rolle als Anwendung für Expertenaustausch oder als Einstiegstool für Laien bzw. Neulinge erweitert. Grundlegend wurde die Frage gestellt, welche Funktionen im Verfahren noch nicht vorhanden sind und somit von einem WebGIS ausgefüllt werden können. Dabei wurde v. a. von Menschen, die bisher weniger Berührungspunkte mit dem laufenden Suchverfahren haben, argumentiert, dass das WebGIS als Informationsanwendung dienen könne. Durch Interpretationshilfen könnte es eine Datengrundlage darstellen, die es ermöglicht, sich von der Anwendung aus weiter zu informieren, bspw. über eine Einbettung in bestehende Plattformen und Verlinkungen zu bestehenden Informationsangeboten (WS2). Hierbei kann eine dynamische Anwendung eine thematische Einordnung und ein autodidaktisches Aneignen von komplexen Inhalten fördern. Auch die Informationsbündelung von unterschiedlichen räumlichen Daten, wie z. B. Daten zur Bevölkerungsdichte oder Grundwasser neben den Teilgebieten, wurde als gewinnbringend angesehen. Gleichzeitig wurde aber auch angemerkt, dass die Vorauswahl dieser Daten eine gewisse Willkür birgt, insofern sie nicht ausreichend begründet wird. Dies wurde vor allem am Datensatz zu der Kategorisierung vom ländlichen und städtischen Raum durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) festgemacht: Während die Intention war, Daten zur räumlichen Orientierung zur Verfügung zu stellen, wurde im WS2 intensiv diskutiert, warum diese Daten zur Verfügung stünden. Dabei wurde die Diskussion aufgenommen, dass ein Endlager im ländlichen Raum bevorzugt wird, welche häufig auch im laufenden Verfahren aufkommt. Eine Teilnehmerin merkte an, dass durch den Einsatz des städtischen/ländlichen Raumes sogleich ein Konfliktfeld aufgezeigt wurde. Sie argumentierte, dass das WebGIS dazu dienen kann, frühzeitig mögliche Konflikte zu identifizieren und dementsprechend zu adressieren. Nichtsdestotrotz wird ein disruptives Potenzial gesehen, wenn suggestive Datensätze, wie zum Beispiel Protestorte oder Standorte von Kernkraftwerken, aber auch die Differenz zwischen städtischen und ländlichen Räumen

visualisiert werden. Hierbei wurde für die hauptsächliche Aufnahme von geologischen Daten (im Vergleich zu gesellschaftlichen Daten) argumentiert.

Damit die Anwendung einen möglichst neutralen Ausgangspunkt hat und sich nicht gegen Misstrauen durchsetzen muss, bedarf es einer transparenten Rolle im Verfahren. Diese kann beispielsweise durch die Verwaltung, durch einen neutralen Akteur oder das ehrliche Offenlegen von jeglichen Inhalten und Änderungen begünstigt werden. Eine klare Situierung im Suchverfahren mit einer klaren Zielsetzung wurde ebenfalls als notwendige Bedingung angesehen, damit ein WebGIS nicht als zusätzliche Anwendung den inhaltlichen Datengehalt ohne Mehrwert erhöht (WS2).

Ein Alleinstellungsmerkmal eines WebGIS ist es, eine spezifische und öffentliche Diskussion zu einem konkreten geographischen Ort zu führen. Die Diskussion lässt sich basierend auf den geographischen Daten filtern, sodass alle Beiträge zu einem Teilgebiet abgerufen werden können. Dadurch hat ein WebGIS innerhalb eines fortschreitenden Verfahrens mit sich aktualisierenden und überholenden Arbeitsständen die Fähigkeit, Informationen visuell zu bündeln. Dies kann ein nachträgliches Einarbeiten in den Prozess erleichtern und Fragen können effizient im Vorfeld geklärt werden, ohne zusätzliche personelle Ressourcen in der BGE zu binden (WS2). Durch das digitale Format können somit Fragen, Ungereimtheiten aber auch Dissens frühzeitig identifiziert und thematisiert werden.

Eine weitere Rolle, die ein WebGIS ausfüllen kann, ist die Wiedergabe des Verfahrensverlaufs. So wurde argumentiert, dass eine Informationsanwendung interessant sei, jedoch mehr Wert habe, insofern diese auch den zeitlichen Prozess und Fortschritt der Entscheidungsfindung nachvollziehbar darstellen kann. Hierbei bietet sich vor allem eine Verknüpfung mit den bestehenden Prozessplattformen an, z. B. der Infoplattform Endlagersuche, den Erklärvideos der BGE zu den einzelnen Teilgebieten<sup>14</sup>, oder dem Zwischenbericht Teilgebiete (2020b). Dadurch kann die Karte v. a. bei Nutzer\*innen mit wenig Vorwissen eine informative Rolle ausüben.

Die Teilnehmer\*innen des WS2 waren sich demnach einig, dass ein WebGIS einen Mehrwert hat und eine Rolle im Standortsuchverfahren einnehmen kann, insofern nachvollziehbar dargestellt wird, warum Gebiete in Frage kommen oder warum diese ausgeschlossen werden. Eine niedrige Einstiegshürde ist eine Grundvoraussetzung, um sich überhaupt mit der Thematik der Endlagerung in Deutschland auseinandersetzen zu können. Dadurch ermöglicht eine niedrige Einstiegshürde auch, dass Menschen Betroffenheit herstellen können, bspw. dadurch, dass sie feststellen, dass der eigene Wohnort über einem Teilgebiet liegt, bzw. in der Nähe einer potenziell geeigneten geologischen Formation. Letzterer Aspekt wurde von einigen Teilnehmer\*innen betont, da die Endlagersuche ein Nischenthema in Deutschland darstellt (Schwarz et al. 2021a). Eine Herausforderung für eine sinnvolle Platzierung der Anwendung im Suchverfahren sind die unterschiedlichen Wissensstände bei den Menschen. So ist eine Anwendung, die für einen Expert\*innen einen Mehrwert birgt, potenziell für einen Unbeteiligten unbrauchbar und andersherum. Zusätzlich bedürfen die Informationen, die bereitgestellt werden, einer Interpretation, um überhaupt nützlich zu sein. Hier bedarf es demnach transparenter, nachvollziehbarer Zusatzmaterialien,

---

<sup>14</sup> Ein beispielhaftes Video für das Teilgebiet ‚004\_00TG\_053\_00IG\_T\_f\_tpg‘ kann unter [diesem Link](#) aufgerufen werden.

wie Videos, Erklärungstexten oder weiterführenden Links. So formulierte eine Teilnehmerin, dass das WebGIS relevant sein kann, wenn es eine «lebendige und lernende Karte» sei (WS2).

Im WS3 wurde danach vermehrt über die Zielgruppenschärfe diskutiert. Hieraus wurde die Frage formuliert, ob ein WebGIS potenziell eher von Neueinsteiger\*innen oder von Expert\*innen genutzt wird, und ob es auch möglich ist, beide Zielgruppen in einer Anwendung zu vereinen. Daran schloss sich auch die Frage nach der Sinnhaftigkeit der Forumsfunktion an, die tiefergehend im Kontext der FF3 dargelegt wird. In der abschließenden Ergebnisdiskussion von WS4 tendierten die Teilnehmer\*innen größtenteils dazu, dass ein WebGIS von Neueinsteiger\*innen in das Suchverfahren genutzt würde. Dies wurde durch unterschiedliche Ansprüche an die Anwendung begründet: So bedürfen Laien der Möglichkeit, Fragen zu stellen und schnelle Antworten zu erhalten, während Expert\*innen einen Raum für Austausch benötigen, um zu diskutieren und sich mit anderen Expert\*innen zu vernetzen (WS4). Für Laien ist es zusätzlich wichtig, kontinuierlich neue aktualisierte Inhalte zu erhalten und sich diese nicht aus unterschiedlichen Quellen suchen zu müssen. Durch die Aktualität soll das Interesse an der Nutzung der Anwendung und somit ein Auseinandersetzen mit dem Thema Endlagerung erhalten bleiben. Hierzu wurde diskutiert, ob die Option sich mit einem Account anzumelden, hilfreich sein kann, damit den Nutzer\*innen in regelmäßigen Zeitabständen Informationen zum aktuellen Verfahrensstand geschickt werden können. Dennoch wurde auch angemerkt, dass es innerhalb des WebGIS möglich sein sollte, seinen Wissensbestand zu erweitern und somit nicht nur eine Einstiegsplattform zu haben, sondern eine Plattform, die den Nutzer\*innen erlaubt dazuzulernen.

Eine weitere Frage, die sich im Lauf der Diskussion ergab, war, zu welchem Zeitpunkt im Verfahren ein WebGIS eingeführt werden sollte. Ein Teilnehmer stellte die Frage, ob ein WebGIS schon zu einem frühen Zeitpunkt sein volles Potenzial entfalten könne, oder aber erst später, bspw. bei den Regionalkonferenzen, um als Vernetzungsanwendung und Möglichkeit zur präzisen räumlichen Diskussion zu fungieren. Hierzu wurde ergänzt, dass in Zukunft auch eine verstärkte Notwendigkeit für Journalist\*innen und Blogger\*innen, die Informationen und Bewertungen zum Verfahren publizieren wollen, besteht, detaillierte Information möglichst unkompliziert und verlässlich abrufen zu können. Dieser Bedarf wird potenziell auch mit zunehmender räumlicher Konkretisierung zunehmen, d. h. mit der Festlegung der Standortregionen<sup>15</sup>. Der Bedarf, sich eine eigene Meinung zu bilden und selbst Bewertungen vornehmen zu können, wird ebenfalls mit dem Fortschritt des Verfahrens steigen.

Die Rolle des WebGIS kann sinnvoll sein, insofern es eine logische Bündelung und Verschlagwortung bestehender Informationsplattformen vornimmt. Dazu gehören v. a. die in Abschnitt 1 vorgestellten Plattformen, aber auch unabhängige und selbstorganisierte Plattformen wie der Endlagerdialog<sup>16</sup>, die Publikationen des BUND-Arbeitskreis Atomenergie

---

<sup>15</sup> Im StandAG wird festgelegt, dass ein Endlagerstandort bis 2031 gefunden werden soll. Dieser Zeitrahmen ist dabei als Richtwert formuliert. Ende 2022 kommunizierte die BGE bereits, dass dieser Zeitrahmen nicht eingehalten wird, sodass mit einem Standortentscheid zwischen 2046 und 2068 gerechnet werden kann ([Pressemitteilung der BGE](#)).

<sup>16</sup> [Link](#) zum Endlagerdialog.

und Strahlenschutz<sup>17</sup> oder die Blogs und Publikationen von Nicht-Regierungsorganisationen aus der Zivilgesellschaft. Durch die Bündelung der verschiedenen Informationsangebote kann das WebGIS als erste Anlaufstation fungieren und eine Navigationshilfe zwischen einer Vielzahl von Plattformen mit unterschiedlichen Informationen sein. Damit kann es eine wichtige Rolle in der Kommunikation des Verfahrensfortschritts übernehmen, um eine Vielzahl von Menschen zu erreichen. Da das WebGIS jedoch nicht alle Informationen in sich vereinen kann, ist es notwendig, dass an gegebenen Stellen ein nahtloser Übergang zu den Auftritten des BASE und der BGE als wichtigste staatliche Akteure bzw. dem NBG als gesellschaftliches Gremium der Endlagerstandortsuche vorhanden ist.

Die Rolle des WebGIS als Möglichkeit, räumliche Daten zu sammeln, wie es bspw. von Walkobinger und Tauch (2018) oder Gottwald et al. (2021) beschrieben wurde, wurde weniger stark diskutiert. Vereinzelt sprachen sich für diese Möglichkeit der Datensammlung aus, während andere Teilnehmer\*innen vor einer zunehmenden Ineffizienz des Verfahrens warnten, das durch eine Vielzahl von Beiträgen, die bearbeitet werden müssen, überladen wird. Interaktionen sind dennoch gewünscht, bspw. über die Möglichkeit, Daten herunterladen zu können, wie Seismikdaten, 3D-Modelle, Geländeschnitte oder geologische Karten. Dies würde vor allem Planer\*innen helfen, wodurch die Brücke zwischen Neueinsteiger\*innen und Expert\*innen gebaut werden kann.

#### *Kommentar der DIPRO-Begleitgruppe*

Anmerkung vor allem zum zweiten Absatz: Auch wenn bezüglich Altersgruppen keine besondere Nutzungshürde besteht, befürchte ich ein Ungleichgewicht in der Nutzung dadurch, dass bestimmte Interessengruppen ihre Anhänger stark mobilisieren können. Durch zahlreiche befürwortende oder ablehnende Beiträge für mögliche Standortregionen könnte der Eindruck einer objektiven Eignung oder Nichteignung entstehen. Die Workshops wurden durchgeführt, bevor die neue Zeitplanung seitens BGE bekannt wurde. Der sehr viel längere Zeithorizont könnte das Problem der Zugangsschwelle dahingehend entschärfen, dass bei einem späteren Einsatz des WebGIS ein Großteil der Bevölkerung „digital native“ ist. (DBG #1)

Die Zusammensetzung der Workshop-Teilnehmenden lässt sich als durchweg heterogen beschreiben. Ob Alter, Geschlecht oder der individuelle Hintergrund, die Organisator\*innen waren durchaus bemüht, ein diverses Feld aus Teilnehmer\*innen zu generieren, welches zumindest als partiell repräsentativ zu der Gesamtgesellschaft zu bezeichnen ist. Es stellt sich die Frage, inwieweit die individuellen Fähig- und Fertigkeiten der Teilnehmenden ausschlaggebend dafür waren, diese Workshops zu absolvieren, gerade in Hinblick auf die technischen Anforderungen. (DBG #2)

Auch wenn man keine klare Linie ziehen kann, wenn es um Altersstrukturen versuche ich mal einen pragmatischen Ansatz und hier zeigt sich auch einer der Vorteile der td-Forschung (ich als nicht-akademischer Teilnehmer darf das): Bis Mitte 30 = jung / bis 60 = mittel / über 60 = alt / alle Angaben wertneutral. Anm.: Ich bin 62 und gehöre im Prinzip zu den Alten, fühle mich aber nicht so. (DBG #3)

---

<sup>17</sup> [Link](#) zu den Publikationen des BUND-Arbeitskreis Atomenergie und Strahlenschutz.

## 5.2. Niedrigschwellige Nutzbarkeit (FF2)

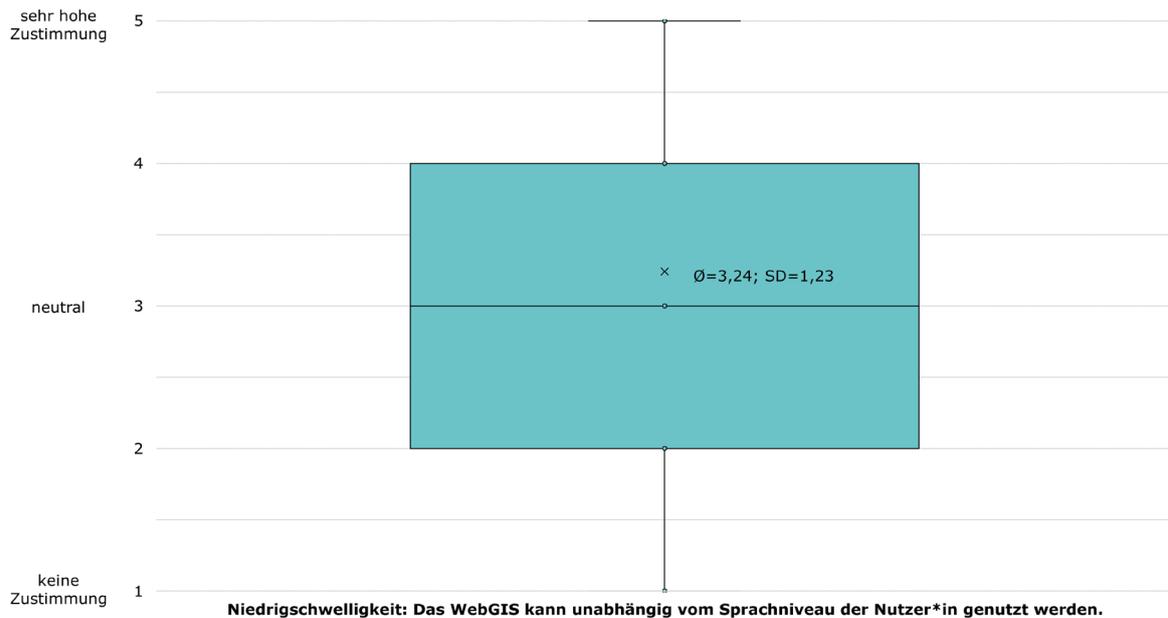
*Forschungsfrage: Inwieweit ermöglicht ein WebGIS für verschiedenste Bevölkerungsgruppen eine niedrigschwellige Nutzung?*

Die zweite Forschungsfrage, die über die vier Workshops hinweg thematisiert wurde beschäftigt sich damit, inwieweit ein WebGIS für verschiedene Bevölkerungsgruppen eine niedrigschwellige Nutzung ermöglicht. Dabei soll irrelevant sein, wie alt, technikaffin, sprachlich bewandt eine Person ist oder wie hoch ihr Kenntnisstand zur Endlagerstandortsuche ist (WS1).

Ein Vorschlag, den einige Teilnehmer\*innen machten, war, ein einführendes Video bzw. eine interaktive Erklärung einzubauen. Dies könne dabei helfen, die Phase, in der sich die Nutzer\*innen mit der Anwendung vertraut machen, zu verkürzen und auf die notwendigen Funktionen hinzuweisen. Diese Hilfestellung wurde v. a. für weniger technikaffine Nutzer\*innen als hilfreich angesehen, um deren direkten Ausstieg aus der Anwendung zu vermeiden. Zusätzlich stellt ein WebGIS eine einfache Art der Informationsaufnahme für Menschen dar, deren primärer Wahrnehmungskanal visuell ist. Für Menschen, die Informationen eher auditiv wahrnehmen, kann es sinnvoll sein, Informationen auch in gesprochener Art einzufügen, bspw. als erklärende Audiodateien, die mit den räumlichen Informationen verknüpft sind (Seidl 2004).

Wie bereits im vorherigen Abschnitt erläutert, wurde auch im Kontext der Nutzbarkeit die Frage nach einer Anmeldung mit Account aufgeworfen, um Neuerungen mitteilen zu können und somit einen gewissen Grad an Interesse oder Verbindlichkeit zu schaffen. Hier könnte beispielsweise darüber informiert werden, wenn neue Inhalte (z. B. Erklärvideos) hochgeladen werden, wenn Daten aktualisiert werden, oder sobald es einen neuen Stand im Verfahren gibt. So ist es nicht notwendig, kontinuierlich die Anwendung zu prüfen, sondern eine Benachrichtigung informiert über die Weiterentwicklung des Wissensstandes im Verfahren und ermöglicht somit auch eine diskontinuierliche Nutzung, bei der Menschen trotzdem auf dem aktuellen Verfahrensstand sein können.

In Anlehnung an die Idee der einführenden Videos und interaktiven Erklärungen wurde von den Teilnehmer\*innen auch die Idee aufgebracht, Gamification anzuwenden, um den Einstieg neuer Nutzer\*innen auf der Plattform zu erleichtern. Unter Gamification wird die Verwendung von Spiel Design Elementen in einem spielfremden Kontext verstanden (Deterding et al. 2011). Es wurde kein richtiges Konzept für ein solches Vorgehen entwickelt, lediglich Ideen wie das Einführen von Leveln zum Freischalten weiterer Inhalte wurden aufgebracht. Auch die Anpassung an verschiedene mobile Endgeräte oder die Entwicklung einer App kann helfen, den Zugang zum Informationsangebot des WebGIS zu vereinfachen.



**Abbildung 9: Niedrigschwelligkeit: Nutzbarkeit unabhängig von Sprachniveau**

Quelle: eigene Darstellung

Eine grundlegende Herausforderung beim Design eines WebGIS, ist es, die Anwendung so zu gestalten, dass ein möglichst barrierefreier Zugang ermöglicht wird (Skarlatidou et al. 2011). Die Nutzung des WebGIS sollte intuitiv sein und gleichzeitig auch einen gewissen Grad an Komplexität zulassen, um die Endlagerstandortsuche in Gänze abbilden zu können (WS1).

Eine Barriere stellt das Sprachniveau der Nutzer\*innen dar: Abbildung 9 zeigt die Verteilung der Antworten zur Aussage, dass das WebGIS unabhängig vom Sprachniveau der Nutzer\*in genutzt werden kann. So antworteten die Teilnehmer\*innen in der Befragung ( $n=33$ ) ambivalent und somit ohne klare Tendenz auf die Frage, ob das WebGIS unabhängig vom Sprachniveau der Nutzer\*innen genutzt werden kann ( $\bar{x}=3,24$ ;  $SD=1,23$ ). Trotz der tendenziell leichten Zustimmung zeigte sich mit 25 % der Teilnehmer\*innen die eine neutrale Antwort abgaben kein eindeutiges Bild.

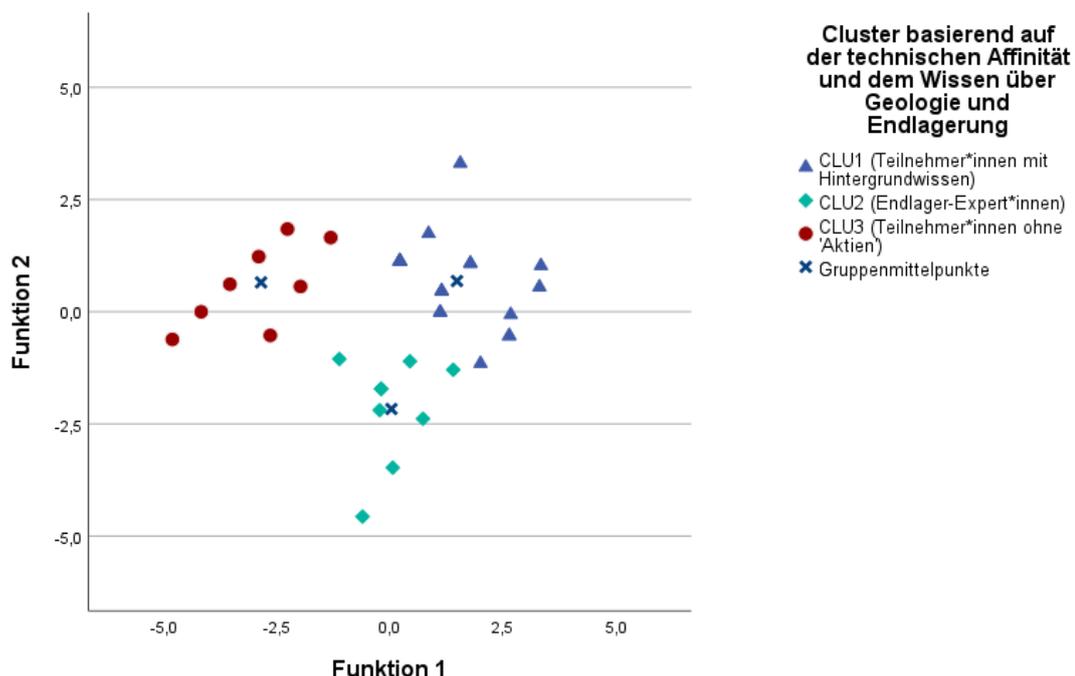
Der Aspekt der niedrigschwelligen Nutzbarkeit wurde durch eine Clusteranalyse<sup>18</sup> der Befragungsdaten noch weiter präzisiert: Dabei wurden als gruppenbildende Variablen die technische Affinität (ATI-Score) sowie das Wissen über Geologie und das Wissen über Endlagerung herangezogen. Die drei Variablen basieren auf Selbsteinschätzung der Teilnehmer\*innen und spiegeln daher kein objektives Maß wider.

Durch die Clusterung ergaben sich drei Cluster<sup>19</sup>, die sich eindeutig voneinander unterscheiden lassen: Die Teilnehmer\*innen mit Hintergrundwissen (*Profound Subjects*, CLU1,

<sup>18</sup> Methodisch wurde eine hierarchische Clusteranalyse angewandt, die die Ward-Methode als Fusionierungsmethode und die quadrierte euklidische Distanz als Proximitätsmaß nutzt. Diese Entscheidung wurde getroffen um möglichst homogene Cluster zu bilden, die eine möglichst große Heterogenität zwischen den einzelnen Gruppierungen aufweisen (Backhaus et al. 2018).

<sup>19</sup> Im Folgenden werden die Begriffe Cluster oder Gruppen oder Gruppierungen synonym verwendet.

n=20), die Endlager-Expert\*innen (*Repository-Expert Subjects*, CLU2, n=10) und die Teilnehmer\*innen ohne 'Aktien' (*Subjects without Stake*, CLU3, n=10). Die Teilnehmer\*innen aus CLU1 zeichnen sich durch deren hohe technische Affinität ( $\bar{x}=4,00$ ;  $SD=0,50$ ), einen hohen Wissensstand zur Endlagerung ( $\bar{x}=3,95$ ;  $SD=0,85$ ) und ein hohes geologisches Wissen aus ( $\bar{x}=3,53$ ;  $SD=0,70$ ). CLU2 unterscheidet sich durch eine mittlere technische Affinität ( $\bar{x}=2,88$ ;  $SD=0,92$ ), ein sehr hohes Wissen zur Endlagerung ( $\bar{x}=4,33$ ;  $SD=0,71$ ) und ein geringes geologisches Wissen aus ( $\bar{x}=2,00$ ;  $SD=1,00$ ). CLU3 ist gekennzeichnet durch eine mittlere technische Affinität ( $\bar{x}=2,98$ ;  $SD=1,03$ ) sowie einen geringen Kenntnisstand zur Endlagerung ( $\bar{x}=1,4$ ;  $SD=0,52$ ) und zu geologischen Themen ( $\bar{x}=1,4$ ;  $SD=0,70$ ). CLU1 und CLU2 sind relativ ähnlich zueinander, während CLU3 sich klar von den anderen beiden Gruppierungen unterscheidet (vgl. Abbildung 10).



**Abbildung 10: Clusterung der Teilnehmer\*innen**

Quelle: Schwarz und Bräuer 2022, S. 85

Die Frage, ob ein WebGIS unabhängig vom Sprachniveau der Nutzer\*innen zugänglich ist und genutzt werden kann, wurden von den drei Gruppen unterschiedlich beantwortet. CLU1 ( $\bar{x}=3,37$ ;  $SD=1,30$ ) und CLU2 ( $\bar{x}=3,50$ ;  $SD=1,05$ ) stimmten der Aussage zu, während die Zustimmung von CLU3 im mittleren Bereich lag ( $\bar{x}=2,75$ ;  $SD=1,17$ ). Ein Teilnehmer aus CLU3 äußerte in den offenen Fragen, dass ein WebGIS „aufgrund fehlender fachlicher/technischer Vorkenntnisse nicht für alle Leute gleich zugänglich ist“. Dabei wird weniger das sprachliche Niveau adressiert als die thematische Komplexität des Themas Endlagerung. Eine andere Teilnehmerin argumentierte, dass „Hintergrundinformationen fehlen“ und „einige Grundlagenartikel [ge]lesen [werden] müssen“, um die Komplexität des Themas zu durchdringen. Auch Teilnehmer\*innen aus CLU2 und CLU1 argumentierten, dass „für 'Otto-Normalverbraucher' Information fehlen, über die Bedeutung der dargestellten Informationen – ohne Geowissen kann man die Daten nicht richtig interpretieren“.

Dennoch wurden für die Nutzung durch Laien auch Chancen erörtert. Teilnehmer\*innen aus CLU3 argumentierten, dass man über ein WebGIS an Informationen gelangen könne, die man auf eine andere Weise nicht hätte finden können. Darüber hinaus wird eine weitere Rolle des WebGIS als Anwendung für den erleichterten thematischen Einstieg gesehen. Dennoch wurde als Begrenzung angeführt, dass solch eine Anwendung nur einen bestimmten Kreis der Bevölkerung erreichen wird.

Zusammenfassend wurden für die Gestaltung einer niedrigschwelligen Nutzung einige Aspekte gesammelt und von allen Teilnehmer\*innen konsensual angenommen: Es wurde genannt, dass erläuternde Texte oder Videos notwendig sind, damit die Informationen, die in der Anwendung zur Verfügung stehen, auch von Laien sinnvoll interpretiert werden können und in den richtigen Kontext gesetzt werden. Ferner ist es notwendig, alle Begriffe zu erklären und stets eine Verknüpfung zu tiefergehenden Artikeln, Berichten oder Glossaren, die im Suchverfahren bereits von Seiten der BGE, dem BASE oder dem NBG existieren, herzustellen. Somit kann jede\*r Nutzer\*in selbst entscheiden, bis zu welchem Grad die Informationen abgerufen werden und es findet keine Überforderung durch komplexe Informationen statt.

Eine Teilnehmerin merkte an, dass trotz Niedrigschwelligkeit ein wertschätzender Umgang gewährleistet sein muss, damit keine Infantilisierung stattfindet. Ein kritisch und kontrovers diskutierter Aspekt der sich aus diesen Äußerungen anschließt, ist die Ermöglichung eines Dialogs durch die Nutzung der Forumsfunktion. Dieser Aspekt wird im nächsten Abschnitt (FF3) diskutiert.

#### *Kommentar der DIPRO-Begleitgruppe*

Siehe meine Anmerkungen zu 5.1.

Ob ein Angebot niedrigschwellig ist, hängt immer von der anzusprechenden Zielgruppe ab. Eine App, die den Aspekt Gamification betont, ist niedrigschwellig selbst für Menschen mit einer Lernbehinderung oder deren Muttersprache nicht Deutsch ist, aber es wäre ein unüberwindbares Hindernis für Menschen, die sich mit der Bedienung von Technik schwertun oder schlichtweg kein Gerät für den Zugang besitzen. Umgekehrt kann auch ein leeres Blatt Papier mit Kugelschreiber niedrigschwellig oder massiv hindernd sein. Niedrigschwellig bedeutet zudem nicht barrierefrei – diese Anforderung wird ein WebGIS vermutlich wesentlich schlechter erfüllen als zum Beispiel ein textbasiertes Forum, das über eine Vorlesefunktion verfügt.

Alle Menschen wird man nicht erreichen können, das wäre ein zu großer Anspruch. Ideal wäre es, wenn alle Menschen, die sich beteiligen möchten, die Chance dazu hätten. Aber selbst dieser Anspruch dürfte mit einem einzigen Tool nicht zu realisieren sein, wenn ich an Sprachniveaus, Zugang zu digitalen Diensten/Endgeräten und mögliche physische oder psychische Beeinträchtigungen denke. (DBG #1)

Eine vollumfängliche Inklusion wird in der Praxis nicht möglich sein, dennoch sollte sie als eine anzustrebende Maxime, gleich einem Rohdiamanten, durchaus existent sein. Da es sich bei dieser Anwendung im Idealfall um ein lernendes Verfahren handelt, ist dafür zu plädieren, dass im weiteren Verlauf kontinuierlich neue Schnittstellen geschaffen werden, welche einem immer größeren Gesellschaftsanteil zumindest die Option einräumen, sich

zu informieren sowie, im nächsten Schritt, aktiv zu beteiligen. Dies impliziert, dass es verschiedene Abstufungen der Informationsvergabe geben muss, beispielsweise in Form von interaktiven oder besonders aufbereiteten Formaten, doch diese Bemühungen sind durch die gesamtgesellschaftliche Bedeutung der grundlegenden Thematik mehr als gerechtfertigt. (DBG #2)

Dem Anspruch die gesamte Bevölkerung zu erreichen, oder umgangssprachlich „Alle“ können wir nie gerecht werden, das liegt an verschiedensten Gründen, die wir nicht direkt beeinflussen können. Dieser Aspekt ist eine der grundlegenden Erkenntnisse, die ich während der bisherigen Arbeit in DIPRO erlangt habe. Deshalb sollte der Anspruch sein, möglichst viele von Allen zu erreichen. Die Schwierigkeit liegt aber nicht nur in Diversitäten, sondern zum größten Teil an dem Problem, das Interesse an der Thematik zu wecken. Für dieses Problem gibt es zurzeit noch keine zufriedenstellende Lösung. Es darf uns aber nicht aufhalten, sondern soll uns motivieren in dieser Richtung weiter zu forschen. (DBG #3)

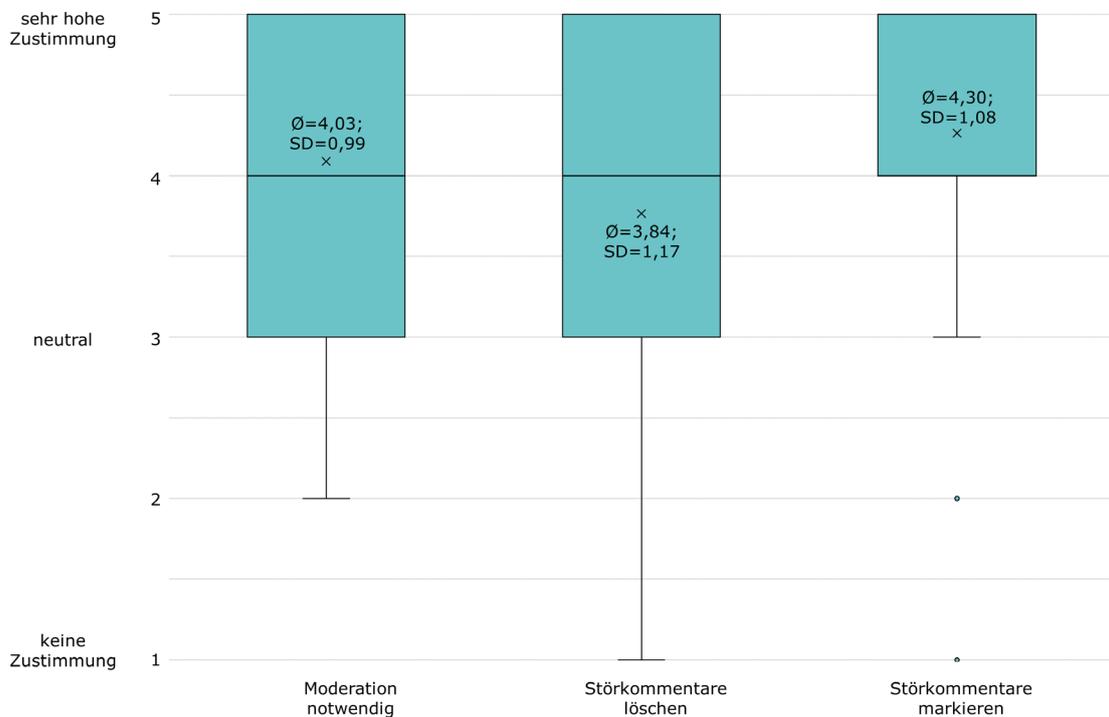
### **5.3. Dialog (FF3)**

*Forschungsfrage: Inwieweit kann Dialog zur Standortsuche für ein Endlager durch ein WebGIS ermöglicht werden?*

In der Befragung stimmten die Teilnehmer\*innen der Aussage zu ( $\bar{X}=3,56$ ;  $SD=0,94$ ), dass in einem WebGIS eine thematisch konzentrierte Diskussion möglich sei. Eine leicht höhere Zustimmung erhielt die Aussage, dass ein WebGIS Raum für Klärungsbedarf bieten kann ( $\bar{X}=3,78$ ;  $SD=0,71$ ). In der Diskussion in WS2 wurde grundlegend festgehalten, dass die Diskussion im Forum immer nur so gut sein kann, wie die Nutzer\*innen. Hier wurde argumentiert, dass es eine gemischte Gruppe aus Nutzer\*innen braucht, damit ein gegenseitiges Profitieren von unterschiedlichen Wissensständen möglich wird. Dieser Grundprämisse wurde im Plenum zugestimmt. Die Diskussionsmöglichkeit in einem Forum wurde jedoch tendenziell kritisch gesehen (WS4). So äußerten Neueinsteiger\*innen in der Diskussion, dass sie sich mit einem WebGIS wohlfühlen würden, dass sie jedoch nicht wüssten, ob die Anwendung für Expert\*innen hilfreich sei. Andere Teilnehmer\*innen hielten fest, dass die Anforderungen an ein WebGIS sehr hoch sind (WS3): Hier wurde das Spannungsfeld zwischen bloßem Informations- und Vernetzungstool und einer tatsächlichen Diskussionsplattform betont: *„Fachleute sind unterfordert von dem Tool, Tool spricht nur die breite Mitte an und vielleicht ist das auch gut so“*. Ein Expertendialog würde auf anderer Ebene stattfinden, nicht in einer virtuellen Anwendung, daher wurde bewertet, dass das WebGIS als Einstiegs- und Informationstool fungieren kann. Bei der Herstellung einer Dialogmöglichkeit wurde in der Diskussion auf die bereits existierende Plattform ‚WeChange‘ (vgl. Abbildung 2) verwiesen. Hier käme keine Diskussion zustande, da die *„Leute nicht getriggert werden sich zu äußern. Karten bei WebGIS können genau das bieten und Menschen zur Diskussion animieren“*.

Die Fähigkeit eines WebGIS, einen Dialog zu ermöglichen, wurde von den verschiedenen Teilnehmer\*innen unterschiedlich bewertet. Während einige für ein reine Karten- und Informationsanwendung argumentierten, entgegneten andere, dass die Anwendung ohne die Forumfunktion an Attraktivität verliere. Für den Diskurs wurden schon mögliche Themen vorgeschlagen, bspw. die Bedürfnisse von Gesellschaften in der Zukunft, v. a. im Kontext

von Erdgasbohrungen oder Kaliabbau. Als zusätzliche räumliche Daten wurden daher Vorkommen von Bodenschätzen vorgeschlagen. Diese Diskussion zeigt das Potenzial einer Forumsfunktion in einem WebGIS.



**Abbildung 11: Dialog: Moderation und Umgang mit Störkommentaren**

Quelle: eigene Darstellung

Die Forumsfunktion wurde als wichtigster Träger des Dialogs identifiziert, bedingt durch die Kommentarfunktion. Schnell wurde in der Diskussion die Rolle einer Moderation thematisiert, v.a. von den Teilnehmer\*innen, die bereits Erfahrungen im Standortsuchverfahren gesammelt hatten. Dabei wurde häufig auf den in Abschnitt 0 erwähnten Mailverteiler Bezug genommen, bei dem eine zielgerichtete und geordnete Diskussion nicht möglich sei und daher viele Menschen sich wieder abmeldeten. Daher argumentierten viele Teilnehmer\*innen, dass es notwendig sei, eine Moderation des Forums des WebGIS zu haben, die bei Grenzüberschreitungen einschreiten und Beleidigendes löschen kann, aber auch falsche Informationen markieren und mit Informationstexten erläutern kann (WS2). In der Befragung äußerten sich die Teilnehmer\*innen zu der Vorgehensweise bei Störkommentaren und der Notwendigkeit einer Moderationsrolle. Dabei fand die Notwendigkeit einer Moderation hohe Zustimmung ( $\bar{x}=4,03$ ;  $SD=0,99$ ). Bei den Fragen, ob Störkommentar gelöscht ( $\bar{x}=3,84$ ;  $SD=1,17$ ) oder markiert ( $\bar{x}=4,30$ ;  $SD=1,08$ ) werden sollen, stimmten die Teilnehmer\*innen mit höherer Zustimmung für die Option, dass Störkommentare markiert werden sollen (vgl. Abbildung 11).

Anforderungen an die Moderationen stellen u. a. die Entfernung obsoleter Informationen dar, um die Übersichtlichkeit innerhalb des Forums zu gewährleisten (WS2). Ebenso wäre eine Gruppierung von wiederauftretenden Nachfragen oder Kommentaren hilfreich, bspw. durch angemessene Verschlagwortung und Verlinkung (WS2). Die größte Aufgabe für eine Moderation wäre jedoch die Koordination von Fragen und Antworten, damit jede Frage

auch eine Antwort erhalten kann. Die Machbarkeit dieser Aufgabe wurde gleichzeitig hinterfragt, da dies potenziell einen hohen zeitlichen Aufwand bedeutet. Aufgrund von fehlendem Vertrauen in die staatlichen Organisationen innerhalb des Verfahrens wurde ebenfalls die Frage gestellt, wer überhaupt als Moderator einer solchen Anwendung akzeptiert würde (WS3). Diese Frage ist grundlegend, da die Moderation auch darüber entscheiden würde, was ein Störkommentar ist und was in den Bereich der freien Meinungsäußerung fällt. Vertrauen stellt dabei eine notwendige Grundlage dar, die wiederum von der Nutzergruppe der Anwendung abhängig ist. Die Vertrauensfrage ist v. a. für etablierte zivilgesellschaftliche Organisationen wichtig, jedoch weniger für Menschen, die den Prozesseinstieg schaffen wollen, da diese noch nicht in laufende Konflikte sozialisiert wurden (WS4). Der Moderation wurde eine stark strukturgebende Funktion zugeschrieben, deren Arbeit darüber entscheiden kann, ob die Anwendung als nützlich angesehen wird (WS4).

Um den Arbeitsaufwand der Moderation leisten zu können, wurden zwei Verfahrensmöglichkeiten diskutiert: (1) ein wissenschaftlicher Beirat und/oder (2) ein Wiki-Prinzip. Ein wissenschaftlicher Beirat kann die Kennzeichnung von inhaltlichen Dissensen leisten (bspw. Bewertung einer konkreten geologischen Formation), da die notwendige Expertise für qualifizierte Einschätzungen besteht. Darüber hinaus kann solch ein Beirat die Brücke zwischen Wissenschaft und Gesellschaft aufbauen. Im laufenden Verfahren kann beispielsweise das NBG eine solche Rolle ausfüllen, da das Gremium mit vielen Wissenschaftler\*innen unter anderem aus den Bereichen Geologie, Hydrologie und Geophysik besetzt ist. Zusätzlich ist eine hohe Verfahrensnähe und die damit einhergehende Vertrauensrolle gegeben.

Des Weiteren wurde diskutiert, die Moderation und Organisation eines WebGIS durch ein Wiki-Prinzip zu leisten. Dabei würde die Moderation der Anwendung von den Nutzer\*innen selbst geleistet werden (Miyazoe und Anderson 2010). Dieser Umgang, der häufig im Kontext von Commoning-Debatten geführt wird, wurde für den Umgang mit hochradioaktiven Abfällen von Themann (2022) untersucht: Dabei bezieht sie sich auf die Commons Governance von Ostrom (2013), die verschiedene Design-Prinzipien festlegt, die den gemeinsamen Umgang mit öffentlichen Gütern ermöglichen. Dazu gehören klare Grenzen, Regeln, gemeinschaftliche Entscheidungen, Monitoring und Kontrolle, abgestufte Sanktionen, Konfliktlösungsmechanismen, Anerkennung des Organisationsrechts und eine polyzentrische Governance (Themann 2022, S. 52). Dabei weist die Autorin darauf hin, dass solche gemeinsamen Handlungen nicht ohne staatliche Institutionen erfolgen müssen, sondern sich diese als Ermöglicher einbringen können, um selbstorganisierte Strukturen zu fördern. Das Wiki-Prinzip lässt sich durch die gemeinsame Verwaltung, Veränderung und Regelvergabe für ein WebGIS auch im Kontext von Commoning-Logiken durchführen. Von den Teilnehmer\*innen wurde diskutiert, inwieweit das Wiki-Prinzip helfen könnte, Störkommentaren vorzubeugen. Dabei wurden unterschiedliche Möglichkeiten diskutiert: Besonders betont wurde dabei die Wichtigkeit der Rollentransparenz beim Hervorheben von Störkommentaren oder beim Geben von Antworten, sodass sich jede\*r Nutzer\*in ein eigenes Bild davon machen kann, wie qualifiziert eine Bewertung erscheint.

Zusammenfassend einigten sich die Teilnehmer\*innen darauf, dass Fachwissen eine große Rolle in einem WebGIS spielt und zusätzlich durch einen niedrigschwelligen Ansatz der Anwendung z. B. in Bezug auf die Sprache und Übersichtlichkeit, mehr Akzeptanz erreicht werden kann. Für den Dialog wurden vor allem die Anknüpfungspunkte und Verlinkungen

als hilfreich empfunden. So soll die Beteiligung am Prozess nicht durch eine Überflutung an verschiedenen Plattformen und einer Vielzahl an Dokumenten aus unterschiedlichen Quellen erschwert werden. Die Bündelung relevanter Information ist eine komplexe und zeitintensive Aufgabe, die nicht von jedem Akteur geleistet werden kann. Genau an dieser Stelle kann ein WebGIS seine Daseinsberechtigung erfüllen und eine Struktur in die Informationsmenge bringen. Zur Ermöglichung von Dialog wurde angemerkt, dass das BASE sich zuerst eine neutral-wirkende Rolle erarbeiten müsste, um als Moderation in Frage zu kommen. Andererseits verfügt es über die Mittel, die zur Verfügung gestellt werden müssten, damit die Zivilgesellschaft die Organisation einer solchen Anwendung übernehmen kann. Die Moderationsrolle wurde dabei nicht nur als Kontrollfunktion (Störkommentare markieren, Obsoletes löschen etc.), sondern auch als Servicefunktion eingeschätzt, die Nutzer\*innen eine Struktur zum eigenständigen Aneignen von Inhalten bietet. Dabei wurden jedoch auch kritische Stimmen aus der Praxis geäußert: *„Leute wünschen sich eine Plattform, aber darüber soll niemand bestimmen, andererseits aber auch eine störungsfreie Plattform“*. Eine Teilnehmerin riet vehement von einer Forumsfunktion ab, da extreme Meinungen, aber auch starke NGOs sich dort ein Sprachrohr verschaffen können (WS4). Dennoch wurde mehrheitlich festgehalten, dass ein WebGIS erlaubt, Dialog über die eigene Blase hinaus zu ermöglichen und dabei einen guten Startpunkt für Information darstellen kann.

Für den Dialog sind auch Aspekte der niedrighschwelligen Nutzbarkeit als dem vorherigen Kapitel relevant, so stellt z. B. die einfache Sprache eine Herausforderung dar. Dies betrifft auch Menschen, die mit dem Vokabular der Endlagerstandortsuche nicht vertraut sind. Eine intensive Verlinkung mit Erklärungen kann hier Abhilfe schaffen, jedoch bedarf dies dem Willen der Nutzer\*innen sich in die Thematik einzuarbeiten, um tieferegehende Informationen zu erhalten. Für einfache Fragen (z. B. ob der eigene Wohnort noch für ein Endlager in Frage kommt) sind solch tieferegehende Kenntnisse jedoch nicht erforderlich und können bspw. über Erklärvideos oder schriftliche Tutorials beim erstmaligen Öffnen der Plattform beantwortet werden. Abschließend ist es notwendig, eine Plattform zu schaffen, welche die Möglichkeit bietet, sich niedrighschellig in das Verfahren einzufinden, Antworten auf Fragen zu erhalten, während gleichzeitig nicht zu viele Ressourcen im Verfahren gebunden werden, sodass die Verfahrenseffizienz erhalten bleibt.

#### *Kommentar der DIPRO-Begleitgruppe*

Wie zu 1. bereits ausgeführt, ist WeChange als zentrale Informations- und Diskussionsplattform in meinen Augen gescheitert. Es wäre interessant zu erfahren, ob eine an ein WebGIS angegliederte Forumsfunktion mehr Erfolg hätte.

Die Gefahr einer übermächtigen Rolle von NGO oder des Verbreitens extremer Meinungen besteht auch ohne Forumsfunktion, siehe Anmerkungen zu 5.1.

Ich fürchte, auch mit einem WebGIS wird der Dialog „über die eigene Blase hinaus“ nicht möglich sein. Aber die Blase wird sich vielleicht über bundesweit dreihundert Menschen hinaus vergrößern.

Ich finde es bedauerlich, dass das BASE immer noch aus der Perspektive des „harten Atomstaats“ (statt des „weichen Endlagerstaats“, vgl. Brunnengräber 2021) gesehen wird. Die

Rolle eines WebGIS-/Forumsbetreibers wäre dort im b-lab<sup>20</sup> am besten angesiedelt. Das NBG – meiner Meinung nach keine staatliche Organisation, sondern mit der notwendigen Neutralität und Akzeptanz ausgestattet – wäre damit völlig überfordert, rein von den Ressourcen her. Außerdem sollte man es mit einer „Aufsicht über die Aufsicht“ nicht übertreiben. (DBG #1)

## 5.4. Bewertungen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer

In der Befragung (WS2) wurden abschließend noch sechs offene Fragen zu Vor- und Nachteilen, Chancen und Hindernissen sowie wertvollen und fehlenden Funktionen eines WebGIS anhand der explorativen Anwendung gestellt. Die Ergebnisse dieser Erhebung werden im Folgenden dargelegt. Da die Eingabe unstrukturiert in Freitextfeldern erfolgte, wurden die nachfolgenden Kategorisierungen von den akademischen Akteuren vorgenommen und werden zusätzlich erklärt. Zur Veranschaulichung der Ergebnisse wurde zu jeder der offenen Fragen eine Wortwolke erstellt. Jede Wolke enthält Begriffe, die in den Antworten der Studienteilnehmer\*innen zu der jeweiligen Frage auftauchten. Dabei variiert die Größe der Schlagwörter basierend auf deren Häufigkeiten. Je größer ein Begriff erscheint, desto häufiger wurde dieser von den Teilnehmer\*innen genannt. Die Positionen der Begriffe hat keinerlei Bedeutung. Bei der Interpretation insbesondere der negativen Wortwolken (Nachteile, Hindernisse und fehlende Funktionen) muss der Kontext in dem die Begriffe genannt wurden berücksichtigt werden. So scheint ein Begriff wie „Aktualität“ zunächst keinen Nachteil darzustellen. Gemeint ist jedoch der Aufwand den es bedarf ein WebGIS im Laufe der Endlagersuche kontinuierlich zu aktualisieren, wenn neue prozessrelevante Daten und Informationen entstehen.

### *Vorteile und Nachteile eines WebGIS*

In der Befragung nach der erstmaligen Nutzung des WebGIS wurden die Teilnehmer\*innen nach Vorteilen gefragt, die sie von einer solchen Anwendung im Standortsuchverfahren erwarten. Dazu konnten offene Nennungen eingegeben werden. Es bestanden in der Länge und Ausführlichkeit keine Limitationen.

---

<sup>20</sup> Das b-lab (Beteiligungs-Labor) ist eine Abteilung des BASE, die das Planungsteam Forum Endlagersuche organisatorisch beim Veranstaltungsmanagement, Kommunikation und Community-Management unterstützen soll. Ihr primäres Einsatzgebiet ist die Unterstützung der Öffentlichkeitsbeteiligung.



**Abbildung 12: Wortwolke zu Vorteilen eines WebGIS**

Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 12 stellt die Wortwolke zu den Vorteilen eines WebGIS dar. Am häufigsten nannten die Teilnehmer\*innen als Vorteil eines WebGIS, dass Informationen zu einem bestimmten Standort (Standortinformationen) abgerufen werden und außerdem mit anderen räumlichen Informationen (bspw. zu Ausdehnung von historischen Eiszeiten oder der Bevölkerungsdichte) ins Verhältnis gesetzt werden können (Raumverhältnisse). An zweiter Stelle wurde bereits die Möglichkeit zur Diskussion im Forum basierend auf spezifischen Standortkonstellationen genannt, gefolgt von der Anschaulichkeit der Darstellungsform (Karte) sowie der Möglichkeit zum thematischen Neueinstieg, v. a. über die Verlinkung zu weiterführenden Informationsangeboten.

Als größter Nachteil wurde die fehlende Informationserklärung genannt: Darunter wird gefasst, dass diese notwendig ist, dadurch aber gleichzeitig die Komplexität der Anwendung erhöht wird. Einige Teilnehmer\*innen nannten, dass eine gewisse thematische Grundkenntnis notwendig sei, um die im WebGIS dargestellten Zusammenhänge verstehen zu können (Diskussionshürden, Wissens- und Einarbeitungsnotwendigkeit). Zusätzlich wurde die Technikhürde erwähnt, diese bezieht sich auf die intuitive Bedienung der Anwendung ohne Vorkenntnisse. In der Diskussion wurde eine Lösung vorgeschlagen: Dieser Nachteil kann durch Erklärvideos und Tutorials bspw. bei erstmaliger Nutzung adressiert werden. Ein weiterer Nachteil sei die Auslegung als 2D-Ausrichtung, da die Standortsuche eine Fragestellung ist, die dreidimensionale Aspekte berücksichtigen muss, denn sie findet nicht an der Oberfläche, sondern im tiefengeologischen Untergrund statt. Auch dieser Nachteil kann durch den Einsatz gängiger Softwarelösungen adressiert und umgesetzt werden. So bietet bspw. die BGE bereits jetzt einen 3D-Viewer<sup>21</sup> an, bei dem ausgewählte Geländeschnitte dreidimensional betrachtet werden können. Solche Anwendungen bzw. Ansichten

<sup>21</sup> [Link](#) zum 3D-Viewer der Teilgebiete (BGE).





Abbildung 14: Wortwolke zu Hindernissen eines WebGIS

Quelle: eigene Darstellung

Die Teilnehmer\*innen sahen weitestgehend ähnliche Chancen für ein WebGIS im Standortsuchverfahren. Allen voran wurde die Möglichkeit, sich vielfältig und räumlich zu informieren, genannt (mehr als 40 % der Teilnehmer\*innen), sowohl zum eigenen Wohnort als auch zu anderen Standorten und Verfahrensentwicklungen. Auch die Erleichterung des thematischen Neueinstiegs für Laien wurde als Chance für das Suchverfahren genannt. Einige Teilnehmer\*innen betonten außerdem die Möglichkeit, eine räumlich-verortete Debatte zu führen. Dabei wurde genannt, dass dies auch aufgrund unterschiedlicher räumlicher Daten an thematischer Tiefe und Fundierung gewinnen kann und neue Verknüpfung hergestellt werden können.



Abbildung 15: Wortwolke zu Chancen eines WebGIS

Quelle: eigene Darstellung

## *Funktionen eines WebGIS*

Fast die Hälfte aller Teilnehmer\*innen befand, dass die wertvollste Funktion eines WebGIS der Überblick über die geologischen Verhältnisse ist. Hauptsächlich wurden als wertvolle Funktionen verschiedene Informationen genannt, die bereitgestellt wurden, z. B. die Geologiedaten, 3D-Informationen, Nuklearanlagen (Standorte von Kernkraftwerken und Zwischenlagern) sowie Eiszeiten und administrative Grenzen. Auch das Forum und somit die Möglichkeit zum Austausch wurden als wertvolle Funktion genannt.



**Abbildung 16: Wortwolke zu wertvollen Funktionen eines WebGIS**

Quelle: eigene Darstellung

Die Antworten zu Funktionen, die dem explorativen WebGIS noch fehlen, sind weniger vielfältig als die der bisherigen offenen Fragen. Häufig wurde die Möglichkeit der dreidimensionalen Darstellung genannt, diese Funktion wird als wertvoll angesehen. Die Verlinkung zu Dokumenten und Plattformen, um das eigene Wissen zu vertiefen und die detaillierte Erläuterung von Informationen kann dazu führen, dass Neueinsteiger\*innen einfacher in den Prozess kommen können als bisher. Weiterhin wurden noch einige räumliche Daten genannt, die nicht im WebGIS wie es für die Studie implementiert wurde vorhanden waren, aber als notwendig für ein WebGIS im Endlagersuchprozess erachtet werden: Auswahlkriterien (räumlich), Bergwerk(standorte), Bodenbeschaffenheit, gesellschaftliche Daten (z. B. Landnutzung, Siedlungsentwicklungen etc.), Daten zur Regional- und Kommunalplanung, Kulturgüter, Pilotregionen und Daten zu Endlagerstandorten bzw. Planung in Nachbarländern. Darüber hinaus wurde genannt, dass eine Transparenz und Erklärung der Daten zu Beginn die Glaubwürdigkeit der Anwendung erhöhen können. Dazu wurden sowohl textuelle Informationserläuterungen als auch Einführungsvideos genannt. Einführungsvideos und 3D-Darstellungen/ Informationen tauchen sowohl in dieser als auch in der zuvor erfassten Kategorie der wertvollen Funktionen auf. Für die Teilnehmer\*innen der Studie scheinen diese Funktionen von größerer Relevanz zu sein.



**Abbildung 17: Wortwolke zu fehlenden Funktionen eines WebGIS**

Quelle: eigene Darstellung

#### *Kommentar der DIPRO-Begleitgruppe*

Interessant wäre eine Betrachtung der Freitextantworten nach den Clustern aus 5.2. Ich vermute, daraus würden die unterschiedlichen Anforderungen verschiedener potenzieller Nutzergruppen deutlich.

Alles in allem halte ich Risiken für beherrschbar, die Chancen für groß, wenn ein WebGIS als ergänzende (!) Informationssammlung und eine auf diese Informationen begrenzte Diskussionsplattform bereitgestellt wird. Den dafür zu leistenden Aufwand kann ich nicht abschätzen, deshalb auch keine Kosten-Nutzen-Analyse vornehmen. Meine Erwartung wäre allerdings, dass wegen des ohnehin schon enorm hohen Zeitbedarfs durch den Einsatz eines WebGIS keine Verzögerung des Auswahlverfahrens entsteht. Das Sammeln und Auswerten von Informationen aus dem WebGIS müsste parallel zu anderen Aktivitäten (Erheben von geologischen und gesellschaftlichen Daten, über- und untertägige Erkundung) stattfinden und diese bestenfalls lenken, wenn Aspekte aus dem WebGIS einer Analyse bedürfen. (DBG #1)

Ein etwaiges malignes Potenzial scheint mir im Fall von WebGIS nicht existent zu sein, da es primär als eine Plattform der Information sowie des konstruktiven Austausches konzipiert wurde. Es ist durchaus möglich, dass die initiale Einarbeitung in dieses Themenfeld, gerade aufgrund der geographischen Darstellung, Nutzer\*innen verunsichert und Sorgen bezüglich der eigenen Lebensrealität stimuliert. Dennoch ist davon auszugehen, dass der fachliche sowie kooperative Austausch dazu beiträgt, etwaige Ängste langfristig abzumildern. In solch einem Fall würde diese Anwendung als ein primäres Instrument der objektiven Aufklärung fungieren, welches dazu einlädt, sich konstruktiv mit anderen Mitgliedern der Gesellschaft auseinanderzusetzen. (DBG #2)

Aus meiner Sicht dient ein WebGIS erstmal als das für das es gemacht wurde: ein interaktives Informationsportal mit einem großen Potenzial. Ob und inwieweit sich daraus Risiken / Probleme ergeben zeigt sich erst im Praxisbetrieb, dafür kann ich mir verschiedenen Szenarien vorstellen, wie man die Praxistests durchführt.

Test bei Schülern, Studenten, vielleicht sogar mit verschiedenen Aufgabenstellungen.

Test bei Bürgern, bei Familien auch wieder mit den gleichen Aufgabenstellungen.

Aber eins ist sicher:

Wir werden es nie erfahren, was wäre, wenn wir es nicht versuchen.

Legt los! (DBG #3)

## 6. Diskussion

Im Verlauf der transdisziplinären Studie konnten vielfältige Aspekte eines WebGIS, von der Rolle im Verfahren über die niedrigschwellige Nutzung und die Dialogmöglichkeiten bis hin zu technischen Aspekten und Funktionen, thematisiert werden. Da es sich um eine explorative Studie handelt, bedarf es weiterhin einer Einordnung der Ergebnisse vor dem Hintergrund bestehender Literatur und der Zusammensetzung der Gruppe der Teilnehmer\*innen.

### 6.1. Ergebnisdiskussion

Ein grundlegender Diskussionsaspekt dreht sich um die Anmerkung eines Teilnehmers im WS2. Dabei erklärte dieser, dass es notwendig sei, die Verfahrenseffizienz nicht zu verringern und eine „*Verschlimmbesserung*“ zu vermeiden, das heißt, dass bei der Vielzahl an bestehenden Plattformen eine gründliche Überlegung notwendig sei, ob es eine ‚zusätzliche‘ Plattform wirklich benötige. Dies bezog sich auch darauf, dass die Plattform ‚WeChange‘ bereits als Verbesserung eingeführt wurde und nun nicht genutzt wird und dennoch eine weitere Plattform darstellt. Im Folgenden wurde diskutiert, ob es eine weitere Anwendung wie dem WebGIS wirklich benötigt und wie der Organisations- und Moderationsaufwand im Verhältnis zum Nutzen stehen. Im StandAG werden im §1 (2) die Ziele eines partizipativen und transparenten Verfahrens definiert. Derzeit kann davon jedoch noch nicht vollumfänglich die Rede sein, wie die Ausführungen von Schwarz et al. (2021a) zur Fachkonferenz Teilgebiete zeigen. In ihren Ausführungen legen die Autor\*innen dar, dass die Teilnehmerzahlen an den partizipativen Formaten konstant zurückgehen und es daher neue Impulse und Möglichkeiten benötigt, um die Endlagerung aus der Position als Nischenthema zu einem gesellschaftsrelevanten Thema zu entwickeln. Hierbei kann das WebGIS dazu dienen, neue Menschen aus der Bevölkerung anzusprechen. Denn anders als bei Präsenz-Veranstaltungen mit feststehenden Terminen bietet ein WebGIS die Möglichkeit, selbst zu bestimmen, wann, wo und wie man sich mit dem Thema der Endlagerung befassen möchte. Bestehende Veranstaltungen zum Prozesseinstieg, bspw. die monatlich stattfindende Veranstaltung des BASE, „Mitgestalter:innen gesucht – Basics zur Endlagersuche“<sup>22</sup>, sind fest terminiert, wodurch sich eine Hürde für Menschen ergibt, welche diese Termine nicht realisieren können.

Zusätzlich besteht die Möglichkeit, über die Forumsfunktion Eingaben zu tätigen und Nachfragen zu stellen, die wiederum als Anregung innerhalb der staatlichen Stellen verstanden werden können. Damit diese jedoch nicht überlastet werden, kann ein wissenschaftlicher Beirat helfen, eine adäquate Vorqualifizierung der Eingaben durchzuführen. Aspekte, die von diesem Beirat nicht aufgelöst bzw. geklärt werden können, werden dann an die BGE und das BASE weitergeleitet, so wie es bereits bei den Ergebnissen der Fachkonferenz Teilgebiete geschehen ist. Dadurch kann die Anwendung sinnvoll in das laufende Verfahren eingebettet werden. Damit könnte den Hinweisen von Schlossberg und Shuford (2005)

---

<sup>22</sup> [Link](#) zur BASE-Veranstaltung «Mitgestalter:innen gesucht – Basics zur Endlagersuche»

nachgekommen werden, dass die Sinnhaftigkeit eines partizipativen WebGIS davon abhängig ist, ob der Aspekt der Teilhabe sinnstiftend und ernsthaft umgesetzt wird.

Eine gelungene Einbettung in das laufende Verfahren ist ebenfalls vom Vertrauen in die organisierende Institution abhängig. Wie während den Workshops bereits diskutiert wurde, genießen nicht alle Akteure das Vertrauen der Beteiligten. So hat bspw. das BASE noch Potenzial, sich als ergebnisoffener Akteur zu entwickeln (Aussagen aus Workshops). Aber auch die zivilgesellschaftlichen Akteure genießen nicht das uneingeschränkte Vertrauen aller anderen Beteiligten, da es hier häufig um politische Positionierungen geht. Damit das WebGIS als neutrale Plattform zum reinen Austausch über Fragen und zielführende Anmerkungen angesehen wird, bedarf es der Beilegung solcher gesellschaftlichen Streitpunkte. Wie von Themann (2022) gezeigt, finden Commoning-Logiken vereinzelt Eingang in die Standortsuche für ein Endlager. Wenn die Design-Prinzipien<sup>23</sup> (Themann 2022, S. 52) konsequent umgesetzt werden, kann die Anwendung Legitimation durch Anerkennung der Beteiligten erfahren. An dieser Stelle kann sich beispielsweise eine freiwillige Arbeitsgruppe im laufenden Verfahren finden, die eine organisatorische Funktion für die Erstellung des WebGIS übernimmt. Eine solche Arbeitsgruppe sollte von den Beteiligten des Verfahrens unterstützt werden, um etwaige Akteure, die eine solche Gruppe aus Geltungsdrang oder zur Verbreitung spezifischer Meinungen unterwandern könnten, entgegen zu wirken. Wichtig ist dabei, dass staatliche Institutionen von diesem Prozess nicht ausgeschlossen werden, da von deren Bereitschaft und Wohlwollen die Inklusion der gesammelten Eingaben in das Verfahren abhängt. Eine gemeinsame Lösung hat damit eher das Potenzial, eine sinnvolle Implementierung im Verfahren darzustellen.

Die Schlüsselrolle beim Betreiben des WebGIS nimmt jedoch die Moderation ein. Hierbei bleiben die folgenden Fragen bislang offen: Wer übernimmt die Rolle der Moderation? Welche Privilegien und Limitierung erfährt die Moderation? Ein weiterer stark diskutierter Punkt war, wer diese überhaupt zeitlich und ressourcentechnisch leisten kann und welche Aufgaben diese umfasst? Während der Workshops wurde das Wiki-Prinzip als vielversprechend empfunden, wengleich hier auch noch weiterhin ungeklärte Fragen bestehen. Generell kann es helfen, größtmögliche Transparenz walten zu lassen: Dies bedeutet, dass die Beitragenden und Involvierten sich persönlich auf der Plattform bewegen und nicht durch Anonymität geschützt sind. Dadurch können deren institutionelle Anbindungen bzw. Verbindungen oder anderweitige Hintergründe und Interessenslagen offengelegt werden. Somit lassen sich Einschätzungen, Bewertungen und Kommentare von allen Nutzer\*innen präziser beurteilen. Dies würde jedoch bedingen, dass der Schutz der Persönlichkeiten im virtuellen Raum anderweitig gewährleistet sein muss. Dies kann beispielsweise über die Nutzung der Forumsfunktion durch einen personifizierten Account erfolgen, sodass bei Regelverstößen und -verletzungen ggf. ein Ausschluss erfolgen kann.

Solche Fragen können in einer einleitenden Phase in einem Bürgerforum deliberativ ausgehandelt werden. Hierbei haben die Fachkonferenz Teilgebiete und auch die dazwischenliegenden Diskussionsformate bewiesen, dass solche Vorgänge möglich sind (Schwarz et

---

<sup>23</sup> Die Designprinzipien lauten: klare Grenzen, Regeln, gemeinschaftliche Entscheidungen, Monitoring und Kontrolle, abgestufte Sanktionen, Konfliktlösungsmechanismen, Anerkennung des Organisationsrechts und eine polyzentrische Governance (Themann 2022, S. 52).

al. 2021b; Themann et al. 2021). Dabei bedarf es vor allem an Transparenz bei der Ausrichtung der Moderation, damit Zensur vermieden wird.

Ein abschließender, stark diskutierter Punkt betrifft die Daten, die zur Verfügung gestellt werden. So beschreibt Crampton (2001), dass Karten als soziale Konstrukte keine neutralen Informationen darstellen können und somit ebenfalls Machtpraktiken unterliegen. Er schlägt dazu vor, dass Karten als Kommunikationsmedien verstanden werden. Durch die Forumsfunktion und eine möglichst große Datentransparenz kann diesem Verständnis gefolgt werden. Denn durch die bestehende Kommunikationsmöglichkeit wird die Karte nicht mehr als feststehender Fakt wahrgenommen, sondern als dynamische und sich verändernde Datengrundlage. Da die Nutzer\*innen einer WebGIS Karte diese auf unterschiedliche Art und Weise ‚lesen‘ und die darin erhaltenen Informationen aufnehmen (Kent 2017), ist deren Debattierbarkeit notwendig. Insofern also Daten eingebracht werden, deren Ursprung und Darstellungsmotivation nicht geklärt ist, kann dies über die Forumsfunktion debattiert und durch eine flachhierarchische Organisation der WebGIS Verwaltung (siehe Wiki) können Änderungen vorgenommen werden.

#### *Kommentar der DIPRO-Begleitgruppe*

Das Thema Verfahrenseffizienz stellt sich möglicherweise vor dem Hintergrund der veränderten Zeitplanung anders dar. Die bisherigen Informationen dazu habe ich so verstanden, dass der kritische Pfad eher mit Geologie zu tun hat als mit dem partizipativen Verfahren. Wenn es also aus Kapazitätsgründen nicht möglich ist, mehr als zwei oder drei Regionen zeitgleich zu erkunden, bleibt für eine Öffentlichkeitsbeteiligung mehr Zeit.

Bezüglich eines möglichen Forums halte ich es für wichtig, die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Nutzergruppe offenzulegen, um Beiträge richtig einschätzen zu können. Am liebsten wäre mir ein Klarname plus Angabe der Akteursgruppe, zum Beispiel BASE, BGE, Landrat in einer Standortregion, Anbieter geologischer Dienstleistungen, Mitglieder einer Bürgerinitiative. Mir ist klar, dass das nicht in allen Fällen funktionieren wird (scheinbar neutrale „Strohleute“), aber es wäre zumindest ein Anspruch. (DBG #1)

Da es sich hierbei um ein Thema von emotionaler Tragweite handelt, ist es denkbar, dass Kritiker\*innen der Anwendung mangelnde Objektivität vorwerfen, gerade in Bezug auf etwaige Moderationstätigkeiten. Hier wird es darauf ankommen, so transparent wie nur möglich zu agieren und, sofern dies auf eine konstruktive Weise möglich ist, das proaktive Gespräch zu suchen. Ungeachtet dessen ist selbstverständlich davon auszugehen, dass sich Dispute nicht immer vermeiden lassen. Gleichzeitig spiegelt dies aber auch das gesamtgesellschaftliche Klima in einem demokratischen System wider und vermag erst etwaige Konsenshandlungen zu initialisieren. (DBG #2)

## 6.2. Methodikdiskussion

Die Studie wurde mithilfe des transdisziplinären Forschungsansatzes im Workshop-Format durchgeführt. Diese klassische transdisziplinäre Methode wurde gewählt, da sich das Vorgehen gut online umsetzen lässt, was bedingt durch die COVID-19 Pandemie notwendig war. Außerdem stellte diese Studie auch für die Forscher\*innen den ersten Versuch eines transdisziplinären Forschungsansatzes dar, wodurch sich ebenfalls eine gut dokumentierte Methode anbot. Obwohl es bereits geoinformatische Studien gab, die sich als transdisziplinäre Studien betitelten, wurden häufig deren transdisziplinäre Verständnisse nicht dargelegt oder nur im Sinne von *Citizen Science* durchgeführt. Die dargelegte Studie stellt somit einen ersten Ansatz dar, wie Transdisziplinarität in geoinformatischen Fragestellungen umgesetzt werden kann. Während sich die Herangehensweise durch einen hohen Aufwand auszeichnet, der aktiver Absprachen mit nicht-akademischen Akteuren bedarf, bietet sich gleichzeitig die Möglichkeit, die eigenen akademischen Grenzen zu erweitern und neue Perspektiven zu inkludieren.

Dabei muss jedoch bedacht werden, dass durch die *Ten Steps* (siehe Kapitel 4 WS 1) lediglich Akteure gewählt werden, die vermeintlich mehr zu der Beantwortung einer Forschungsfrage beitragen können als andere. Im Rahmen der Endlagerstandortsuche wird häufig diskutiert, wie mit Menschen umzugehen ist, die in der Zukunft betroffen sein werden, bislang aber noch keinerlei Berührungspunkte mit dem Verfahren hatten (Schwarz 2022). In vielen Forschungsvorhaben werden genau diese Menschen nicht berücksichtigt, da deren Betroffenheit gegenwärtig lediglich hypothetisch ist und eine Erreichbarkeit daher herausfordernd ist. Ein Gegenbeispiel bietet die Studie von Campos (2021) zur Repräsentation von künftigen Generationen durch sogenannte Stellvertreter\*innengremien. Dies wirkt sich auf die Forschungsergebnisse aus, wobei jedoch keine Bewertung abgegeben werden kann, ob dies ein negativer oder positiver Effekt ist. Die Teilnehmer\*innen der WebGIS-Studie zeichneten sich zu großen Teilen durch deren Nähe zum Standortsuchverfahren aus, oder aber wenigstens durch deren akademische Sozialisierung (bspw. als Student\*innen oder Promovierte, die aber keine Berührungspunkte mit der Endlagerung hatten). Daher konnten in dieser Studie keine Menschen berücksichtigt werden, die marginalisiert sind oder als Minderheiten gelten. Die Akquirierung der insgesamt 19 Teilnehmer\*innen (ergänzend zur DBG) erfolgte durch persönliche Ansprache vor allem via E-Mail. Die Personen waren vorher durch die Teilnahme an diversen Veranstaltungen zur Endlagesuche bekannt. Dies kann zu einem Bias bei der Auswahl geführt haben. Allerdings zeigte sich im Laufe des TRANSENS Projektes, dass eine offene Akquise, auch über bezahlte Institute, zu sehr geringen Anmeldungen führt. Für die produktive transdisziplinäre Arbeit ist daher rückblickend eine persönliche Ansprache von großem Vorteil gewesen.

In transdisziplinären Studien ist ein flachhierarchisches Verhältnis zwischen akademischen und nicht-akademischen Akteuren notwendig, damit ein gleichberechtigtes Beitragen ermöglicht wird. Zusätzlich müssen sowohl die Bedürfnisse intro- als auch extrovertierter Personen angesprochen werden. Dazu wurden von den akademischen Akteuren in der Workshop-Konzeption unterschiedliche Formate genutzt, um Diskussionen zu ermöglichen, z. B. stille Diskussionen auf Miro-Boards, Kleingruppendiskussionen, Plenumsdiskussionen, aber auch stille Arbeiten mit dem explorativen WebGIS und das Ausfüllen von Fragebögen. Im WS3 trugen bspw. einige Akteure vermehrt zur mündlichen Diskussion bei, wohingegen sich alle Akteure an der stillen Diskussion beteiligten. Durch neuartige Formate können

dabei kommunikative Barrieren abgebaut werden, sodass alle Teilnehmer\*innen zur Diskussion beitragen. Im abschließenden WS4 äußerten Teilnehmer\*innen, dass es *„insgesamt eine sehr sachliche und sehr ruhige Diskussion war. Es wurden auch viele freie Ideen und Gedanken geäußert, also nicht zu starr gedacht“*. Hierin liegen die Vorteile des transdisziplinären Ansatzes. Die DBG, die als intensivster transdisziplinärer Akteur in der Studie aufgetreten ist, wurde im Nachgang zusätzlich zum methodischen Vorgehen befragt. Dabei fiel vor allem die Bewertung der Professionalität der Studiendurchführung positiv aus, aber auch die Rückmeldungen zur Frage, ob der Workshop zum Nach- und Weiterdenken angeregt hat (Hölzle 2022)<sup>24</sup>. Zusätzlich wurden die Veranstaltungen positiver bewertet, wenn sich das Gespräch authentisch entwickelt und vom Dozieren abwich, sodass die DBG stärker gefordert war, als lediglich in der Rolle der Zuhörerschaft zu verweilen (Hölzle 2022).

In dieser Studie sollte insbesondere die DBG zum Co-Design beitragen. Die Mitglieder der Gruppe trugen viele Ideen für die Umsetzung des WebGIS bei und konnten sich recht systematisch auf die drei Forschungsfragen festlegen. Herausfordern war vornehmlich der Zeitbedarf. Da die DBG viele Aufgaben im TAP DIPRO übernimmt, musste darauf geachtet werden, mit möglichst wenigen Treffen alle Schritte der Studie zu durchlaufen. Daher mussten einige Abstriche gemacht werden, wodurch z. B. die finale Ausformulierung der Forschungsfragen von der Forscher\*innen übernommen und von der DBG nur bestätigt wurde. Auch bei der Implementierung des WebGIS hätte man versuchen können die DBG stärker einzubeziehen, beispielsweise durch gemeinsame Erstellung von Prototypen. Rückblickend könnte man außerdem hinterfragen, ob es nicht hilfreich gewesen wäre, bereits in den ersten Phasen der Studie weitere td-Akteure in das Design der Studie einzubinden. Die Entscheidung gegen ein solches Vorgehen ist auf den frühen Start der WebGIS Studie im Verlauf des TRANSES Projektes zurückzuführen. Ziel war es, durch die gemeinsame Arbeit mit der DBG ohne weitere Teilnehmer\*innen, das Verhältnis zwischen den Forscher\*innen und der DBG zu stärken.

Co-Produktion wurden in den Phasen, in denen alle td-Akteure eingebunden wurden, vorgenommen. Herausfordern stellt sich insbesondere die gemeinsame Auswertung der erhobenen Daten dar. Da die Erfahrung der unterschiedlichen Akteure mit der Auswertung von Daten, egal ob qualitativ oder quantitativ, sehr divergierte, wurden Teile der Auswertung interdisziplinär vorgenommen wie z. B. die Durchführung der Clusteranalyse. Möglicherweise hätte man an diesem Punkt anders vorgehen können, um die Ergebnisse nicht nur mit den td-Akteuren zu diskutieren. Dazu wäre allerdings sehr viel mehr Zeit und wahrscheinlich auch ein persönliches Treffen notwendig gewesen, um die Daten gemeinsam aufzubereiten. Gleichzeitig sind die qualitativen Ergebnisse, die in den Diskussionen erzeugt wurden, sehr umfangreich und liefern viele neue Aspekte, die in der rein interdisziplinären Auswertung nicht zum Tragen gekommen wären.

Zusammenfassend ist der transdisziplinäre Forschungsansatz aufwändiger als eine lediglich interdisziplinäre Forschung. Bezüglich des Mehrwerts können an dieser Stelle keine Aussagen gemacht werden, da keine interdisziplinäre Vergleichsstudie durchgeführt wurde (wobei auch lediglich eine eingeschränkte Vergleichbarkeit möglich wäre). Die beteiligten

---

<sup>24</sup> Im Rahmen der transdisziplinären Forschungsprojekte von TRANSENS wird eine sogenannte Begleitforschung durchgeführt, die die transdisziplinäre Forschung an sich beforcht. Weitere Informationen zur Konstellation dieser Transdisziplinaritätsforschung in TRANSENS finden Sie unter [diesem Link](#).

nicht-akademischen Akteure (inkl. DBG) wurden abschließend gefragt, was sie aus der Studie mitnehmen konnten. Dabei wurde positiv hervorgehoben, dass das gemeinsame Ausloten von Optionen einen Mehrwert habe, der bei anderen Studien nicht unbedingt gegeben ist. Auch die Diskussionen mit anderen Teilnehmer\*innen mit anderen Hintergründen wurde positiv hervorgehoben. So antwortete eine Teilnehmerin, dass sie die „*Wertschätzung gegenteiliger Meinungen als eine Bereicherung des Diskurses*“ erlebte.

#### *Kommentar der DIPRO-Begleitgruppe*

Für mich war die WebGIS Studie insofern besonders interessant, als die Ergebnisse greifbarer waren als bei den anderen Aufgaben der DBG. Die Möglichkeit, hier zu kommentieren, betrachte ich als besondere Wertschätzung und Vertrauensbeweis. Vielen Dank dafür. (DBG #1)

Die Kooperation erlebte ich als durchweg konstruktiv sowie wertschätzend, zumal rasch ersichtlich wurde, dass es den Teilnehmenden ein veritables Anliegen war, das Potenzial der Anwendung zu fördern, um so auch den gesamtgesellschaftlichen Diskurs zu stimulieren. Ungeachtet der heterogenen Zusammensetzung erlebte ich den Austausch als allzeit offen, sodass sich die gemeinsamen Meetings als vergleichsweise kurzweilig erwiesen. (DBG #2)

## 7. Konklusion: Impulse für das laufende Standortauswahlverfahren in Deutschland

Das in dieser Studie genutzte WebGIS stellt eine explorative Anwendung dar, die nicht für den Gebrauch im laufenden Standortauswahlverfahren gedacht ist. Um eine angemessene Funktionalität und Professionalität zu gewährleisten, ist das Einpflegen in bestehende Strukturen notwendig, die aufgrund der Position von TRANSENS als Forschungsverbund, der anwendungsorientierte Grundlagenforschung betreibt, ausgeschlossen ist. Für die Akteure, die im Standortsuchverfahren involviert sind, können wir aus der transdisziplinären Studie daher Impulse ableiten, die sich aus den Workshops, den anschließenden Umfragen und der Prämisse ergeben, dass die Verfahrenseffizienz durch solch eine Anwendung erhöht wird.

Basierend auf der durchgeführten transdisziplinären Studie können wir folgende Impulse für ein WebGIS im Standortsuchverfahren für ein Endlager in Deutschland ableiten:

- **Zielsetzung und Rolle:** Ein WebGIS kann zunächst die Rolle einer Informationsplattform einnehmen. Dabei ist es wichtig, dass auf dieser transparent mit Daten Grundlagen und Begründungen umgegangen wird, warum gewisse Daten inkludiert werden. Damit hierin ein Mehrwert gegenüber den anfangs gezeigten, bestehenden Plattformen besteht, ist es wichtig, dass nicht nur endlagerrelevante Daten (z. B. Teilgebiete), sondern auch weiterführende geologische Daten (Erdbeben), hydrogeologische Daten (Grundwasser), Umweltdaten (Eiszeiten, Meeresspiegelanstieg), gesellschaftliche Daten (Bevölkerungsdichte, Siedlungsentwicklung, Kulturstätten, Landnutzung) und Daten zu kerntechnischen Anlagen (Standorte von Kernkraftwerken und Zwischenlagern) dargestellt werden. Ebenso ist eine klare Zielsetzung notwendig, um die Rolle im Suchverfahren zu schärfen. Somit kann sichergestellt werden, dass sich die Anwendung als langfristige und kontinuierliche Plattform im Verfahren etabliert und einen hohen Mehrwert darbietet. Zunächst stellt ein WebGIS eine Informationsplattform dar, jedoch bedürfen Informationen in Kartenform immer der Diskussion, damit diese nicht als abgeschlossene Fakten aufgenommen werden. Daher ist ein moderiertes Forum unerlässlich, um eine vertrauenswürdige Plattform aufzubauen. Für die Zielsetzung bedeutet dies, dass über die Plattform Impulse oder Hinweise aufgenommen werden, die dem Ziel, den Standort mit der bestmöglichen Sicherheit für ein Endlager in Deutschland zu finden, zuträglich sind.
- **Zielgruppe:** Als Zielgruppe können Neueinsteiger\*innen und interessierte Menschen gesehen werden. Eine klare Definition ist hilfreich, um die Anwendung verstärkt auf die Bedarfe einer solchen Zielgruppe abzustimmen – dies ist vor allem für die Sprache der Anwendung, deren Komplexität und Erklärungen notwendig. Nichtsdestotrotz können auch Expert\*innen aus verschiedenen Disziplinen ein WebGIS nutzen, um neue Impulse zu sammeln oder eigene Meinung und Bewertung zu Fragen oder Diskussionen abzugeben. V. a. für Neueinsteiger\*innen in das Standortsuchverfahren kann ein WebGIS dabei eine ermächtigende Wirkung entfalten, da Nutzer\*innen sich in eigener Geschwindigkeit und einem selbst wählbaren Grad an Detaillierung mit dem Thema beschäftigen können, ohne dabei an zeitliche, terminliche oder örtliche Begrenzungen gebunden zu sein. Für Expert\*innen kann

ein WebGIS als Übersicht dienen. Generell wird der Mehrwert eines WebGIS als Ort für Expertenaustausch jedoch eher kritisch gesehen. Für Neueinsteiger\*innen ist die Möglichkeit zur Nachfrage jedoch notwendig. Eine erste Abhilfe können intensive Verlinkungen zu weiterführenden Dokumenten und bestehenden Informationsplattformen schaffen, zusätzlich hilft die Fragefunktion, einen Großteil der Fragen klären zu können.

- **Moderation:** Das Forum bedarf der Moderation, um dessen Funktionalität und Übersicht gewährleisten zu können und einen inhaltlich zielgerichteten Diskurs zu ermöglichen. Dabei kann v. a. das Wiki-Prinzip in Verbindung mit Ansätzen aus dem Commoning (z. B. selbst gegebene, verbindliche Regeln und gestufte Sanktionen) eine gewinnbringende Verbindung darstellen. Eine klare und transparente Rollenzuweisung der Nutzer\*innen ist eine Voraussetzung, um einen vertrauensvollen Dialog zu führen.
- **Transparenz:** Neben der Transparenz über Datengrundlagen, Datenquellen und die Nutzer\*innen der Plattform ist es möglich, Transparenz zu Arbeitsständen und Datenlagen herzustellen. Bei den geologischen Daten gibt es unterschiedlich präzise Daten, bspw. aus realen Bohrungen, oder aber aus der Grundlagenliteratur. Diese unterschiedlichen Datenlagen können in einem WebGIS dargestellt werden, bspw. durch Schraffuren oder unterschiedliche Transparenzgrade. Somit ist es einfacher und auf einen Blick ersichtlich, wie belastbar die Daten zu einem Teilgebiet oder später einer Standortregion zu einem gewissen Zeitpunkt sind. Zusätzlich können Erklärvideos und -dokumente (die bereits existieren) weiterhin verknüpft werden, damit Menschen, die Informationen unterschiedlich aufnehmen (bspw. vermehrt auditiv) ebenfalls ihren präferierten Weg der Informationsaufnahme nutzen können.
- **Niedrigschwelligkeit:** Endlagerung ist ein komplexes sozio-technisches Projekt und daher für Neueinsteiger\*innen nicht ohne Weiteres verständlich. Um dennoch Niedrigschwelligkeit zu gewährleisten, ist es notwendig, eine möglichst einfache Sprache zu nutzen. Während es sinnvoll sein kann, die tatsächlichen Begrifflichkeiten aus dem Verfahren zu nutzen (bspw. repräsentative vorläufige Sicherheitsuntersuchung) ist es für die Erklärung umso bedeutsamer, eine leichte, aber nicht infantile Sprache zu wählen. Dieser Bedarf wurde bereits auf der Fachkonferenz Teilgebiete in der AG Endlagerdidaktik diskutiert (BASE 2022b). Dieser Bedarf besteht nach wie vor und kann im Rahmen eines WebGIS adressiert werden. Gleichzeitig kann die Anwendung auch in andere Sprachen übersetzt werden, bspw. die Sprachen der Anrainerstaaten (bspw. Französisch, Niederländisch, Dänisch, Polnisch, Tschechisch) oder Sprachen, die von Bevölkerungsteilen in Deutschland gesprochen werden (bspw. Türkisch, Arabisch, Russisch, Ukrainisch). Je nachdem, wie der Fokus der Anwendung gesetzt werden soll, muss darauf geachtet werden, dass die Niedrigschwelligkeit nicht im Konflikt zur Nutzbarkeit für Expert\*innen steht.
- **Kontinuität:** Bei angemessener Umsetzung kann ein WebGIS über einen langen Zeitraum kontinuierlich betrieben werden. Dies ist vor allem für die Verfahrensschritte und deren Nachvollziehbarkeit interessant, aber auch dadurch, dass die Anwendung über die Zeit wie eine Bibliothek wachsen kann und sich ständig den Bedürfnissen des Verfahrens und der Nutzer\*innen anpasst. V. a. aus dem Blickwinkel der intergenerationalen Gerechtigkeit kann hierbei Kontinuität hergestellt

und die Anwendung zur Vermittlung über die Zeit hinweg eingesetzt werden, quasi als eine Art Zeitzeuge des Verfahrens (vgl. Schwarz 2022).

- **Konflikte:** Das Forum bietet Raum, seine eigenen Ansichten und Meinungen kundzutun. Hierbei hat die Moderation die Aufgabe, mögliche Konflikte zu befrieden oder anderweitige Maßnahmen zu ergreifen. Gleichzeitig kann die Anwendung auch dazu dienen, Konfliktlinien im Vorfeld zu erkennen. Hierin liegt eine Chance, die im Verlauf des Verfahrens eine wertvolle Grundlage zum Konfliktumgang bilden kann.
- **Funktionen:** Die Darstellung von möglichst vielfältigen räumlichen Daten, die einen Bezug zur Endlagerung haben, ist wichtig. Dazu gehören bspw. die Teilgebiete, damit sich jede\*r Nutzer\*in zugleich darüber informieren kann, ob die eigene Region noch als Standort in Frage kommt. Darüber hinaus sind jedoch auch weitere Daten wichtig, die eine eigene Einordnung erlauben (siehe Aspekt Rolle). Zusätzlich bedarf es einer dreidimensionalen Ansicht, insofern dafür entsprechende Daten vorhanden sind. Auch Verlinkungen zu Dokumenten auf bestehenden Plattformen vom BASE, der BGE, dem NBG, aber auch zivilgesellschaftlichen Organisationen können wertvolle Hinweise und Interpretationsmöglichkeiten bieten. Hier sollen keine Perspektiven ausgeschlossen werden, auch wenn diese konträr sind zur Meinung der staatlichen Institutionen. Zur Nutzbarkeit sollen Einführungsvideos (zur Anwendung und zur Endlagerstandortsuche) und Tutorials angezeigt werden, diese sollen auch nach der erstmaligen Nutzung möglichst einfach in der Anwendung auffindbar sein. Eine weitere Kernfunktion stellt das Forum dar, damit die Inhalte der Karte reflektiert und debattiert werden kann. Außerdem können hier Nachfragen gestellt werden.
- **Akteure:** Neben den regulären Nutzer\*innen bedarf es organisierender Akteure, welche die Ressourcen haben, das entsprechende WebGIS zu hosten. Weil die BGE bereits mit professionellen Geoinformationssystem-Produkten arbeitet, könnte diese eine gute Anlaufstelle für die administrative Verwaltung des WebGIS sein, da hierfür das technische Wissen zum Aufsetzen und Verwalten eines solchen Systems notwendig ist. Die inhaltliche Verwaltung ist jedoch im Sinne des Commoning auf mehrere Akteure zu verteilen. Diese können bspw. in einem Bürgerforum ausgehandelt werden. Dies hat bereits in der Vorbereitung des Forums Endlagersuche funktioniert (BASE 2022a) und kann in einem ähnlichen Verfahren wiederholt werden. Dabei sind Aspekte wie Ressourcen und Überlastung zu berücksichtigen. Wichtig ist, dass – trotz Misstrauens – keine Akteure ausgeschlossen werden, um den höchsten Grad an Legitimität erreichen zu können.
- **Wiki:** Als Betriebsmodus kann ein gemeinschaftliches Wiki-Prinzip zur Anwendung kommen. Dabei verwalten die Nutzer\*innen die Anwendung gemeinschaftlich, können Beiträge selbstständig als Störung markieren und bearbeiten (Miyazoe und Anderson 2010). Dies wird bei Wikis für gewöhnlich von Nutzer\*innen getan, die als Administrator\*innen gekennzeichnet sind. Dieses Prinzip kann für das WebGIS übernommen werden. Zusätzlich kann eine Bewertung von Beiträgen vorgenommen werden, sodass die Moderation bei der Kennzeichnung von Störkommentaren entlastet wird. Den Nutzer\*innen kann dann z. B. die Möglichkeit gegeben werden, als Störung gekennzeichnete Kommentare auszublenden. Eine technisch festgelegte Grenze von Meldungen durch unterschiedliche Nutzer\*innen kann dann z. B.

dafür genutzt werden, dass ungewollte Kommentare automatisch ausgeblendet werden.

- **Digitale Identität:** Um Transparenz im Forum herzustellen, kann es hilfreich sein, dass Nutzer\*innen, die die Plattform als Diskussionsort bzw. zum Stellen von Fragen nutzen wollen, sich einen Account anlegen. In diesem können dann personenbezogene Informationen hinterlegt werden, die die Glaubwürdigkeit eines Nutzers erhöhen. Ob Nutzer personenbezogene Daten für eine Anmeldung hinterlegen müssen ist eine Abwägungsfrage. Die Freiwilligkeit dieser Informationsangabe kann wichtig sein, um potenzielle Nutzer\*innen nicht bereits bei der Anmeldung zu verlieren. Dem gegenüber steht die Transparenz auf einer solchen Plattform. Zur Account-Erstellung sollte mindestens die E-Mailadresse angegeben werden. Diese muss in der Anwendung selbst jedoch nicht angezeigt werden. Über diese Profile können sich langfristig aktive Nutzer\*innen den Status eines Administrators (bspw. durch positive Bewertungen bei Erklärungen) erarbeiten, oder aber ihren Antworten durch Angabe ihres professionellen Hintergrunds mehr Fundierung verleihen.

Zusammenfassend bietet ein WebGIS vielfältiges Potenzial dafür, bisher unbeteiligte Menschen auf eine niedrigschwellige Art und Weise in das Verfahren zu integrieren. Dazu wurde erstmalig eine transdisziplinäre Studie im Bereich einer geoinformatischen Fragestellung durchgeführt. Neben der DBG wurden auch weitere nicht-akademische Praxisakteure in insgesamt vier Workshops eingebunden. Ein Teilnehmer merkt an, dass *„ein WebGIS im Verfahren insbesondere für Newcomer wünschenswert ist und im gesamten Verfahren stärker zielgruppenorientiert gedacht werden muss“*. Eine enge organisatorische Verflechtung eines WebGIS ist eine notwendige Bedingung für die erfolgreiche Etablierung im Verfahren, damit diese sinnvoll und ernsthaft geschehen kann. Gegebenenfalls kann die Organisation einer solchen Anwendung auch (bspw. über Ausschreibungen an Start-ups) ausgelagert werden. Abschließend merkte eine Teilnehmerin an, dass das *„WebGIS ein sehr dynamisches Tool wird, das die Visualisierung der Standortauswahl des Endlagers ermöglicht“*.

#### Abschlusskommentar der DIPRO-Begleitgruppe

Ein WebGIS eignet sich auch als Tool für den Unterricht an Schulen, je nach Altersstufe und Wissensstand komplexer aufgebaut, um Schüler an das Thema Endlager suche heranzuführen.

Für die Moderation ist es auch denkbar, dass der Einsatz von KI (künstlicher Intelligenz) als Filter die Moderation etwas erleichtert.

Bei Veranstaltungen mit Bürgern ist ein WebGIS ein ideales Präsentationsinstrument, mit dem man sehr anschaulich die Endlagerthematik darstellen kann und einen sehr effektvollen Einstieg in Diskussionen erhält. Gleichzeitig fördert die vielseitige Verwendung auch die kontinuierliche Nutzung.

Mit einem WebGIS als Grundlage lassen sich auch andere Themenschwerpunkte wie z.B. Klimaerwärmung und der daraus resultierende Meeresspiegelanstieg visualisieren. (DBG #3)

Ich teile weitestgehend die Schlussfolgerungen von Paula Bräuer und Lucas Schwarz. Lediglich beim Wiki-Prinzip für das Forum bin ich skeptisch: Wer sind die „Administratoren“, wie werden sie bestimmt, aus welcher Rolle heraus nehmen sie die Funktion wahr bzw.

können sie diese Rolle von der Rolle als neutrale Administratoren trennen? Selbst für ein kompensiertes Ehrenamt scheint mir die Aufgabe zu groß. (DBG #1)

Um dieser Verantwortung gerecht zu werden, werden die Organisator\*innen dafür zu sorgen haben, dass der Pool an potenziellen Moderatoren eine adäquate Größe aufweist, um wirksam mit den regulären Nutzer\*innen interagieren sowie die Plattform modifizieren zu können. Hiervon wird abhängen, ob die Anwendung langfristig einen relevanten Beitrag dazu leisten kann, den gesamtgesellschaftlichen Diskurs zu fördern, ohne ins Destruktive abzudriften. Dieses Risiko halte ich jedoch für vergleichsweise überschaubar, sofern es gelingt, mit weiteren Anwendungen ein symbiontisches Netzwerk zu bilden, sodass sich die jeweiligen Verantwortlichen im Bedarfsfall gegenseitig unterstützen können. (DBG #3)

# Literaturverzeichnis

Backhaus, Klaus; Erichson, Bernd; Plinke, Wulff; Weiber, Rolf (2018): *Multivariate Analysemethoden*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

<https://doi.org/10.1007/978-3-662-56655-8>

BASE (2022a): Antrag zur Gestaltung eines Folgeformats zur Beteiligung und Partizipation. Online verfügbar unter [https://www.endlagersuche-infoplattform.de/SharedDocs/Downloads/Endlagersuche/DE/Fachkonferenz/Dok\\_FKT\\_3.Beratungstermin/FKT\\_Bt3\\_024\\_Folgeformat.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=16](https://www.endlagersuche-infoplattform.de/SharedDocs/Downloads/Endlagersuche/DE/Fachkonferenz/Dok_FKT_3.Beratungstermin/FKT_Bt3_024_Folgeformat.pdf?__blob=publicationFile&v=16), zuletzt geprüft am 16.01.2023.

BASE (2022b): Bericht der Fachkonferenz Teilgebiete (FKT\_Bt3\_037\_Rev01). Februar 2021 bis August 2021. Online verfügbar unter [https://www.endlagersuche-infoplattform.de/SharedDocs/Downloads/Endlagersuche/DE/Fachkonferenz/Dok\\_FKT\\_3.Beratungstermin/FKT\\_Bt3\\_037\\_Bericht\\_der\\_FachkonferenzTeilgebiete.pdf;jsessionid=BB0D204B98420A3C7259D9010078075C.2\\_cid349?\\_\\_blob=publicationFile&v=13](https://www.endlagersuche-infoplattform.de/SharedDocs/Downloads/Endlagersuche/DE/Fachkonferenz/Dok_FKT_3.Beratungstermin/FKT_Bt3_037_Bericht_der_FachkonferenzTeilgebiete.pdf;jsessionid=BB0D204B98420A3C7259D9010078075C.2_cid349?__blob=publicationFile&v=13), zuletzt geprüft am 16.01.2023.

Bergmann, Matthias (2010): *Methoden transdisziplinärer Forschung. Ein Überblick mit Anwendungsbeispielen*. Frankfurt: Campus Verlag.

BGE (2020a): Ihre Hinweise zur Endlagersuche. Online verfügbar unter <https://www.bge.de/de/endlagersuche/zwischenbericht-teilgebiete/hinweisplattform/>.

BGE (2020b): Teilgebiete gemäß §13 Standortauswahlgesetz. Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH. Peine. Online verfügbar unter [https://www.bge.de/fileadmin/user\\_upload/Standortsuche/Wesentliche\\_Unterlagen/Zwischenbericht\\_Teilgebiete/Karte\\_Teilgebiete\\_A4.jpg](https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Zwischenbericht_Teilgebiete/Karte_Teilgebiete_A4.jpg), zuletzt geprüft am 16.02.2021.

Blowers, Andrew; Lowry, David (1997): Nuclear conflict in Germany: The wider context. In: *Environmental Politics* 6 (3), S. 148–155.

<https://doi.org/10.1080/09644019708414345>

Brohmann, Bettina; Brunnengräber, Achim; Hocke, Peter; Isidoro Losada, Ana (Hg.) (2021): *Robuste Langzeit-Governance bei der Endlagersuche. Soziotechnische Herausforderungen im Umgang mit hochradioaktiven Abfällen*. Bielefeld: transcript-Verlag.

Brooke, John (1995): SUS - A quick and dirty usability scale. Reading UK. Online verfügbar unter [https://www.researchgate.net/publication/228593520\\_SUS\\_A\\_quick\\_and\\_dirty\\_usability\\_scale](https://www.researchgate.net/publication/228593520_SUS_A_quick_and_dirty_usability_scale), zuletzt geprüft am 03.01.2023.

Brown, Greg; Fagerholm, Nora (2015): Empirical PPGIS/PGIS mapping of ecosystem services: A review and evaluation. In: *Ecosystem Services* 13, S. 119–133.

<https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.10.007>

Brown, Greg; Kyttä, Marketta (2018): Key issues and priorities in participatory mapping: Toward integration or increased specialization? In: *Applied Geography* 95, S. 1–8.

<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.04.002>

- Brunnengräber, Achim (2021): Vom starken zum weichen Atomstaat. In: Brohmann, Bettina; Brunnengräber, Achim; Hocke, Peter; Isidoro Losada, Ana María [Hrsg.]: Robuste Langzeit-Governance bei der Endlagersuche. Soziotechnische Herausforderungen im Umgang mit hochradioaktiven Abfällen. Bielefeld: transcript. S.61-78. <https://doi.org/10.14361/9783839456682-005>
- Campos, Andre (2021): The British Academy Brian Barry Prize Essay: Representing the Future: The Interests of Future Persons in Representative Democracy. In: *British Journal of Political Science* 51 (1), S. 1–15. <https://doi.org/10.1017/S000712341900067X>
- Chwalisz, Claudia (2021): The pandemic has pushed citizen panels online. In: *Nature* 589 (7841), S. 171. <https://doi.org/10.1038/d41586-021-00046-7>
- Crampton, Jeremy (2001): Maps as social constructions: power, communication and visualization. In: *Progress in Human Geography* 25 (2), S. 235–252. <https://doi.org/10.1191/030913201678580494>
- Defila, Rico; Di Giulio, Antonietta (2019): *Transdisziplinär und transformative forschen, Band 2. Eine Methodensammlung.* Wiesbaden: Springer Nature.
- Denwood, Timna; Huck, J.; Lindley, Sarah (2021): Effective PPGIS in spatial decision-making: Reflecting participant priorities by illustrating the implications of their choices. In: *Transactions in GIS*. <https://doi.org/10.1111/tgis.12888>
- Denwood, Timna; Huck, Jonathan; Lindley, Sarah (2022): Participatory Mapping: A Systematic Review and Open Science Framework for Future Research. In: *Annals of the American Association of Geographers* 112 (8), S. 2324–2343. <https://doi.org/10.1080/24694452.2022.2065964>
- Deterding, Sebastian; Dixon, Dan; Khaled, Rilla; Nacke, Lennart (2011): From game design elements to gamefulness. In: Artur Lugmayr, Heljä Franssila, Christian Safran und Imed Hammouda (Hg.): *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments. MindTrek '11: Academic MindTrek 2011.* Tampere Finland, 28 09 2011 30 09 2011. New York, NY, USA: ACM, S. 9–15.
- Endlager-Kommission (2016): *Abschlussbericht der Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe. Verantwortung für die Zukunft - Ein faires und transparentes Verfahren für die Auswahl eines nationalen Endlagerstandortes.* Berlin. Online verfügbar unter [https://www.bundestag.de/resource/blob/434430/bb37b21b8e1e7e049ace5db6b2f949b2/drs\\_268-data.pdf](https://www.bundestag.de/resource/blob/434430/bb37b21b8e1e7e049ace5db6b2f949b2/drs_268-data.pdf), zuletzt geprüft am 29.01.2021.
- Fricke, Miranda (2007): *Epistemic Injustice.* Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198237907.001.0001>
- Funtowicz, Silvio; Ravetz, Jerome (1993): Science for the post-normal age. In: *Futures* 25 (7), S. 739–755. [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(93\)90022-L](https://doi.org/10.1016/0016-3287(93)90022-L)
- Gibbons, Michael (2000): Mode 2 society and the emergence of context-sensitive science. In: *Science and Public Policy* 27 (3), S. 159–163. <https://doi.org/10.3152/147154300781782011>

- Gottwald, Sarah; Brenner, Jana; Albert, Christian; Janssen, Ron (2021): Integrating sense of place into participatory landscape planning: merging mapping surveys and geodesign workshops. In: *Landscape Research* 46 (8), S. 1041–1056.  
<https://doi.org/10.1080/01426397.2021.1939288>
- Hennen, L.; Petermann, Th.; Scherz, C. (2004): Partizipative Verfahren der Technikfolgen-Abschätzung und parlamentarische Politikberatung: neue Formen der Kommunikation zwischen Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit.
- Henze, Jennifer (2021): Zur Wissenschaftlichkeit transdisziplinärer Forschung. In: *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society* 30 (1), S. 35–43.  
<https://doi.org/10.14512/gaia.30.1.8>
- Herber, Erich; Schmidt-Hertha, Bernhard; Zauchner, Sabine; Kierlinger-Seiberl, Severin (2011): Erwachsenen- und Weiterbildung. Technologieeinsatz beim Lernen und Lehren mit Erwachsenen. In: M. Ebner und S. Schön (Hg.): *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*, S. 2–7.
- Hoffmann, Sabine; Pohl, Christian; Hering, Janet (2017): Methods and procedures of transdisciplinary knowledge integration: empirical insights from four thematic synthesis processes. In: *Ecology and Society* 22 (1). <https://doi.org/10.5751/ES-08955-220127>
- Hölzle, Ingo (2022): Auswertung der DBG-Umfrage zum 2. WebGIS-Workshop (25.2.22). (internes Dokument). Zürich.
- Huang, Ganlin; London, Jonathan (2016): Mapping in and out of “messes”: An adaptive, participatory, and transdisciplinary approach to assessing cumulative environmental justice impacts. In: *Landscape and Urban Planning* 154, S. 57–67.  
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.02.014>
- Jahn, Thomas; Bergmann, Matthias; Keil, Florian (2012): Transdisciplinarity: Between mainstreaming and marginalization. In: *Ecological Economics* 79, S. 1–10.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.04.017>
- Jasanoff, Sheila (2010): *States of knowledge. The co-production of science and social order*. London [u.a.]: Routledge.
- Kent, Alexander (2017): Trust Me, I’m a Cartographer: Post-truth and the Problem of Acritical Cartography. In: *The Cartographic Journal* 54 (3), S. 193–195.  
<https://doi.org/10.1080/00087041.2017.1376489>
- Lafrance, Frederick; Daniel, Sylvie; Dragičević, Suzana (2019): Multidimensional Web GIS Approach for Citizen Participation on Urban Evolution. In: *International Journal of Geo-Information* 8 (6). <https://doi.org/10.3390/ijgi8060253>
- Lawrence, Mark; Williams, Stephen; Nanz, Patrizia; Renn, Ortwin (2022): Characteristics, potentials, and challenges of transdisciplinary research. In: *One Earth* 5 (1), S. 44–61.  
<https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.12.010>
- Lehrer, Roni; Juhl, Sebastian; Blom, Annelies G.; Wenz, Alexander; Rettig, Tobias; Reifenscheid, Maximiliane; Naumann, Elias; Möhring, Katja; Krieger, Ulrich; Friedel, Sabine; Fikel, Marina; Cornesse, Carina (2020): *Die Mannheimer Corona Studie: Die vier*

Phasen des Social Distancing in Deutschland. [https://www.uni-mannheim.de/media/Einrichtungen/gip/Corona\\_Studie/Social\\_Distancing\\_Schwerpunktbericht\\_update.pdf](https://www.uni-mannheim.de/media/Einrichtungen/gip/Corona_Studie/Social_Distancing_Schwerpunktbericht_update.pdf)

- Marti, Michèle; Stauffacher, Michael; Wiemer, Stefan (2019): Difficulties in explaining complex issues with maps: evaluating seismic hazard communication – the Swiss case. In: *Natural Hazards and Earth System Sciences* 19 (12), S. 2677–2700. <https://doi.org/10.5194/nhess-19-2677-2019>
- Miyazoe, Terumi; Anderson, Terry (2010): Learning outcomes and students' perceptions of online writing: Simultaneous implementation of a forum, blog, and wiki in an EFL blended learning setting. In: *System* 38 (2), S. 185–199. <https://doi.org/10.1016/j.system.2010.03.006>
- Morse, Wayde; Cox, Cody; Anderson, Christopher (2020): Using Public Participation Geographic Information Systems (PPGIS) to Identify Valued Landscapes Vulnerable to Sea Level Rise. In: *Sustainability* 12 (17), S. 6711. <https://doi.org/10.3390/su12176711>
- Neles, Julia (2022): Fallstudie zur Platzierung von Oberflächenanlagen bei der Tiefenlagerung in der Schweiz: TAP HAFF – Modul 3 – AP 3.
- Nolde, Michael; Schwanebeck, Malte; Dethlefsen, Frank; Duttmann, Rainer; Dahmke, Andreas (2016): Utilization of a 3D webGIS to support spatial planning regarding underground energy storage in the context of the German energy system transition at the example of the federal state of Schleswig-Holstein. In: *Environmental Earth Sciences* 75 (18). <https://doi.org/10.1007/s12665-016-6089-0>
- Nummi, Pilvi (2018): Crowdsourcing Local Knowledge with PPGIS and Social Media for Urban Planning to Reveal Intangible Cultural Heritage. In: *Urban Planning* 3 (1), S. 100–115. <https://doi.org/10.17645/up.v3i1.1266>
- Ostrom, Elinor (2013): *Die Verfassung der Allmende. Jenseits von Staat und Markt*. Tübingen: Mohr Siebeck.
- Pearce, BinBin (2020): *Design Thinking*.
- Pohl, Christian; Krütli, Pius; Stauffacher, Michael (2017): Ten Reflective Steps for Rendering Research Societally Relevant. In: *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society* 26 (1), S. 43–51. <https://doi.org/10.14512/gaia.26.1.10>
- Prado, Carolina; Colectivo Salud y Justicia Ambiental; Red de Ciudadanos para el Mejoramiento de las Comunidades (2021): Border Environmental Justice PPGIS: Community-Based Mapping and Public Participation in Eastern Tijuana, México. In: *International journal of environmental research and public health* 18 (3). <https://doi.org/10.3390/ijerph18031349>
- Radkau, Joachim (1983): *Aufstieg und Krise der deutschen Atomwirtschaft 1945-1975. Verdrängte Alternativen in der Kerntechnik und der Ursprung der nuklearen Kontroverse*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Rall, Emily; Hansen, Rieke; Pauleit, Stephan (2019): The added value of public participation GIS (PPGIS) for urban green infrastructure planning. In: *Urban Forestry & Urban Greening* 40, S. 264–274. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.06.016>

- Rzeszewski, Michal; Kotus, Jacek (2019): Usability and usefulness of internet mapping platforms in participatory spatial planning. In: *Applied Geography* 103, S. 56–69. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2019.01.001>
- Schlossberg, Marc; Shuford, Elliot (2005): Delineating "Public" and "Participation" in PPGIS. In: *URISA Journal*; 16 (2), S. 15–26. Online verfügbar unter <https://www.urisa.org/clientuploads/directory/Documents/Journal/vol16no2.pdf>.
- Schwarz, Lucas (2022): Intergenerational justice starts now: Recognizing future generations in nuclear waste management. In: *TATuP - Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis* 31 (3), S. 37–43. <https://doi.org/10.14512/tatup.31.3.37>
- Schwarz, Lucas; Bräuer, Paula (2022): An Exploratory PPGIS for the Nuclear Waste Repository Siting Procedure in Germany – a Transdisciplinary Approach to Enable Meaningful Participation? In: *GI\_Forum* 1, S. 77–90. [https://doi.org/10.1553/giscience2022\\_01\\_s77](https://doi.org/10.1553/giscience2022_01_s77)
- Schwarz, Lucas; Themann, Dörte; Brunnengräber, Achim (2021a): Räume erobern, öffnen und verteidigen. Über die Wirkung von Macht beim dritten Beratungstermin der Fachkonferenz Teilgebiete. In: *Forschungsjournal Soziale Bewegungen Plus* 34 (4). Online verfügbar unter <https://forschungsjournal.de/fjsb-plus/schwarz-themann-brunnengraeber-raeume-erobern-oeffnen-und-verteidigen/>.
- Schwarz, Lucas; Themann, Dörte; Brunnengräber, Achim (2021b): Von Machtasymmetrien zu flachen Hierarchien im Standortsuchprozess für ein Endlager? Über die Wirkung von Macht beim zweiten Beratungstermin der Fachkonferenz Teilgebiete. In: *Forschungsjournal Soziale Bewegungen Plus* 34 (3). Online verfügbar unter <https://forschungsjournal.de/fjsb-plus/schwarz-themann-brunnengraeber-von-machtasymmetrien-zu-flachen-hierarchien-im-standortsuchprozess-fuer-ein-endlager/>.
- Seidl, Alexander (2004): Schauen Sie sich das an! Klingt es gut? Macht es einen brauchbaren Eindruck? – Die VAKOG-Sprachen. In: Trixi Rosenthaler und Annelies Fitzgerald (Hg.): *Was haben Sie? Was fehlt Ihnen?* Vienna: Springer Vienna, S. 133–151. [https://doi.org/10.1007/978-3-7091-0635-8\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-7091-0635-8_7)
- Silvertown, Jonathan (2009): A new dawn for citizen science. In: *Trends in ecology & evolution* 24 (9), S. 467–471. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.03.017>
- Skarlatidou, Artemis; Haklay, Muki; Cheng, Tao (2011): Trust in Web GIS: the role of the trustee attributes in the design of trustworthy Web GIS applications. In: *International Journal of Geographical Information Science* 25 (12), S. 1913–1930. <https://doi.org/10.1080/13658816.2011.557379>
- StandAG (2017): Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle. Standortauswahlgesetz - 1.Novelle.
- Themann, Dörte (2022): Commoning in der Standortsuche für ein Endlager?: Neue Wege kollektiven Handelns. In: *TATuP - Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis* 31 (3), S. 51–57. <https://doi.org/10.14512/tatup.31.3.51>
- Themann, Dörte; Schwarz, Lucas; Di Nucci, Maria; Brunnengräber, Achim (2021): Power over, power with und power to bei der Standortsuche für ein Endlager. Über die Ausübung von Macht beim ersten Beratungstermin der Fachkonferenz Teilgebiete (FKTG).

In: *Forschungsjournal Soziale Bewegungen Plus* 34 (3). Online verfügbar unter <https://forschungsjournal.de/fjsb-plus/themann-schwarz-di-nucci-brunnengraeber-power-over-power-with-und-power-to-bei-der-standortsuche-fuer-ein-endlager/>.

Walkobinger, Walter; Tauch, Anne (2018): Projekt SuedLink - ein Werkstattbericht. In: Josef Strobl, Bernhard Zagel, Gerald Griesebner und Thomas Blaschke (Hg.): *AGIT - Journal für Angewandte Geoinformatik*. Berlin, Offenbach: Wichmann, S. 123–129.

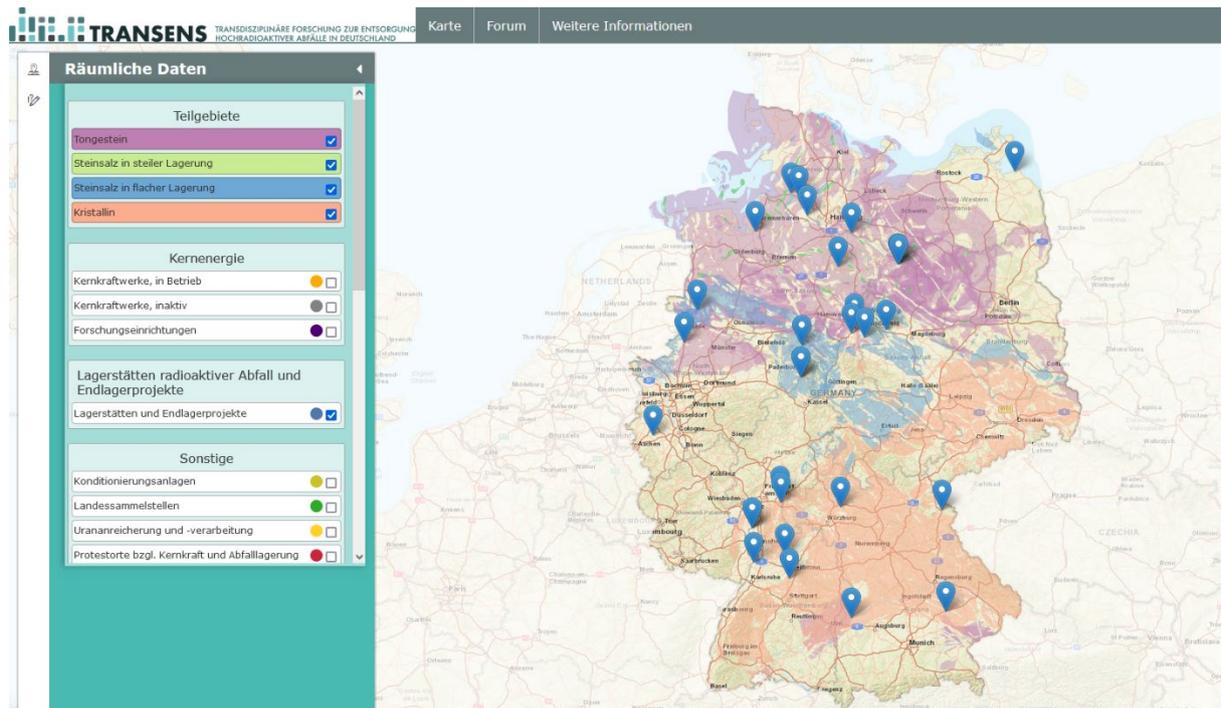
Wessel, Daniel; Attig, Christiane; Franke, Thomas (2019): ATI-S - An Ultra-Short Scale for Assessing Affinity for Technology Interaction in User Studies. In: Florian Alt, Andreas Bulling und Tanja Döring (Hg.): *Proceedings of Mensch und Computer 2019. MuC'19: Mensch-und-Computer*. Hamburg Germany, 2019. New York, NY, USA: ACM, S. 147–154.

Wiedemann, Peter; Boerner, Franziska; Freudenstein, Frederik (2021): Effects of communicating uncertainty descriptions in hazard identification, risk characterization, and risk protection. In: *PloS one* 16 (7), e0253762. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253762>

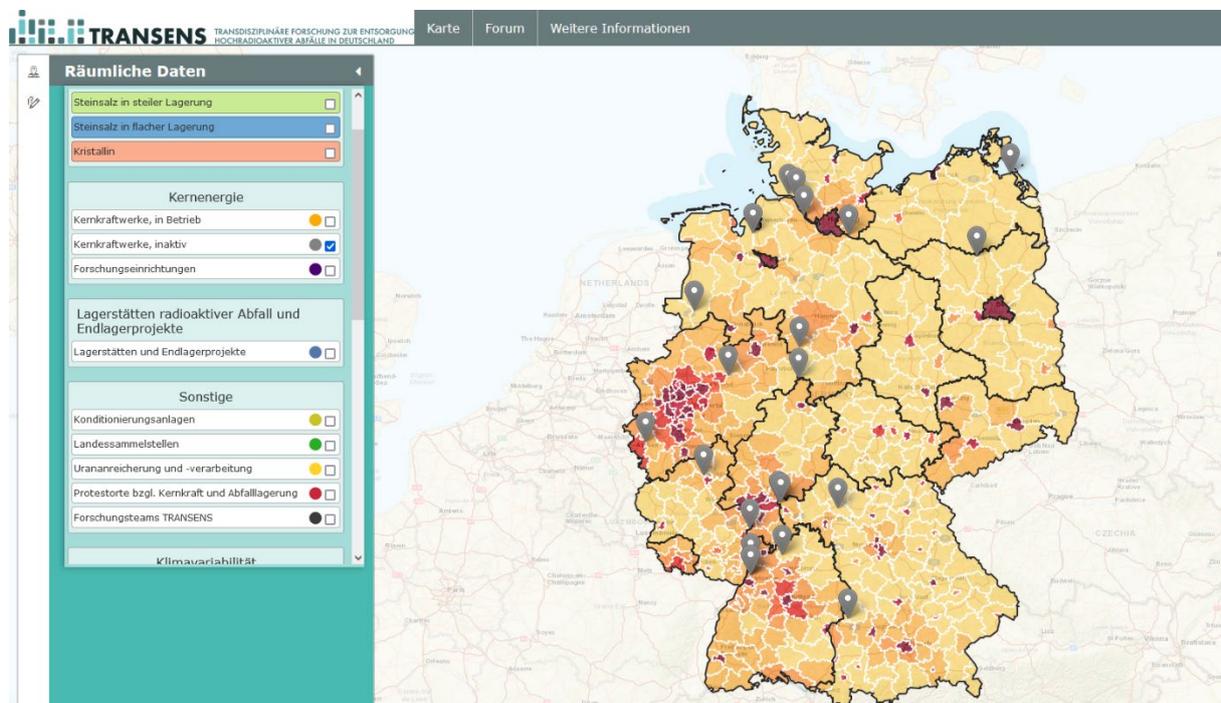
# Anhang

1. Screenshots des WebGIS inkl. Datenlayer
2. Workshop 1: Tagesordnung
3. Workshop 1: Ergebnisse der Kleingruppe 1 (Miro)
4. Workshop 1: Ergebnisse der Kleingruppe 2 (Miro)
5. Workshop 2: Tagesordnung
6. Workshop 2: Fragebogen zur explorativen WebGIS Nutzung
7. Workshop 3: Tagesordnung
8. Workshop 3: Ergebnisse der Gruppenarbeit (Miro)
9. Workshop 4: Tagesordnung

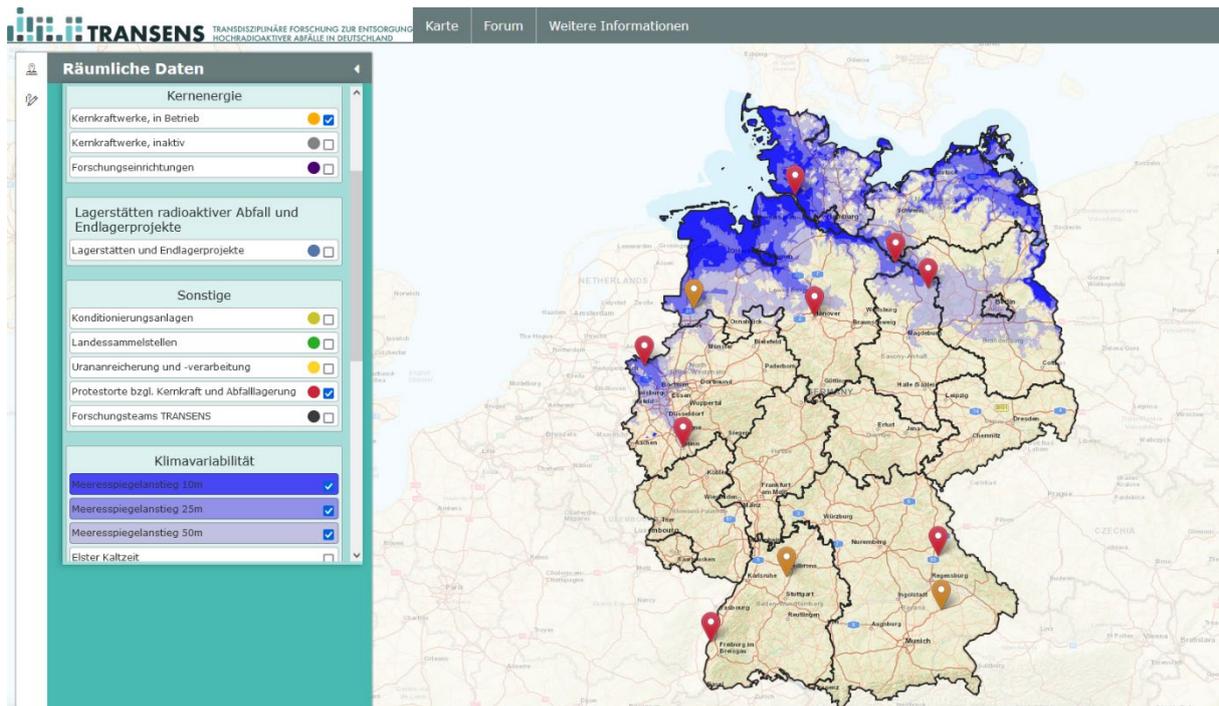
# 1. Screenshots des WebGIS inkl. Datenlayer



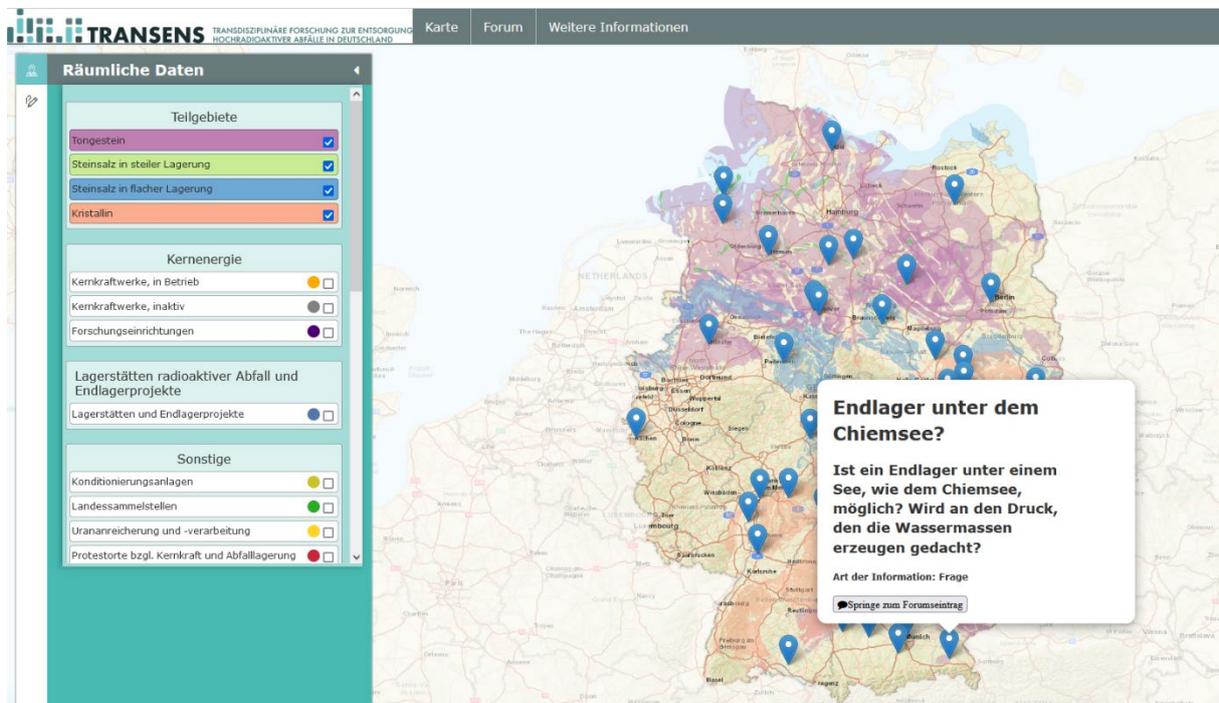
Teilgebiete (flächiger Layer) und Lagerstätten von radioaktiven Abfällen (schwach- und mittel- sowie hochradioaktive Abfälle, blau)



Bevölkerungsdichte (flächiger Layer von gelb bis rot) und inaktive Kernkraftwerke (grau)



Meeresspiegelanstieg (10m, 25m, 50m), Protestorte (rot) und aktive Kernkraftwerksstandorte (gelb)



Forumsfunktion (räumliche Frage stellen)

## 2. Workshop 1: Tagesordnung

Inhalt	Moderation	Zeit
Begrüßung und Warm-Up	PB, LS	10:00 – 10:10
Forschungsfrage		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klärung von Fragen</li> <li>• Einleitung ins Thema</li> </ul>	PB, LS	10:10 – 10:25
Pause	-	10:25 – 10:30
<b>Design Thinking</b>		
<b>Erklärung</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Was erwartet euch?</li> <li>• Wie funktioniert Design Thinking?</li> </ul>	PB, LS	10:30 – 10:40
<b>Runde 1 - Stille Diskussion</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sammlung auf Miro-Board</li> <li>•</li> </ul>	Still (nur technische Unterstützung)	10:40 – 11:00
Pause	-	11:00 – 11:10
<b>Runde 2 – Von der Sammlung zum Fokus</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussion in Kleingruppen</li> </ul>	-	11:10 – 11:40
Pause	-	11:40 – 11:45
<b>Runde 3 – Vom Fokus zum Ergebnis</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergebnisse aus Runde 2 präsentieren</li> <li>• Austausch und Diskussion</li> </ul>	PB, LS	11:45 – 12:15
Feedback und Schlusswort	PB, LS	12:15 – 12:30





## 5. Workshop 2: Tagesordnung

18:00 – 18:15 Uhr	Begrüßung Erklärung der transdisziplinären Studie Erklärung des Ablaufs	Zoom-Videokonferenz
18:15 – 18:20 Uhr	Rückfragen zur Durchführung der Studie	Zoom-Videokonferenz
18:20 – 19:00 Uhr	Arbeit mit der WebGIS-Anwendung	Individuell, Zoom-Videokonferenz bleibt für technische Fragen offen
Optional ab 19:00 Uhr	Freies Feedback	Zoom-Videokonferenz

## 6. Workshop 2: Fragebogen zur explorativen WebGIS Nutzung

Für die gesamte Erhebung wurde eine einheitliche Skala verwendet:

- 1 – nicht zutreffend
- 2 – eher nicht zutreffend
- 3 – neutral
- 4 – eher zutreffend
- 5 – zutreffend

### System Usability Scale (SUS)

ITEM	TEXT	1	2	3	4	5
SUS01	Ich denke, dass ich das WebGIS häufig nutzen möchte.	<input type="checkbox"/>				
SUS02	Ich fand das WebGIS unnötig kompliziert.	<input type="checkbox"/>				
SUS03	Ich fand das WebGIS einfach zu bedienen.	<input type="checkbox"/>				
SUS04	Ich glaube, ich bräuchte die Unterstützung einer technisch-versierten Person, um das WebGIS nutzen zu können.	<input type="checkbox"/>				
SUS05	Ich fand, dass die verschiedenen Funktionen (Auswahl Geodaten, Ansicht von Kommentaren) im WebGIS gut auffindbar waren.	<input type="checkbox"/>				
SUS06	Ich fand, dass das WebGIS zu inkonsistent war.	<input type="checkbox"/>				
SUS07	Ich könnte mir vorstellen, dass die meisten Menschen sehr schnell lernen würden, das WebGIS zu benutzen.	<input type="checkbox"/>				
SUS08	Ich fand das WebGIS sehr umständlich zu bedienen.	<input type="checkbox"/>				
SUS09	Ich fühlte mich sehr sicher im Umgang mit dem WebGIS.	<input type="checkbox"/>				
SUS10	Ich musste eine Menge lernen (bzgl. der technischen Nutzung), bevor ich mit dem WebGIS arbeiten konnte.	<input type="checkbox"/>				

### Forschungsfrage 1 – Rolle im Standortsuchprozess

ITEM	TEXT	1	2	3	4	5
FF101	Das WebGIS bietet relevante Informationen bzgl. des	<input type="checkbox"/>				

	Standortsuchprozesses für ein Endlager.					
FF102	Über das WebGIS kann ich mir Informationen nachvollziehbar ansehen.	<input type="checkbox"/>				
FF103	Das WebGIS bietet eine einfache Möglichkeit Fragen zu stellen.	<input type="checkbox"/>				
FF104	Das WebGIS bietet eine einfache Möglichkeit zu diskutieren.	<input type="checkbox"/>				
FF105	Das WebGIS bietet eine einfache Möglichkeit Antworten zu erhalten.	<input type="checkbox"/>				
FF106	Das WebGIS ist der Komplexität der Standortsuche angemessen.	<input type="checkbox"/>				
FF107	Über das WebGIS kann ich komplexe Informationen verstehen.	<input type="checkbox"/>				

### Forschungsfrage 2 – Niedrigschwellige Nutzung

ITEM	TEXT	1	2	3	4	5
FF201	Das WebGIS kann unabhängig vom Sprachniveau des*r Nutzer*in genutzt werden.	<input type="checkbox"/>				

### Forschungsfrage 3: Dialog durch WebGIS

ITEM	TEXT	1	2	3	4	5
FF301	Das WebGIS ermöglicht thematisch konzentrierte Diskussionen.	<input type="checkbox"/>				
FF302	Das WebGIS bietet Raum für Klärungsbedarfe.	<input type="checkbox"/>				
FF303	Das WebGIS ermöglicht sinnvolle Dialoge.	<input type="checkbox"/>				
FF304	Diskussionen im WebGIS sollen moderiert erfolgen.	<input type="checkbox"/>				
FF305	Störkommentare sollen gelöscht werden.	<input type="checkbox"/>				
FF306	Störkommentare sollen kenntlich gemacht werden.	<input type="checkbox"/>				

### Offene Fragen

<i>ITEM</i>	<i>TEXT</i>	<i>offen</i>
OFF01	Nennen Sie die wichtigsten Vorteile, die das WebGIS in Bezug auf die Standortsuche für ein Endlager hat.	-
OFF02	Nennen Sie die wichtigsten Nachteile, die das WebGIS in Bezug auf die Standortsuche für ein Endlager hat.	-
OFF03	Welche Hindernisse sehen Sie für eine sinnvolle Nutzung des WebGIS zur Ermöglichung von Dialog im Standortsuchprozess?	-
OFF04	Welche Chancen schreiben Sie dem WebGIS im Standortsuchprozess zu?	-
OFF05	Welche Funktion(en) ist/sind für den Standortsuchprozess besonders wertvoll?	-
OFF06	Welche Funktionen fehlen um eine sinnvolle Rolle im Standortsuchprozess spielen zu können?	-

#### **ATI-Score (Technische Affinität)**

<i>ITEM</i>	<i>TEXT</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
ATI01	Ich beschäftige mich gerne genauer mit technischen Systemen.	<input type="checkbox"/>				
ATI02	Ich probiere gerne die Funktionen neuer technischer Systeme aus.	<input type="checkbox"/>				
ATI03	Es genügt mir, dass ein technisches System funktioniert, mir ist es egal, wie oder warum.	<input type="checkbox"/>				
ATI04	Es genügt mir, die Grundfunktionen eines technischen Systems zu kennen.	<input type="checkbox"/>				

#### **Soziodemographische Angaben**

<i>ITEM</i>	<i>TEXT</i>	<i>offen</i>
SOZ01	Geschlecht	<input type="checkbox"/> m <input type="checkbox"/> w <input type="checkbox"/> d
SOZ02	Alter (Geburtsjahr)	-----

SOZ03	Postleitzahl und Heimat	-----
SOZ04	Leben Sie in einem Teilgebiet?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unsicher
SOZ05	Verfolgen Sie den Standortsuchprozess für ein Endlager?	<input type="checkbox"/> Ja, aktive TN <input type="checkbox"/> Ja, passive TN <input type="checkbox"/> Nein
SOZ06	Haben Sie bereits andere vergleichbare WebGIS-Plattformen genutzt?	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja, welche_____
SOZ07	Ordnen Sie sich einer der folgenden Gruppen im Standortauswahlverfahren zu:	<input type="checkbox"/> BASE <input type="checkbox"/> BGE <input type="checkbox"/> Bürger*in <input type="checkbox"/> Wissenschaftler*in <input type="checkbox"/> Kommunalvert. <input type="checkbox"/> Gesell. Organisation

## 7. Workshop 3: Tagesordnung

Inhalt	Moderation	Zeit
Begrüßung und Warm-Up	PB, LS	18:00 – 18:10
Präsentation der Ergebnisse	PB, LS	18:10 – 18:40
<i>Pause</i>	-	<i>18:40 – 18:45</i>
<b>Design Thinking</b>		
<b>Runde 1</b> - Stille Diskussion <ul style="list-style-type: none"> <li>Sammlung auf Miro-Board</li> </ul>	Still (nur technische Unterstützung)	18:45 – 19:05
<i>Pause</i>	-	19:05 – 19:10
<b>Runde 2</b> – Ergebnisse nach Forschungsfrage diskutieren <ul style="list-style-type: none"> <li>Diskussion in Kleingruppen</li> </ul>	-	19:10 – 19:40
<i>Pause</i>	-	19:40 – 19:45
<b>Runde 3</b> – Co-Produzieren <ul style="list-style-type: none"> <li>Ergebnisse aus Runde 2 präsentieren</li> <li>Austausch und Diskussion</li> </ul>	-	19:45 – 20:20
Feedback und Schlusswort	PB, LS	20:20 – 20:30



## 9. Workshop 4: Tagesordnung

17:00 – 17:05	Begrüßung, Ankommen
17:05 – 17:20	Ergebnispräsentation
17:20 – 17:30	Raum für Rückfragen
17:30 – 17:40	<i>Pause</i>
17:40 – 18:15	Diskussion zu Rolle des WebGIS
18:15 – 18:25	<i>Pause</i>
18:25 – 18:55	Diskussion zu Moderation und Selbstorganisation
18:55 – 19:00	Ausblick

**Lucas Schwarz**

Forschungszentrum für Nachhaltigkeit

Freie Universität Berlin

Innstraße 22, 14195 Berlin

**Paula Bräuer**

Arbeitsgruppe Web Science

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Düsterbrooker Weg 120, 24105 Kiel

**Werner Consten, Maximilian Schöler, Armin Guth, Nick Nissen, Bettina Gaebel**

DIPRO-Begleitgruppe im Forschungsverbund TRANSENS (TAP DIPRO)