



Transdisziplinäre Reviews

Ein Ansatz zur Optimierung des Safety Case

Anne Eckhardt, Pius Krütli, Klaus-Jürgen Röhlig

Gefördert durch:



Gefördert im
Niedersächsischen Vorab der Volkswagenstiftung



Niedersächsisches Ministerium
für Wissenschaft und Kultur

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: Dr. Anne Eckhardt, risicare GmbH, anne.eckhardt@risicare.ch

TRANSENS-Bericht eingereicht am 23. Oktober 2023, veröffentlicht am 9. November 2023.

Review: apl. Prof. Dr. Ulrich Smeddinck, Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse, Forschungsgruppe „Endlagerung als soziotechnisches Projekt“

Zitierweise: Eckhardt A., Krütli P., Röhlig K.J. (2023): Transdisziplinäre Reviews. Ein Ansatz zur Optimierung des Safety Case?; TRANSENS-Bericht-11

ISSN (online): 2747-4186;

DOI: 10.21268/20231106; (<https://doi.org/10.21268/20231106-0>)

Titelbild: TRANSENS

Das Autorenteam dankt Martina Heiermann und Dirk Kluge, Institut für Endlagerforschung der TU Clausthal, den Teilnehmer:innen am Wissensmarktplatz beim Projekttreffen von TRANSENS im Februar 2023 in Darmstadt und den Teilnehmer:innen am Workshop „Optimizing the safety case through transdisciplinary research?“ an der Tagung SafeND23 in Berlin für wertvolle inhaltliche Impulse zum vorliegenden Bericht.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einordnung	1
	Anlass	1
	Untersuchungsgegenstand	3
	Forschungsfrage und Methodik	6
2.	Wirkung von Td-Reviews	7
	Transdisziplinär gewonnenes Wissen	7
	Menschlicher Faktor	10
	Legitimität und Akzeptanz	11
	Robustheit und Resilienz	12
3.	Beteiligte an Td-Reviews	13
	Auswahlkriterien	13
	Rekrutierung der Td-Partner:innen	16
4.	Durchführung von Td-Reviews	18
	Klassischer Peer-Review	18
	Td-Review	20
	Gegenüberstellung	24
5.	Td-Reviews und Partizipation	25
6.	Ausblick	28
7.	Quellen	29
Anhang		
	Praktische Aspekte der Umsetzung von Td-Reviews	1
	Weiterführende Informationen	3
	Experimente	7

1. Einordnung

Im Verbundprojekt TRANSENS befasst sich das transdisziplinäre Arbeitspaket (TAP) SAFE, „Safety Case: Stakeholder-Perspektiven und Transdisziplinarität“, maßgeblich mit dem Safety Case, einer Methodik, um die Sicherheit eines Endlagers für radioaktive Abfälle zu belegen. Aus der transdisziplinären Forschung heraus wurde die Arbeitshypothese entwickelt, dass sich Safety Cases mit transdisziplinären Reviews (Td-Reviews) optimieren lassen.

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse zweier transdisziplinärer Formate zu Td-Reviews, einer Literaturrecherche zu „Extended Peer-Reviews“ und Reflexionen der Autor:innen aufgrund ihrer eigenen Erfahrungen mit Reviews des Safety Case und transdisziplinärer Forschung zusammen. Er enthält Erkenntnisse zur Wirkung von Td-Reviews, zu den Beteiligten und zur Durchführung solcher Reviews sowie zum Verhältnis von Td-Reviews und Partizipation. Im Anhang sind insbesondere Erkenntnisse zur praktischen Durchführung von transdisziplinären Reviews zu finden. Dieser Teil des Berichts wendet sich an Akteure der Entsorgung hochradioaktiver Abfälle, die daran interessiert sind, transdisziplinäre Reviews zu nutzen.

Anlass

Im Vorhaben TRANSENS entstand die Idee transdisziplinärer Reviews aus Td¹-Formaten mit der Arbeitsgruppe Bevölkerung (AGBe)² im TAP SAFE. Dort wurde beobachtet, dass interessierte Nicht-Spezialist:innen

- Ideen einbringen, die die Weiterentwicklung des Safety Case stimulieren, zum Beispiel zur Digitalisierung, und
- Fragen aufwerfen, die weitere Teile der interessierten Öffentlichkeit im Zusammenhang mit Safety Cases beschäftigen dürften, zum Beispiel zur Vollständigkeit der sogenannten „features, events and processes“³ (FEP).

Aufgrund dieser Beobachtung wurde die *Arbeitshypothese* formuliert, dass sich Safety Cases mittels institutionalisierter Td-Formate optimieren lassen.

In transdisziplinären Forschungsprojekten produzieren Expert:innen aus verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen und aus anderen Bereichen der Gesellschaft gemeinsam Wissen, wobei spezifische Methoden zum Einsatz kommen (Definition in Anlehnung an td-net 2023).

¹ Td und td wird im Bericht als Abkürzung für *transdisziplinär* verwendet

² Die Arbeitsgruppe Bevölkerung (AGBe) ist eine feste Gruppe von Td-Partner:innen im Forschungsprojekt TRANSENS. Die Gruppe umfasst Vertreter:innen der interessierten Öffentlichkeit und ist vielseitig zusammengesetzt. Die Mitglieder der AGBE haben sich vor Beginn von TRANSENS weder intensiver mit der Endlagerung hochradioaktiver Abfälle beschäftigt, noch sind sie Stakeholder in diesem Bereich.

³ Eigenschaften, Ereignisse und Vorgänge, die verwendet werden, um Szenarien von künftigen Entwicklungen des Endlagersystems zu entwickeln.

In den Sozialwissenschaften wird seit den 1990er Jahren die Notwendigkeit von *Extended Peer-Reviews* postuliert, um Begrenzungen, die sich mit klassischen Peer-Reviews⁴ verbinden, zu überwinden:

Demnach erfordere es Wissenschaft, die mit Unvorhersehbarkeit, unvollständiger Kontrolle und einer Vielzahl legitimer Sichtweisen konfrontiert ist, zusätzliches Wissen und ein breites Spektrum an Werten einzubinden – was den Kreis derjenigen, die zur wissenschaftlichen Qualitätssicherung legitimiert seien, erweitere (Funtowicz und Ravetz 1993). Wissenschaft, die gesellschaftlichen Anforderungen gerecht werden wolle, könne sich nicht gegenüber der Gesellschaft abgrenzen, sondern müsse beim zentralen Instrument der Peer-Reviews mehr Pluralität zulassen (Scott 2007). Überschreite Wissenschaft, die Wirkung in die Gesellschaft erzielen will, die Grenzen des akademischen Systems, verlören wissenschaftliche Peers an Autorität. Andere Qualitätskriterien kämen ins Spiel, deren Einhaltung auch von „außerwissenschaftlichen Peers“ geprüft werden solle. Solche Kriterien beträfen beispielsweise den Beitrag, der zur Lösung eines gesellschaftlichen Problems geleistet wird (Knie und Simon 2022).

In *Extended Peer-Reviews* wird ein wissenschaftliches Werk von Personen begutachtet, die außerhalb der einschlägigen Fachgemeinschaften stehen. Als Instrument der wissenschaftlichen Qualitätskontrolle werden solche Reviews bereits seit längerem beforscht (vgl. zum Beispiel Knie und Simon 2022; Guimarães Pereira und Funtowicz 2005). *Extended Peer-Reviews* sollen unter anderem dazu beitragen, Dilemmata zwischen demokratischer politischer Entscheidung und der technokratischen Nutzung wissenschaftlicher Erkenntnisse zu lösen (Hisschemöller et al. 2001). Zur Durchführung von *Extended Peer-Reviews* sind vielfältige Ansätze und Formate denkbar. Aufgrund der Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem transdisziplinären Forschungsprojekt TRANSENS, die zur oben aufgeführten Arbeitshypothese führten, stehen im vorliegenden Bericht institutionalisierte Td-Formate für *Extended Peer-Reviews* im Vordergrund. *Extended Peer-Reviews*, die mit Hilfe transdisziplinärer Methoden und Werkzeuge durchgeführt werden, werden als *Td-Reviews* bezeichnet.

Das deutsche Standortauswahlgesetz (StandAG 2017)⁵ sieht vor, „in einem partizipativen, wissenschaftsbasierten, transparenten, selbsthinterfragenden und lernenden Verfahren“ den Standort mit der bestmöglichen Sicherheit für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle in Deutschland zu finden (§ 1 Absatz 2 Satz 1). Inhaltlich und methodisch können Td-Reviews an alle Eigenschaften des Verfahrens, die in dieser Zweckbestimmung aufgeführt sind, anknüpfen:

- Td-Reviews lassen sich in *partizipative* Verfahren einbinden und können auch selbst als eine spezifische Variante der Öffentlichkeitsbeteiligung verstanden werden.
- Td-Reviews verbreitern potenziell die wissenschaftlichen Grundlagen, die Eingang in den Safety Case (im Standortauswahlverfahren „Sicherheitsuntersuchung“) finden, und können so das *wissenschaftsbasierte* Verfahren stärken.

⁴ Peer-Review bezeichnet die Begutachtung durch Expert:innen, die der gleichen Fachgemeinschaft angehören, wie die Expert:innen, deren Arbeit begutachtet wird.

⁵ Vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1074), zuletzt geändert durch Gesetz vom 22. März 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 88).

- Td-Reviews tragen bei entsprechender Ausgestaltung zu einem *transparenten* Standortauswahlverfahren bei, indem sie Stärken und Schwächen der Beurteilungsgegenstände deutlich machen.
- Das *selbsthinterfragende* Verfahren lässt sich stärken, indem Sicherheitsuntersuchungen nicht mehr nur durch Peers, sondern durch einen breiteren Kreis von Personen geprüft werden, die neue Wissensbestände und Sichtweisen einbringen und damit auch die Selbstreflexion der Personen, die Safety Cases entwickeln und prüfen, stimulieren.
- Td-Reviews, die zur Optimierung von Sicherheitsuntersuchungen beitragen, unterstützen das *lernende* Standortauswahlverfahren, indem sie zum Beispiel dazu führen, dass die im Verfahren zentralen Sicherheitsuntersuchungen zusätzlichen, neuen Erkenntnissen und Entwicklungen angepasst werden.

Nach Ansicht von Rechts- und Verwaltungswissenschaftlern ist die öffentliche Verwaltung gefordert, sich in Richtung lernender und experimentierender Organisationen zu entwickeln, die auf Veränderung der sozialen und technischen Umwelt reagieren (Smeddinck et al. 2022, 9). Die Forschung zu menschlichen und organisatorischen Einflüssen geht davon aus, dass Sicherheit auf einem System lernender Organisationen und Personen beruht, das sich ständig verändert und dabei häufig auch erweitert (Röhlig und Sträter 2022). Die Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung (DAEF 2022) empfiehlt, „Peer-Review-Konzepte in verstärktem Maße in der Endlagerforschung einzusetzen und anzuwenden.“ In diesem Sinn fügen sich Td-Reviews gut in den aktuellen Diskurs zur Umsetzung der Vorgaben aus dem Standortauswahlgesetz im laufenden Standortauswahlverfahren und ggf. dem daran anschließenden Entsorgungsweg ein.

Untersuchungsgegenstand

Der *Safety Case*⁶ ist eine Methodik, um die Sicherheit eines Endlagers für radioaktive Abfälle zu belegen. Die international gebräuchliche Bezeichnung „Safety Case“ wird auch für das mit dieser Methodik erstellte Berichtswerk gebraucht. In Deutschland werden Safety Cases vielfach als „Sicherheitsuntersuchungen“ bezeichnet, wie sie zum Beispiel im Verlauf des laufenden Standortauswahlverfahrens auszuarbeiten sind. Die Atomrechtliche Verfahrensverordnung (AtVfV)⁷ verlangt in Genehmigungsverfahren die Vorlage eines Sicherheitsberichts, der für Endlager hochradioaktiver Abfälle laut Endlagersicherheitsanforderungsverordnung (EndlSiAnV)⁸ der Methodik des Safety Case folgen soll⁹.

Safety Cases stellen eine wesentliche Grundlage für behördliche Verfahren und politische Entscheidungen auf dem Entsorgungsweg dar. Für die Vorhabenträgerin – die Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE), die den Standort erkundet und das Endlager errichtet – können sie auch die Funktion einer internen Entscheidungsgrundlage haben. Im Verlauf des Entsorgungswegs werden eine Reihe aufeinander aufbauender Safety Cases erstellt.

⁶ Die Kurzbeschreibung des Safety Case entspricht teilweise derjenigen im 2023 publizierten TRANSENS-Bericht „Optimierung des Safety Case durch transdisziplinäre Forschung. Ergebnisse der Selbstevaluierung im transdisziplinären Arbeitspaket SAFE“ (TRANSENS-SAFE 2023, <https://doi.org/10.21268/20230605-3>).

⁷ Vom 3. Februar 1995 (BGBl. I S. 180), zuletzt geändert durch Gesetz vom 22. März 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 88).

⁸ Vom 6. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2094).

⁹ <https://www.gesetze-im-internet.de/atvfv/>, <https://www.gesetze-im-internet.de/endlsianfv/>

Wesentlich für die konkrete Ausgestaltung der Entsorgung sind die Wechselwirkungen zwischen dem Safety Case und der Endlagerplanung und -optimierung. Mit dem Safety Case wird unter anderem die Endlagerplanung unter Sicherheits- und Machbarkeitsaspekten beurteilt. Erkenntnisse aus dem Safety Case fließen somit in die sicherheitsgerichtete Weiterentwicklung der Endlagerplanung ein.

Die Struktur eines Safety Case ist nicht allgemein verbindlich festgelegt, auch wenn sich einzelne charakteristische Elemente, wie die Szenarientwicklung oder die radiologische Konsequenzenanalyse, international etabliert haben. Ein Beispiel für den Aufbau eines Safety Case zeigt Abbildung 1.

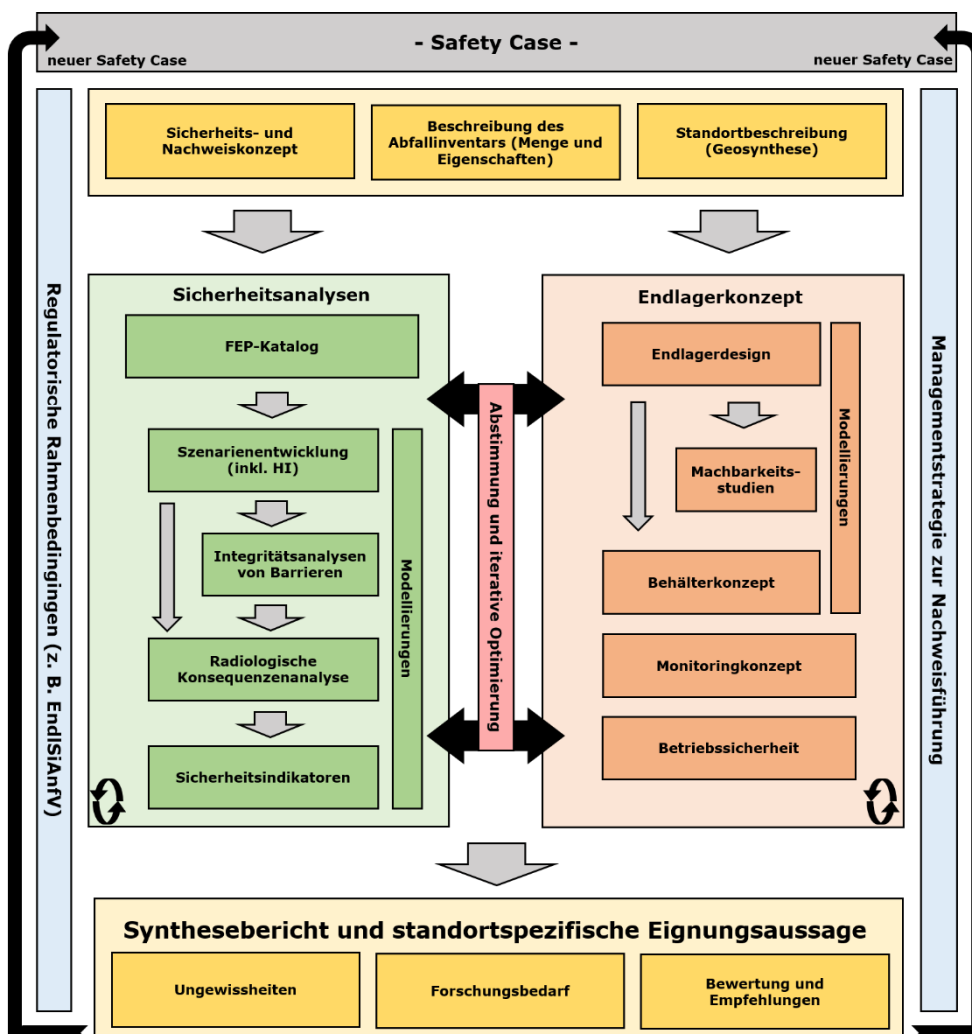


Abbildung 1: Aufbau eines Safety Case und Iterationsschritte, beispielhaft dargestellt (Grafik: M. Ebeling, inspiriert vom Strukturplan der Vorläufigen Sicherheitsanalyse Gorleben. GRS 2013, S. 19). FEP, „Features, events and processes“, sind Eigenschaften, Ereignisse und Vorgänge, die verwendet werden, um Szenarien (Beschreibungen potentieller künftiger Entwicklungen des Endlagersystems) zu entwickeln. HI, „Human Intrusion“, bezeichnet Szenarien des menschlichen Eindringens in ein Endlager, EndlSiAnV die Endlagersicherheitsanforderungsverordnung vom 6. Oktober 2020.

Ein Safety Case ist ein Berichtswerk, das von Praxisakteur:innen für Praxisakteur:innen und behördliche und/oder politische Entscheidungsträger:innen erstellt wird und damit

kein klassisches Produkt akademischer Forschung. Der Safety Case kann jedoch als Beispiel für die Verwissenschaftlichung gesellschaftlicher Fragen betrachtet werden, wie sie unter anderem im Umweltbereich zu beobachten ist: Zu gesellschaftlich wichtigen Fragestellungen wird eine Vielzahl an wissenschaftlichen Daten und Argumentationen produziert (Guimarães Pereira und Funtowicz 2005, 75) und politische Entscheidungen stützen sich vermehrt auf Empfehlungen aus der Wissenschaft. Im ungünstigen Fall trägt diese Entwicklung zu einer wachsenden Distanz zwischen Bevölkerung und Politik bei (apb 2021).

Als *Review* wird die inhaltliche Prüfung eines wissenschaftlichen oder wissenschaftsbasierten Dokuments durch eingeladene Gutachter:innen bezeichnet.

Ein wichtiges Qualitätsinstrument wissenschaftlicher Publikationen ist der Peer-Review. Beiträge, die bei einer wissenschaftlichen Zeitschrift zur Veröffentlichung eingereicht wurden, werden durch andere Wissenschaftler:innen begutachtet, die auf dem Fachgebiet tätig sind, das die Publikation betrifft. Fachlich sollen sich die begutachtete Person und die begutachtende Person auf Augenhöhe befinden, was in der Bezeichnung „Peer-Review“ Ausdruck findet (SIWF o.J.).

Der wissenschaftsbasierte Safety Case ist ebenfalls Gegenstand von Peer-Reviews. Im Wesentlichen lassen sich drei etablierte Typen formaler Reviews unterscheiden:

- Qualitätssicherung vorläufiger Ergebnisse: Review des Safety Case oder von Teilen des Safety Case, der im Auftrag der Vorhabenträgerin durch externe Gutachter:innen vor der behördlichen Prüfung vorgenommen wird.
- Behördliche Prüfung des von der Vorhabenträgerin erstellten Safety Case: Review des von der Vorhabenträgerin eingereichten Safety Case, der von der zuständigen Aufsichtsbehörde bei externen Gutachter:innen in Auftrag gegeben wird.
- Weitere Einschätzung zum Safety Case: Review des Safety Case, der durch Gremien wie beratende Kommissionen oder internationale Panels erfolgt, die die behördliche Prüfung ergänzen oder eine Einschätzung zum behördlichen Review abgeben, zum Beispiel im Auftrag einer politischen Instanz.

Die systematische Durchführung von Peer-Reviews ist in Deutschland bisher rechtlich nicht verankert und die Erfahrungen mit solchen Prozessen begrenzt (Röhlig und Sträter 2022, S. 39). International wurden jedoch in der überwiegenden Zahl der Länder, die über Endlagerprogramme für hochradioaktive Abfälle verfügen und Mitglied der OECD sind, wie zum Beispiel Finnland und Schweden, bereits Erfahrungen mit formalen Reviews des Safety Case gewonnen.

Ein Review wird wesentlich durch das Review-Objekt (ein spezifischer Safety Case oder Teile davon) charakterisiert, die Fragestellung(en) für den Review (zum Beispiel: Ist der FEP-Katalog für diesen Safety Case geeignet und umfassend genug?) und den Prozess der Begutachtung.

Forschungsfrage und Methodik

Die zentrale Forschungsfrage des TAP SAFE in TRANSENS lautet: Ist eine transdisziplinäre Optimierung des Safety Case möglich bzw. notwendig? Falls ja: Was soll optimiert werden, wie und durch wen?

Der Begriff „Optimierung“ setzt Vorgaben voraus, an denen sich die „Verbesserung“ des Safety Case ausrichten soll: Woran lässt sich erkennen, dass ein Safety Case nicht nur anders, sondern „besser“ geworden ist? Solche Vorgaben sind in nationalen und internationalen Regelwerken enthalten. Bei der Anwendung von Td-Methoden und -Werkzeugen kann zusätzliches Zielwissen (vgl. Kapitel 2, *Transdisziplinär gewonnenes Wissen*) hervorgebracht werden. Solches Zielwissen vermittelt ebenfalls Orientierung bei der Optimierung des Safety Case und trägt ggf. dazu bei, bereits bestehende Vorgaben weiterzuentwickeln und anzupassen.

Die Forschungsfrage, die den vorliegenden Bericht leitet, lautet:

Kann ein konkreter Safety Case mit transdisziplinären Reviews verbessert werden?

Unter einem „konkreten Safety Case“ werden spezifische Entscheidungsgrundlagen auf dem Entsorgungsweg, also gedruckte oder digitale „Berichtswerke“, die als Safety Case, Sicherheitsuntersuchung, Sicherheitsnachweis, Sicherheitsbericht oder Ähnliches bezeichnet werden, verstanden. Entscheidungen auf dem Entsorgungsweg, die durch Safety Cases gestützt werden, können zum Beispiel die Auswahl eines oder mehrerer Wirtsgesteinstypen, die Entscheidung für die Untersuchung eines Endlagerstandort oder auch die Genehmigung für die Errichtung eines Endlagers, dessen Betriebsbeginn oder dessen Verschluss betreffen. Entsprechend können Safety Cases aufgrund generischer Daten (ohne Standortbezug) oder aufgrund von Standortdaten erstellt werden.

Die Beantwortung der Forschungsfrage erfolgt auf der Grundlage von Fachliteratur und Erfahrungen mit dem transdisziplinären Forschungsansatz bzw. den damit verbundenen Methoden und Werkzeugen bei TRANSENS (TRANSENS 2023; TRANSENS-SAFE 2023). Die Idee, Td-Reviews des Safety Case vorzunehmen, wurde an einem Projekttreffen von TRANSENS bei interessierten Gästen der Veranstaltung, Vertreter:innen der ständigen Bürgerbegleitgruppen von TRANSENS und der Verbundpartner:innen in einem interaktiven Format zur Diskussion gestellt (Wissensmarktplatz 2023). Am Forschungssymposium SafeND23 des Bundesamts für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) bot TRANSENS einen Workshop zum Thema „Optimizing the Safety Case through transdisciplinary research?“ an. Dessen Teilnehmer:innen entwickelten in einem an das Td-Instrument „Design Thinking“ (td-net 2022b) angelehnten Format den Prototyp eines Extended Peer-Reviews für den Safety Case (SafeND23). Die Ergebnisse dieser beiden transdisziplinären Formate sind in den vorliegenden Bericht eingeflossen.

2. Wirkung von Td-Reviews

Die Nuclear Energy Agency der OECD (NEA) betrachtet einen Entscheidungsprozess als auf Optimierung ausgerichtet, wenn die zu beantwortende Frage ganzheitlich angegangen wird, Stakeholder transparent und fair in die Entscheidungsfindung eingebunden werden und der Entscheidungsprozess nachhaltige Ergebnisse hervorbringt (NEA 2023). Entsprechend, so unsere Annahme, können Td-Reviews *sicherheitsgerichtete Entscheidungen* fördern, indem sie die ganzheitliche Perspektive durch zusätzliches Wissen und zusätzliche Sichtweisen stärken, die transparente und faire Einbindung von Vertreter:innen der Bevölkerung ermöglichen und die Robustheit¹⁰ und Resilienz¹¹ von Entscheidungen in allen drei Nachhaltigkeitsdimensionen unterstützen.

Td-Reviews tragen, wie im Verlauf dieses Kapitel dargelegt wird, zur *Optimierung des Safety Case* bei, indem zusätzliches Wissen verfügbar gemacht wird, um die Sicherheit eines Endlagers einzuschätzen. Sie können sich positiv auf psychische und soziale Aspekte bei der Erstellung eines Safety Case auswirken, die Legitimität und Akzeptanz eines Safety Case sowie seine Robustheit und Resilienz stärken.

Transdisziplinär gewonnenes Wissen

Formen des Wissens

Zum Wissen, das mit Td-Forschung erzeugt wird, gibt es verschiedene Modelle. Das Network for Transdisciplinary Research unterscheidet zwischen System-, Ziel-, und Transformationswissen (ProClim 1997; td-net 2022a):

- Systemwissen bezieht sich auf den Zustand des erforschten Systems bzw. die Problemsituation, die mit Hilfe transdisziplinärer Methoden und Werkzeuge behandelt werden soll. Es umfasst sowohl beschreibendes als auch analytisches Wissen.
- Zielwissen bezieht sich auf die erwünschten Entwicklungen des Systems in die Zukunft hinein. Es umfasst auch die Werte und Normen, die solche Entwicklungen leiten sollen.
- Transformationswissen ist erforderlich, um vom Ausgangszustand zum Zielzustand zu gelangen. Es umfasst konkrete Strategien und Aktivitäten, die ergriffen werden sollen, um den Zielzustand zu erreichen.

Zur Beantwortung gesellschaftlich relevanter Fragestellungen sind in der Regel alle drei Formen von Wissen erforderlich, was den Einbezug entsprechender Wissensträger:innen nahelegt. Transdisziplinäre Forschung arbeitet daher an den Schnittstellen verschiedener Formen von Wissen und gesellschaftlicher Sphären wie Wissenschaft, Politik und Praxis. Ein Td-Format kann sich auf alle drei Wissensformen ausrichten, aber auch nur auf eine oder zwei dieser Formen fokussiert sein.

¹⁰ Robuste Entscheidungen erweisen sich auch bei unerwarteten Entwicklungen und Ereignissen weiterhin als zielführend.

¹¹ Resiliente Entscheidungen erleichtern es, bei unerwarteten Entwicklungen und Ereignissen Anpassungen vorzunehmen, so dass die Funktionen eines Systems nicht dauerhaft beeinträchtigt werden.

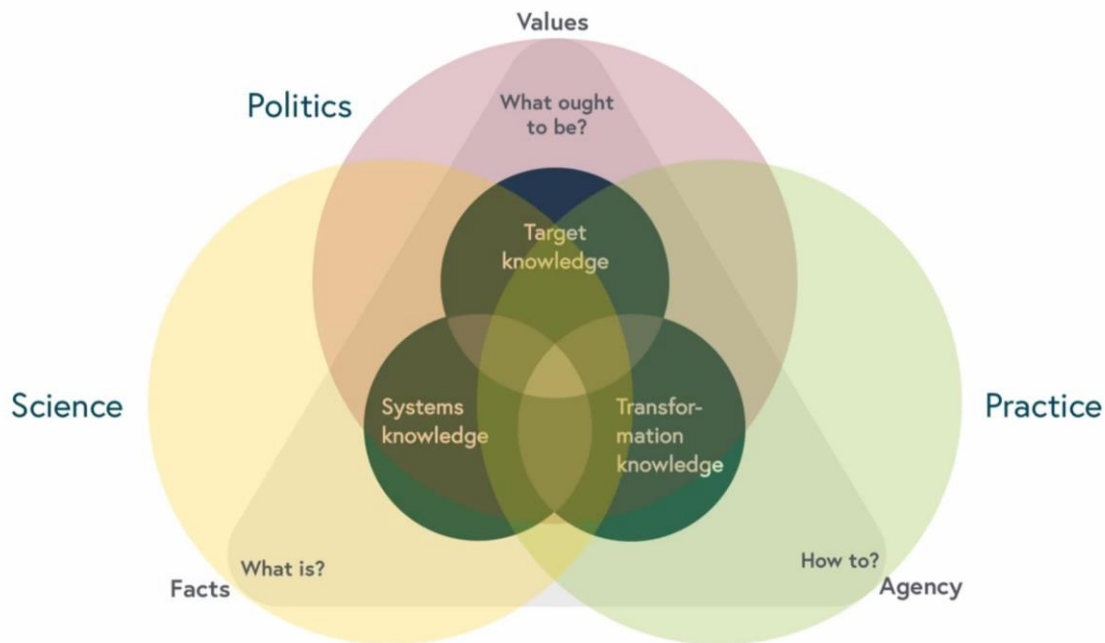


Abbildung 2: Formen des Wissens, die mit Td-Forschung erzeugt werden. Grundsätzlich wird zwischen System-, Ziel- und Transformationswissen unterschieden. Diese drei Formen von Wissen sind untereinander vernetzt. Systemwissen bezieht sich wesentlich auf Fakten und die Frage „Was ist?“, Zielwissen auf Werte und die Frage „Was soll sein?“, Transformationswissen auf Handlungsfähigkeit („agency“) und die Frage „Wie wird es gemacht?“. Systemwissen liegt vor allem im Zuständigkeitsbereich der Wissenschaft, Zielwissen im Zuständigkeitsbereich der Politik und Transformationswissen im Zuständigkeitsbereich der Praxis (td-net 2022a; Übersetzung durch die Autor:innen).

Für den Safety Case relevantes Wissen

Wenn es um die Prüfung und Optimierung eines Safety Case geht, können Td-Reviews ein breites Spektrum an System-, Ziel- und Transformationswissen beisteuern. Die folgenden Aufzählungen, die auf Erfahrungen aus der transdisziplinären Forschung bei TRANSENS und mit der Entwicklung und Beurteilung von Safety Cases beruhen, sind nicht abschließend. Sie umfassen sowohl Wissen, das bereits fallweise in Peer-Reviews zu Safety Cases einbezogen wird, als auch Wissen, das gegenwärtig bei solchen Peer-Reviews kaum oder nicht zum Tragen kommt:

- Systemwissen zu
 - Kerntechnik, nuklearer Sicherheit und Strahlenschutz
 - Umgang mit Gefahrstoffen und Entsorgung gefährlicher Abfälle
 - Planung und Ausführung von Großprojekten
 - Bau, Betrieb und Rückbau von Anlagen über- und untertage
 - Entwicklungen und Anwendung von Informationstechnik, Robotik und weiteren Technologien, die bei der Entsorgung zum Einsatz kommen oder die Entsorgung beeinflussen können
 - Eigenschaften von technischen Barrieren, Geosphäre, Biosphäre und Atmosphäre
 - Entwicklungen und Ereignissen in Geosphäre, Biosphäre und Atmosphäre
 - politischen, wirtschaftlichen und organisatorischen Aspekten, die bei Großprojekten, längerfristig angelegten Projekten und gesellschaftlich umstrittenen Vorhaben von Bedeutung sind oder sein können

- menschlicher Wahrnehmung und menschlichem Verhalten
- lokalen und regionalen Gegebenheiten am Standort eines Endlagers
- Methodik von Risiko- und Sicherheitsuntersuchungen
- Möglichkeiten und Grenzen zukunftsgerichteter Aussagen

- Zielwissen zu
 - Konzepten von Sicherheit
 - Beurteilung und Akzeptabilität von Sicherheit
 - Umgang mit Zielkonflikten
 - Regulierung von Sicherheit

- Transformationswissen zu
 - Wahrnehmung und Verständnis von Sicherheit
 - Akzeptanz im Bereich der Sicherheit
 - Kommunikation von Risiko und Sicherheit
 - Entscheidungen unter Risiko und Ungewissheit
 - politischen Prozessen und Governance
 - Change-/Transformations-Management
 - Weiterentwicklung von Regulierung und nachgeordneten Instrumenten wie Sicherheitsuntersuchungen
 - menschlichen und organisatorischen Aspekten
 - Einsatz neuer Technologien

Diese Aufzählungen deuten darauf hin, dass bei Td-Reviews des Safety Case verschiedene Wissenscluster eine Rolle spielen können. Cluster, die von den Autor:innen des vorliegenden Berichts in den Aufzählungen identifiziert wurden, betreffen 1. Wahrnehmung, Konzepte, Analyse, Beurteilung, Regulierung und Kommunikation von Sicherheit, 2. Einsatz und Entwicklung von (neuen) Technologien, einschließlich der damit verbundenen sozialwissenschaftlichen Aspekte, 3. Planung und Durchführung von Großprojekten, insbesondere solchen, die langfristig angelegt sind, 4. Eigenschaften und Entwicklungen von Geo-, Bio, und Atmosphäre, die für die Entsorgung relevant sein und werden können, 5. Spezifische Merkmale (potenzieller) Standortregionen, zum Beispiel sozioökonomischer und historischer Art, 6. Einflüsse menschlicher und organisatorischer Faktoren, sowohl auf die Sicherheit der Entsorgung als auch auf den Safety Case selbst, 7. Soziale Rahmenbedingungen und Entwicklungen, Strukturen und Prozesse, 8. Ökonomische Rahmenbedingungen und Entwicklungen, Strukturen und Prozesse.

Die Cluster können sich überschneiden. Die Reihenfolge ihrer Aufzählung sagt nichts über ihre Bedeutung für den Safety Case aus.

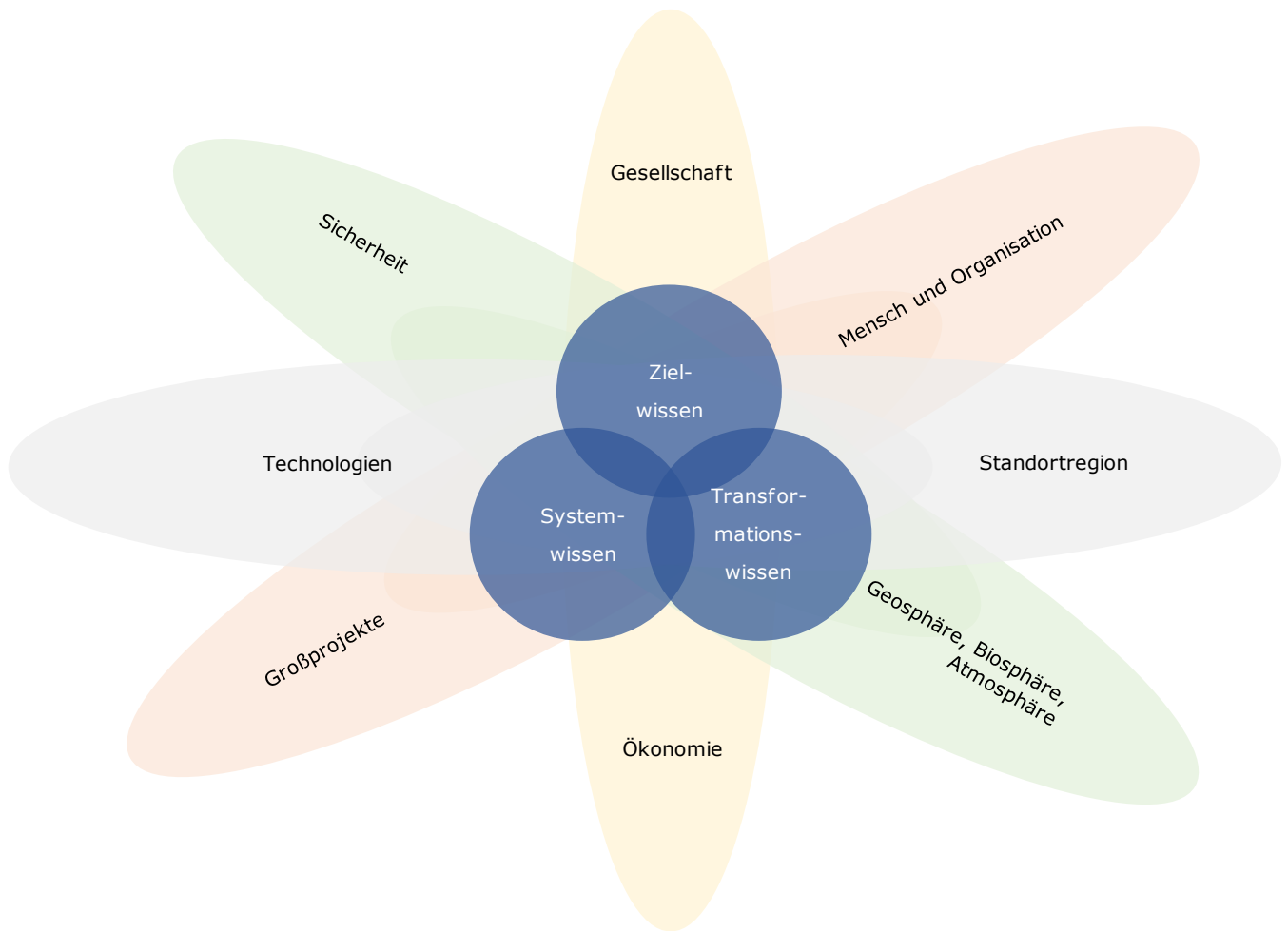


Abbildung 3: Wissenscluster, die zur Optimierung des Safety Case beitragen können (eigene Darstellung in Anlehnung an td-net 2022a, nähere Erläuterungen im Text).

Wissen, das in Td-Reviews eingeht, kann eine wichtige Rolle spielen, indem es methodische und fachliche Impulse liefert, die sonst nicht in den Safety Case eingebracht worden wären, und die Robustheit und Resilienz des Safety Case gegenüber Ungewissheiten, zum Beispiel zu technologischen Entwicklungen der Zukunft, stärkt.

Menschlicher Faktor

In der Fachliteratur wird darauf hingewiesen, dass die Anwendung von Td-Methoden und -Werkzeugen auch auf die Personen zurückwirkt, die transdisziplinäre Formate anwenden. Die Perspektive auf die untersuchten Fragestellungen kann sich verändern, das Bewusstsein für eigene Biases geschärft werden (vgl. *Begründungen für die Anwendung von Td-Methoden und Werkzeugen* im Anhang).

In eine ähnliche Richtung deuten Erkenntnisse aus der Selbstevaluierung, die TRANSENS 2022 vorgenommen hat: Forschende und Td-Partner:innen beeinflussen sich wechselseitig und lernen voneinander. Dadurch wird generell die Bereitschaft gefördert, „sich mit anderen, mitunter auch unbequemen, Sichtweisen auseinanderzusetzen“ (TRANSENS 2023, 20). Der offene Austausch zwischen Forschenden und Td-Partner:innen kann sich positiv auf den Austausch der Forschenden untereinander auswirken. Den intensiven Dialog mit

Td-Partner:innen zu erleben, fördert das Verständnis für kommunikative Herausforderungen und Dynamiken im Endlagerdiskurs. Meinungs- und Perspektivenvielfalt in transdisziplinären Formaten eröffneten weitere Horizonte, Wissenschaftler:innen verlassen ihre Komfortzonen (TRANSENS 2023).

Im TAP SAFE von TRANSENS, das sich mit der Optimierung des Safety Case befasst, zeigte sich bei der Selbstevaluierung besonders deutlich, dass transdisziplinäres Arbeiten die interdisziplinäre Verständigung fördert. Td-Partner:innen denken selten in den Grenzen von Fachdisziplinen, sondern bringen ganzheitlichere Betrachtungsweisen in den Austausch ein. Das erfordert eine interdisziplinäre Vor- und Nachbereitung von Td-Formaten und zum Teil auch neue Sichtweisen auf den Gegenstand der eigenen Arbeit. Solche Sichtweisen können ein lernendes, selbsthinterfragendes Verhalten stimulieren, zum Beispiel wenn zentrale Paradigmen von Safety Case-Konzepten herausgearbeitet werden oder über die Funktion von Indikatoren reflektiert wird. Das Team des TAP SAFE hielt explizit fest, dass ein Mehrwert der Td-Formate darin liegt, „Sichtweisen der beteiligten Wissenschaftler:innen zu beeinflussen“. Damit können der menschliche Faktor bereits frühzeitig in Sicherheitsbetrachtungen einbezogen und latente Sicherheitsprobleme frühzeitig vermieden werden (TRANSENS-SAFE 2023).

Aus (wissenschafts-)historischer Perspektive zeigt sich, dass Sicherheit zunehmend umfassend gedacht und verstanden wird und sich der Kreis der Akteure, die erforderlich sind, um beispielsweise die Sicherheit eines Endlagersystems zu gewährleisten, erweitert hat (Röhlig und Sträter 2022). Peer-Reviews von Safety Cases in Deutschland zu intensivieren und den Kreis der Peers, die Reviews vornehmen, zu erweitern, würde sich in diese Entwicklung einfügen.

Legitimität und Akzeptanz

Sicherheit ist das zentrale Ziel der Entsorgung hochradioaktiver Abfälle. Wenn die Sicherheit eines Endlagers belegt wird, nimmt der Safety Case eine wichtige Rolle ein. Dennoch sind die Aufmerksamkeit für Safety Cases und die Akzeptanz von Safety Cases manchmal gering. Daher stellt sich unter anderem die Frage, inwieweit es sinnvoll und möglich ist, weitere Akteur:innen und Partner:innen in die Entwicklung von Safety Cases einzubinden (Röhlig und Eckhardt 2017).

In der Fachliteratur zu transdisziplinärer Forschung wird argumentiert, dass außerwissenschaftliche Partner einzubeziehen, die Legitimität stärken kann. Ein Grund dafür liegt darin, dass Betroffene ihre Interessen dann besser einbringen können und verschiedene Akteure gemeinsam an Lösungen arbeiten. Zudem existieren Hinweise darauf, dass die Akzeptanz eines Safety Case durch Td-Reviews gestärkt werden könnte (vgl. *Begründungen für die Anwendung von Td-Methoden und Werkzeugen* im Anhang). Ergebnisse und Erfahrungen im Forschungsprojekt TRANSENS deuten ebenfalls daraufhin, dass sich durch Td-Reviews das Vertrauen in Akteure der Entsorgung hochradioaktiver Abfälle verbessern lässt (TRANSENS 2023; SafeND23).

Robustheit und Resilienz

Bei der Entwicklung und der Beurteilung eines Safety Case müssen permanent Sicherheitsrelevante Entscheidungen getroffen werden. Die Robustheit und die Resilienz solcher Entscheidungen lassen sich stärken, indem ein breites und diverses Spektrum inhaltlicher und methodischer Aspekte, die die Sicherheit betreffen, in Betracht gezogen wird. In Td-Reviews bringen Td-Partner:innen, also Personen, die aus verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen und Bereichen der Gesellschaft stammen können, zusätzliches Wissen und zusätzliche Sichtweisen ein. Damit tragen sie potenziell dazu bei, sowohl den Safety Case, mit dem die Sicherheit belegt wird, als auch letztlich die Sicherheit selbst unempfindlicher gegen zuvor unerwartete Argumente, Ereignisse und Entwicklungen und damit robuster und resilienter zu gestalten.

Zur Robustheit und Resilienz des Safety Case tragen vermutlich auch Einflüsse von Td-Reviews auf den menschlichen Faktor sowie auf die Legitimität und Akzeptanz des Safety Case bei: Das Bewusstsein für eigene Biases in der Fachgemeinschaft der Safety Case-Spezialist:innen kann geschärft und die Offenheit für andere Perspektiven gefördert werden. Damit verbessert sich ggf. auch die gesellschaftliche Unterstützung für den Safety Case. Das Risiko von Entscheidungen, die später revidiert werden müssen, als auch Risiken, die mit mangelndem gesellschaftlichem Rückhalt für den Safety Case verbunden sind, lassen sich voraussichtlich vermindern.

3. Beteiligte an Td-Reviews

Die Abgrenzung zwischen Peers und Td-Partner:innen ist weniger scharf, als es auf den ersten Blick erscheinen mag. Auch Td-Partner:innen können hochqualifizierte Fachspezialist:innen sein, allerdings nicht – wie es Peers in der Regel sind – auf dem Gebiet von Safety Cases zur Entsorgung hochradioaktiver Abfälle. Die Wissensproduktion erfolgt in Td-Reviews stärker partizipativ als in Peer-Reviews. Daher werden an Td-Partner:innen tendenziell höhere Anforderungen als an Peers gestellt, was die Teamfähigkeit angeht und die Bereitschaft, sich auf neue Methoden und ungewohnte Sichtweisen einzulassen.

Auswahlkriterien

Die Auswahl von Td-Partner:innen für den Review eines Safety Case kann von verschiedenen Kriterien geleitet werden. Dazu zählen „Repräsentanz“, „Kompetenz“, „Diversität“ und „Motivation“. Zwischen den Kriterien sind wechselseitige Beeinflussungen möglich. Bei Verfahren der Öffentlichkeitsbeteiligung dominieren beispielsweise häufig Personen, die gut ausgebildet und in der Lage sind, eigene Interessen oder die Interessen einer bestimmten Gruppe kommunikationsstark zum Ausdruck bringen (Krick 2020). In diesem Fall wirkt sich „Motivation“ zulasten von „Diversität“ aus. Daher sollten verschiedene Kriterien differenziert gegeneinander abgewogen werden, wenn es um die Auswahl von Td-Partner:innen geht.

Repräsentanz

Td-Partner:innen, die aufgrund des Kriteriums Repräsentanz ausgewählt werden, vertreten Akteure und Stakeholder, die sich im Bereich der Entsorgung radioaktiver Abfälle engagieren bzw. vom Safety Case betroffen sind. Damit bringen sie Wissen, Sichtweisen und laufende Diskussionen aus ihren jeweiligen Institutionen und Netzwerken in den Review ein und tragen ggf. auch die Ergebnisse des Reviews in ihre Institutionen und Netzwerke hinein.

Durch Auswahl von Td-Partner:innen, die Akteure und Stakeholder vertreten, kann insbesondere die Legitimität eines Td-Reviews gestärkt werden, weil sich damit zeigen lässt, dass wichtige gesellschaftliche Gruppen miteinbezogen werden, Betroffene in der Lage sind, mitzusprechen und auch Stimmen eingebunden werden, die dem Safety Case explizit skeptisch gegenüberstehen. Die Legitimität wird betont, wenn die beteiligten Td-Partner:innen von Akteuren und Stakeholdern explizit autorisiert worden sind, ihre Interessen im Td-Review zu vertreten (Krick 2020).

Als problematisch können sich Ungleichgewichte, zum Beispiel in Bezug auf Ressourcen und Legitimität, zwischen den Vertreter:innen verschiedener Akteure und Stakeholder erweisen (Jahn et al. 2021, 354). Beispielsweise verfügen kleinere Verbände oder solche, die sich normalerweise nicht bzw. kaum mit der Entsorgung hochradioaktiver Abfälle befassen, oft nur über begrenzte Mittel, um Fachwissen aufzubauen, und können damit gegenüber Verbänden, die fachkundigere Mitglieder aufweisen und finanzkräftiger sind, benachteiligt sein. Organisationen, die der Entsorgung befürwortend oder skeptisch gegenüberstehen,

werden oft von Personen vertreten, die stark und pointiert argumentieren und ein erhebliches Echo in Medien und interessierter Öffentlichkeit hervorrufen. Inwieweit diese Personen die Sichtweisen in der Bevölkerung insgesamt repräsentieren, ist zu hinterfragen. In einem interaktiven Format bei TRANSENS wurde argumentiert, dass der Wissenszuwachs, der durch Einbezug in einen Td-Review erfolgt, selbst wieder zu einem Machtgefälle zwischen denjenigen, die am Review teilgenommen haben und denjenigen, die nicht beteiligt waren, beitragen kann (Wissensmarktplatz 2023).

In solchen Situationen kann der Einbezug weiterer Kriterien, wie „Diversität“ und „Kompetenz“, ausgleichend wirken. Unerlässlich ist zudem, dass das Kriterium „Motivation“ erfüllt ist.

Kompetenz

Die Td-Partner:innen bringen spezifische Kenntnisse und Erfahrungen ein, von denen erwartet wird, dass sie substanziell zur Optimierung des Safety Case beitragen können. Diese Kenntnisse und Erfahrungen können aus unterschiedlichen Bereichen stammen:

- *Verwandte Disziplinen.* Personen, die über inhaltliches und methodisches Wissen verfügen, das auch im Safety Case zum Tragen kommt. Solche Td-Partner:innen bringen beispielsweise Kenntnisse und Erfahrungen zur Werkstoffkunde, zur hydrogeologischen Modellierung, zur Radiochemie oder zur Geomikrobiologie in den Review ein. Sie arbeiten typischerweise an wissenschaftlichen Einrichtungen oder in der Privatwirtschaft. Diese Personengruppe ist insbesondere den Wissensclustern „Technologien“ sowie „Geosphäre, Atmosphäre, Biosphäre“ zuzuordnen (vgl. Kapitel 2, Abbildung 3). Sie bewegt sich nahe bei den klassischen Peers, benötigt allerdings eine Einführung in den spezifischen Kontext „Safety Case zur Entsorgung hochradioaktiver Abfälle“. Von ihr lassen sich spezifische, konkrete Impulse¹² zur Optimierung des Safety Case erwarten.
- *Entferntere Disziplinen.* Personen, die über inhaltliches und methodisches Wissen verfügen, das im Safety Case bisher nicht oder nur bedingt zum Tragen kommen. Solche Td-Partner:innen bringen beispielsweise Kenntnisse und Erfahrungen aus der Archäologie, der Technikgeschichte oder der Tiefengeothermie in den Review ein. Sie arbeiten überwiegend an wissenschaftlichen Einrichtungen und in der Privatwirtschaft, ggf. auch in Verbänden. Diese Personengruppe ist vor allem den Wissensclustern „Gesellschaft“, „Ökonomie“, „Technologien“ sowie „Geosphäre, Atmosphäre, Biosphäre“ zuzuordnen (vgl. Kapitel 2, Abbildung 3). Mit dem Safety Case zur Entsorgung hochradioaktiver Abfälle ist diese Personengruppe nicht vertraut und benötigt daher eine fundierte Einführung. Sie bringt einen „unabhängigen“ Außenblick sowie neuartige Perspektiven in den Safety Case ein und lässt sowohl grundlegende Impulse zur Optimierung des Safety Case als auch spezifische, konkrete Anregungen erwarten.
- *Organisation und Methodik.* Personen, die methodische Erfahrungen, Managementenerfahrungen und Wissen zur Governance in den Safety Case einbringen. Dazu zählen zum einen Personen, die in anderen Bereichen Sicherheit gewährleisten, beispielsweise in der chemischen und pharmazeutischen Industrie. Zum anderen gehören zu dieser

¹² Impulse betreffen potenziell Inhalte und Methoden des Safety Case, aber auch die Art seiner Durchführung. Sie können direkt in den Safety Case aufgenommen werden oder weitere Abklärungen und Forschung (SafeND23) anregen.

Gruppe sowohl Personen, die an Großprojekten mitwirken, als auch solche mit Kompetenzen im Bereich menschlicher und organisatorischer Faktoren. Sie arbeiten typischerweise in der Privatwirtschaft, der öffentlichen Verwaltung und der Wissenschaft und sind vorwiegend den Wissensclustern „Sicherheit“, „Mensch und Organisation“, „Großprojekte“ sowie in manchen Fällen auch „Gesellschaft“ zuzuordnen (vgl. Kapitel 2, Abbildung 3). Diese Personengruppe muss zunächst mit dem Safety Case zur Entsorgung hochradioaktiver Abfälle vertraut gemacht werden. Von ihr lassen sich Impulse erwarten, die dazu beitragen, die Entwicklung und Methodik des Safety Case zu optimieren sowie Inhalte des Safety Case, die insbesondere den Bau und Betrieb eines Endlagers betreffen.

- *Lebenserfahrung.* Personen, die aufgrund ihres Lebensweges, ihrer Interessen und ihres Engagements über ein breites Spektrum an Wissen verfügen. Diese Td-Partner:innen bringen beispielsweise Kenntnisse und Erfahrungen zur beruflichen Praxis, zu gesellschaftlichen Entwicklungen, zu sozialen und politischen Wechselwirkungen, zu wirtschaftlichen Aspekten, zur Risikowahrnehmung und zur Kommunikation in den Review ein. Ihr Wissen stammt aus dem beruflichen und/oder privaten Kontext. Diese Personen können alle Wissenscluster vertreten, insbesondere aber den Cluster „Standortregion“. Sie müssen zuerst grundlegend mit dem Safety Case zur Entsorgung hochradioaktiver Abfälle vertraut gemacht werden. Von ihnen lassen sich vor allem Impulse erwarten, die dazu beitragen, Transparenz, Nachvollziehbarkeit und Kommunikation des Safety Case zu optimieren.

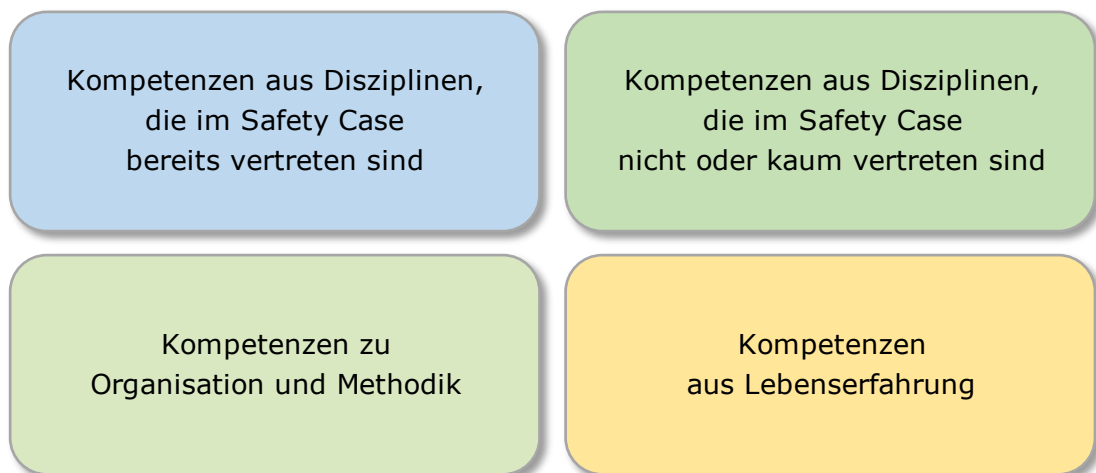


Abbildung 4: Kompetenzen, die spezifische Gruppen von Td-Partner:innen zur Optimierung des Safety Case einbringen können. Die Übersicht ist nicht abschließend.

Kompetenz und Repräsentanz lassen sich miteinander verbinden, indem beispielsweise Td-Partner:innen aus Interessenverbänden gewählt werden, die mit wissenschaftlichem Arbeiten vertraut sind. Bei der Verbindung von Kompetenz und Diversität können sowohl unterschiedliches Fachwissen als auch unterschiedliche Sichtweisen und Meinungen in den Review einfließen. Zudem muss das Kriterium „Motivation“ erfüllt sein.

Diversität

Die Td-Partner:innen bringen ein breites Spektrum an individueller Vielfalt mit, die zum Beispiel Alter, Geschlechtsidentität und soziale sowie geografische Herkunft betrifft. Für die Optimierung des Safety Case steht damit eine besonders reiche Basis an Sichtweisen und Erfahrungen zur Verfügung. Diversität bedingt, dass alle Td-Partner:innen zuerst zielgruppengerecht mit dem Safety Case vertraut gemacht werden und die Durchführung der Td-Reviews der Vielfalt methodisch ebenfalls Rechnung trägt.

Bei Td-Partner:innen, die vor allem aufgrund der Kriterien „Repräsentanz“ und „Kompetenz“ ausgewählt wurden und zur Teilnahme an einem Td-Review motiviert sind, ist es naheliegend, im Interesse von Kenntnis- und Meinungsvielfalt zusätzlich auch auf Diversität zu achten.

Motivation

Die Td-Partner:innen werden aufgrund ihrer Motivation ausgewählt, sich für den Safety Case zu engagieren. Damit wird eine hohe Bereitschaft gewährleistet, aktiv an den Td-Formaten mitzuwirken. Wesentlich ist, zwischen verschiedenen Motivationsgründen zu unterscheiden. Mögliche Gründe sind, wie sich in einem interaktiven Format bei TRANSENS gezeigt hat (Wissensmarktplatz 2023):

- Interesse am Thema. Das Interesse kann sowohl technisch-naturwissenschaftliche als auch gesellschaftliche Aspekte betreffen.
- Interesse am Mitwirken. Motivierend wirkt vor allem die Möglichkeit, sich einzubringen und mit anderen zusammenzuarbeiten.
- Ideelle Gründe. Die Reviewer:innen möchten sich für die Gemeinschaft engagieren, indem sie dazu beitragen, ein gesellschaftlich wichtiges Problem zu lösen.
- Wirtschaftliches Interesse. Das Interesse, sich am Review zu beteiligen, ist durch die Entschädigung für die Teilnahme motiviert oder durch andere wirtschaftlich relevante Aussichten, zum Beispiel, dass sich der berufliche Lebenslauf mit Verweis auf den Review aufwerten lässt.
- Macht und Status. Eine Motivation kann auch darin liegen, Einfluss auf den Safety Case nehmen zu können und als Reviewer:innen Aufmerksamkeit zu erfahren.

Es kann davon ausgegangen werden, dass bei allen Personen, die sich dafür interessieren an einem Td-Review teilzunehmen, mehrere Motivationsgründe in unterschiedlicher Ausprägung vorliegen. Im Interesse einer guten Zusammenarbeit im Review-Team und substanzieller fachlicher Ergebnisse sollten finanzielle Interessen sowie Macht und Status bei den Td-Partner:innen keine wesentliche Rolle spielen. Motivation stellt eine notwendige, aber keine hinreichende Voraussetzung für gelingende Td-Formate dar und muss daher immer mit anderen Ansätzen wie „Kompetenz“ verbunden werden.

Rekrutierung der Td-Partner:innen

Generell ist es möglich, Td-Partner:innen mit einer offenen Einladung, gezielter Ansprache oder per Zufallsauswahl zu rekrutieren (Seidl et al. 2021, 7).

Für manche Formate kann es geeignet sein, Stakeholder einzubeziehen, die bereits eine gefestigte Position zum Safety Case einnehmen (vgl. auch *Repräsentanz* weiter oben). In vielen Fällen eignen sich aber „unbefangene“ Personen besser, die mit einer offeneren

Grundhaltung in den Td-Review hineingehen. Die Zufallsauswahl, wie sie zum Beispiel für das Nationale Begleitgremium angestrebt wurde (BfS 2016), bietet gute Voraussetzungen für die Rekrutierung „unbefangener“ Personen. Allerdings ist es aus verschiedenen Gründen kaum möglich, eine echte Zufallsauswahl, die wichtige Merkmale der allgemeinen Bevölkerung repräsentativ abbildet, zu erzielen. Personen, die bereit sind, an Td-Reviews teilzunehmen, müssen gewillt sein, sich mit dem Safety Case auseinanderzusetzen, über genügend Zeit verfügen, um sich am Review zu beteiligen, sich die Teilnahme zutrauen – und verfügen bereits damit über Merkmale, die zu Abweichungen von einer zufälligen Auswahl führen.

Bei der Rekrutierung der AGBe bei TRANSENS wurde zunächst eine große Zahl zufällig ausgewählter Personen nach ihrem Interesse gefragt, bei TRANSENS mitzuwirken. In einem nächsten Schritt wurden interessierte Personen gebeten, ihre Motivation darzulegen. Dieser Personenkreis wurde mit einem aufwendigen statistischen Verfahren weiter eingegrenzt. Die abschließende Selektion erfolgte mit Interviews, wobei nach Kompetenzen gefragt wurde, die die Funktionsfähigkeit der Gruppe sicherstellen sollten. Zu diesen Merkmalen zählten Kooperationsfähigkeit, Konfliktfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit und Geduld (Seidl et al. 2021, 7f.). Dieses Vorgehen hat sich bei TRANSENS bewährt. Die Mitglieder der ständigen Bürgerbegleitgruppe AGBe arbeiteten sowohl untereinander als auch mit den Wissenschaftler:innen aus dem Kreis der Verbundpartner:innen von TRANSENS gut zusammen und brachten viele Impulse in die Forschung bei TRANSENS ein. Im Verlauf des Projekts TRANSENS haben die Mitglieder der AGBe zunehmend Wissen zur Entsorgung hochradioaktiver Abfälle erworben und damit auch die Fähigkeit, differenziert und eigenständig zur Forschung bei TRANSENS beizutragen (TRANSENS-SAFE 2023).

4. Durchführung von Td-Reviews

Die Gegenüberstellung von klassischen Peer-Reviews und Td-Reviews zeigt Parallelen aber auch einige Unterschiede auf.

Klassischer Peer-Review

Zielsetzung. Klassische Peer-Reviews zielen darauf ab, die Qualität eines Safety Case anhand bestehender Standards wie internationalen Empfehlungen, dem Stand von Wissenschaft und Technik oder bewährten Vorgehensweisen („Best Practices“) zur Erstellung von Safety Cases zu überprüfen. Die Qualität des Safety Case soll verbessert werden und ggf. Fragen, die zuvor noch offengeblieben waren, geklärt werden.

Zusätzlich kann beabsichtigt werden, den Umgang mit dem menschlichen Faktor bei der Ausarbeitung und Prüfung des Safety Case mit klassischen Peer-Reviews zu verbessern sowie Legitimität und Akzeptanz, Robustheit und Resilienz des Safety Case zu stärken. Allerdings stehen diese Zielsetzungen verglichen mit Td-Reviews bei klassischen Peer-Reviews weniger im Vordergrund.

Beauftragung. Klassische Reviews von Safety Cases werden international vor allem durch die Vorhabenträgerin („implementer“) veranlasst oder durch Aufsichtsbehörden („regulator“) bzw. übergeordnete politische Instanzen. Reviews können auch durch andere Institutionen in Auftrag gegeben werden, zum Beispiel durch politische Instanzen und Behörden eines Nachbarlandes oder durch Nichtregierungsorganisationen (NGOs), die den Ergebnissen eines Safety Case skeptisch gegenüberstehen (vgl. *Untersuchungsgegenstand*). In Deutschland wäre denkbar, dass beispielsweise das Nationale Begleitgremium (NGB) einen eigenen Review veranlasst. Das NGB begleitet das Standortauswahlverfahren unabhängig und kann Gutachten in Auftrag geben, um seine eigene Meinungsbildung zu unterstützen. Das Ziel seiner Tätigkeit ist, Vertrauen in das Verfahren zu ermöglichen (NGB 2022).

Gegenstand. Der Safety Case kann gesamthaft begutachtet werden, oder es werden einzelne Elemente des Safety Case einem Review unterzogen, wobei der Gegenstand des Reviews in jedem Fall dokumentiert ist. Bei klassischen Reviews ist die Entscheidung, was einem Review unterzogen werden soll und welche Fragestellungen dabei zu bearbeiten sind, dem Auftraggeber oder der Auftraggeberin des Reviews überlassen. Das Mandat der Reviewer:innen, die „Terms of Reference“, können spezifische Fragen umfassen, etwa zu verwendeten wissenschaftlichen Grundlagen oder zur Methodik von Modellierungen (vgl. zum Beispiel NEA 2006, 15). Die Fragestellung bestimmt, welche Kriterien dem Review zugrunde liegen.

Zeitpunkt. Beim Safety Case lassen sich im Wesentlichen drei etablierte Typen von Peer-Reviews unterscheiden (vgl. *Untersuchungsgegenstand*), die zu jeweils unterschiedlichen Zeitpunkten auf dem Entsorgungsweg stattfinden:

- Begutachtung vorläufiger Ergebnisse im Auftrag der Vorhabenträgerin
- Begutachtung im Auftrag der Behörden, die einen von der Vorhabenträgerin erstellten Safety Case prüfen

- Zusätzliche Einschätzungen zum Safety Case und den Ergebnissen der behördlichen Prüfung, die zum Beispiel von einem Ministerium in Auftrag gegeben werden

Diese drei Typen von Reviews sind durch die Endlager-Governance, insbesondere die Rol-
lenteilung von Vorhabenträgerin und Aufsichtsbehörde, aber auch durch politische Vorga-
ben beeinflusst. Sowohl die Erarbeitung des Safety Case durch die Vorhabenträgerin als
auch die behördliche Prüfung und meistens auch die zusätzlichen Einschätzungen spielen
sich innerhalb der Fachgemeinschaft der Safety Case-Spezialist:innen ab und bewegen sich
in einem international vorgegebenen regulatorischen Rahmen.

Zeitbedarf. Qualifizierte Peer-Reviewer:innen sind in der Regel beruflich gut ausgelastet.
Die Rekrutierung für einen Review bedingt daher, dass sich der Zeitbedarf für die Gutach-
ter:innen in Grenzen hält. Dazu tragen unter anderem eine entsprechende Organisation
des Review-Prozesses, ein klar umschriebenes Mandat und die Auswahl sowie ggf. auch
Aufbereitung der zur Verfügung gestellten Dokumente bei.

Durchführung. Der klassische Review eines Safety Case erfolgt überwiegend in Schreib-
tischarbeit. Die Gutachter:innen befassen sich zunächst jeweils einzeln mit dem zu begut-
achtenden Dokument, um sich mit dem konkreten Safety Case vertraut zu machen und
ggf. für sich noch offene Fragen zu klären, die während der Lektüre aufgetreten sind. Auf-
grund der vielen unterschiedlichen Kompetenzen, die in den Safety Case eingeflossen sind,
ist es in der Regel aber auch erforderlich, dass sich mehrere Gutachter:innen beim Review
untereinander austauschen und verständigen. Reviews werden daher durch interdisziplinär
zusammengesetzte Expert:innenteams durchgeführt, die auf ein konsolidiertes Gesamtur-
teil hinarbeiten. Ggf. gehören Arbeitsschritte wie Information durch Präsentationen der
Autor:innen des Safety Case, schriftliche oder mündliche Rückfragen und Diskussionen
zum Prozess. Die Auftraggeberin kann ihrerseits Dokumente, die von den Reviewer:innen
erstellt wurden, auf faktische Richtigkeit prüfen und in diesem Zusammenhang zum Bei-
spiel Informationen nachreichen, bei denen sich erwiesen hat, dass sie für die Reviewer:in-
nen ebenfalls wesentlich sind. In solchen Fällen ist jedoch streng darauf zu achten, dass
dies nicht zu einer Beeinflussung der Bewertungen durch das Review-Team führt oder auch
nur den Anschein einer solchen Beeinflussung erweckt.

Entschädigung. Vielfach muss die Teilnahme an klassischen Peer-Reviews nicht finanziell
entschädigt werden. Wer einen Review einholt, ist im Gegenzug bereit, selbst bei Bedarf
als Reviewer:in zur Verfügung zu stehen. An einem Review beteiligt zu sein, kann einen
Wissenszuwachs und Reputationsgewinn mit sich bringen, die für die erbrachten Leistun-
gen entschädigen. Manche Reviewer:innen führen die Begutachtung des Safety Case im
Rahmen ihrer üblichen beruflichen Tätigkeiten durch – Einverständnis und eine entspre-
chende Interessenlage des jeweiligen Arbeitgebers vorausgesetzt. Andere sind bereit, aus
Interesse am Thema, aus Interesse am Mitwirken oder aus ideellen Gründen (vgl. *Motiva-
tion*), auch neben ihren regulären Verpflichtungen am Review mitzuarbeiten. In beiden
Fällen beschränkt sich der direkte finanzielle Aufwand zugunsten der Reviewer:innen oft
auf das Erstaten von Reisespesen. Es existieren jedoch auch qualifizierte Reviewer:innen,
bei denen eine Honorierung nach marktüblichen Ansätzen aus wirtschaftlichen Gründen
erforderlich ist, zum Beispiel wenn Gutachter:innen in privatwirtschaftlichen Fachorgani-
sationen tätig sind.

Umsetzung der Ergebnisse. Eine Vorhabenträgerin, die Peer-Reviews zur Qualitätssicherung ihrer eigenen vorläufigen Ergebnisse in Auftrag gibt, ist üblicherweise frei, die Ergebnisse nach eigenem Ermessen umzusetzen. Um gegenüber der interessierten Öffentlichkeit Transparenz zu beweisen, kann sie jedoch die Ergebnisse des Reviews und ihre eigenen Schlussfolgerungen daraus veröffentlichen und sich den ggf. darauffolgenden Diskussionen stellen.

Ähnliches gilt für eine Aufsichtsbehörde, die ihre eigene Prüfung des Safety Case mit Peer-Reviews externer Gutachter:innen ergänzt. Da die Aufsichtsbehörde im Auftrag von Politik und Bevölkerung handelt, ist es für sie naheliegender als für die Vorhabenträgerin, sowohl einen Review als auch ihre eigenen Folgerungen daraus aktiv zu publizieren und dabei insbesondere überzeugend darzulegen, warum sie ggf. bestimmten Empfehlungen aus dem Peer-Review nicht folgt. Vielfach sorgt ein rechtlich verankertes Öffentlichkeitsprinzip dafür, dass die Aufsichtsbehörde zumindest verpflichtet ist, sowohl das Gutachten der Peers als auch ihre eigenen Folgerungen daraus auf Anfrage herauszugeben.

Bei Peer-Reviews, die von anderen Auftraggeberinnen veranlasst werden, ist ebenfalls angezeigt, dass sich die Auftraggeberin systematisch mit den Ergebnissen des Reviews auseinandersetzt, ihre Position und Schlussfolgerungen nachvollziehbar dokumentiert und veröffentlicht. Während Peer-Reviews, die im Auftrag der Vorhabenträgerin oder der Aufsichtsbehörde erstellt werden, im Allgemeinen nicht zu zwingenden Verpflichtungen für die Auftraggeberin führen, können politische Instanzen die Umsetzung bestimmter Ergebnisse von Peer-Reviews für obligatorisch erklären.

Td-Review

Zielsetzung. Im Vergleich zu klassischen Peer-Reviews sind Td-Reviews stärker darauf ausgerichtet, den Safety Case durch zusätzliche Impulse zu verbessern, als dessen inhaltliche und methodische Qualität an bestehenden Standards zu messen. Damit eignen sich Td-Reviews insbesondere dazu, die Entwicklung von Safety Cases in frühen Phasen zu unterstützen oder klassische Reviews zu ergänzen (Wissensmarktplatz 2023).

Dazu treten die Ziele, den Umgang mit dem menschlichen Faktor bei der Entwicklung und Prüfung des Safety Case zu verbessern sowie Legitimität und Akzeptanz, Robustheit und Resilienz des Safety Case zu stärken.

Beauftragung. Potenziell können alle Institutionen, die klassische Peer-Reviews in Auftrag geben, auch von Td-Reviews profitieren.

Wenn mit Td-Reviews in erster Linie Impulse für die Entwicklung eines Safety Case eingeholt werden sollen, steht als mögliche Auftraggeberin die Vorhabenträgerin im Vordergrund. Die Vorhabenträgerin erstellt den Safety Case. Daher kann sie Wissen aus Td-Reviews am besten in den Safety Case integrieren und ggf. auch Ideen, die noch nicht vollständig ausgereift sind, in spätere Arbeitsschritte oder Iterationen des Safety Case übernehmen. Ein Beispiel für iterierende Safety Cases stellen die drei aufeinander aufbauenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im deutschen Standortauswahlverfahren dar.

Dass die Aufsichtsbehörde im direkteren Auftrag von Politik und Bevölkerung als die Vorhabenträgerin agiert, spricht dafür, dass sie es ist, die Td-Reviews bei der Prüfung eines Safety Case veranlasst (SafeND23). Allerdings ist es anspruchsvoll, grundlegende Impulse aus Td-Reviews erst bei der Begutachtung des Safety Case einzuholen, weil dadurch erhebliche Folgearbeiten bei Vorhabenträgerin und Aufsichtsbehörde hervorgerufen werden

und Zeitpläne auf dem ohnehin langwierigen Entsorgungsweg gefährdet werden können (vgl. auch *Zeitpunkt* weiter unten).

Gegenstand. Wie beim klassischen Peer-Review kann der Safety Case gesamthaft begutachtet werden, oder es werden einzelne Elemente des Safety Case einem Review unterzogen. Gegenstand des Reviews ist in jedem Fall ein Dokument oder dessen Umsetzung in eine Form, die für die Td-Partner:innen angesichts der zeitlichen Ressourcen, die sie einsetzen können, und vom Verständnis her gut zugänglich ist (vgl. auch *Durchführung* weiter unten).

Ein Td-Review beruht auf der gemeinsamen Gestaltung des Reviewprozesses und der Ko-Produktion von Wissen durch Td-Partner:innen und Safety Case-Spezialist:innen. Daher sollte das Mandat den Reviewer:innen ausreichend Spielraum zur Mitgestaltung lassen und im Vergleich zu klassischen Reviews weiter gefasst sein (Wissensmarktplatz 2023). Dabei muss eine gute Balance von thematischer Offenheit und Eingrenzung gefunden werden, um möglichst intensiv von der unbefangenen Außensicht der Td-Partner:innen profitieren zu können, aber auch nicht zu stark im Allgemeinen, Unverbindlichen zu verbleiben und Aussagen zu reproduzieren, die bereits aus öffentlichen Veranstaltungen, Beteiligungsformaten und Ähnlichem bekannt sind.

Zeitpunkt. Für Reviews zu grundsätzlichen Aspekten, die zum Beispiel die Struktur und Methodik des Safety Case betreffen, ist im Allgemeinen ein früherer Zeitpunkt geeignet als für Reviews, die spezifische inhaltliche Aspekte betreffen. Td-Reviews, mit denen vor allem Impulse für die weitere Entwicklung eines Safety Case eingeholt werden, können in Einzelfällen auch noch kurz vor Abschluss eines Safety Case sinnvoll sein, beispielsweise, wenn ein Ausblick auf die nächste Iteration des Safety Case erarbeitet werden soll.

Bei den etablierten Peer-Reviews zur Begutachtung vorläufiger Ergebnisse im Auftrag der Vorhabenträgerin, zur behördlichen Prüfung des von der Vorhabenträgerin erstellten Safety Case und zur Einholung zusätzlicher Einschätzungen zum Safety Case und den Ergebnissen der behördlichen Prüfung können ergänzend auch Td-Reviews eingeholt werden.

Zeitbedarf. Td-Partner:innen führen einen Review teilweise außerhalb ihrer Arbeitszeit durch und können vom Review beruflich nicht profitieren. Daher sollte der Review für sie insgesamt nicht mehr als einige Tage beanspruchen.

Die Aufbereitung der Dokumente und die Organisation des Review-Prozesses müssen darauf ausgerichtet sein, einen effizienten und effektiven Reviewprozess zu ermöglichen und zu erleichtern. Auf Auftraggeberseite ist nach Erfahrungen aus TRANSENS für die Vor- und Nachbereitung des Reviews mit einer Zeitspanne von Wochen bis zu einigen Monaten zu rechnen – insbesondere zur Rekrutierung und gemeinsamen Terminfindung mit den Td-Partner:innen.

Durchführung. Bei einem Td-Review können verschiedenste Methoden und Werkzeuge transdisziplinärer Zusammenarbeit zum Einsatz kommen, zum Beispiel aus der td-net Toolbox der Akademien der Wissenschaften Schweiz (td-net 2022b). Die Abgrenzung von transdisziplinärer Forschung gegenüber anderen Forschungstypen ist vor allem im Bereich der anwendungsorientierten Forschung nicht immer eindeutig (Jahn et al. 2021). Erfahrungen mit anderen Forschungstypen können bei der Einschätzung hilfreich sein, inwiefern die spezifische Ausgestaltung eines transdisziplinären Reviews in der Lage ist, zur Optimierung des Safety Case beizutragen. Außerdem lassen sich verschiedene Typen von Forschung, Methoden und Werkzeugen ggf. produktiv miteinander verbinden.

Im Vergleich zu klassischen Peer-Reviews kommt der Schreibtischarbeit bei Td-Reviews ein geringerer Stellenwert zu. Da die Td-Partner:innen anfangs mit dem Safety Case noch nicht vertraut sind, müssen die zu begutachtenden Dokumenten so aufbereitet werden, dass sie für die Reviewer:innen zugänglich und verständlich sind. Instrumente wie die hierarchische Strukturierung der Dokumentation, Leitsysteme zu bestimmten Inhalten und Argumentationslinien, Visualisierungen oder dialogische Elemente (Wissensmarktplatz 2023), zum Beispiel Chatbots, können sich dabei als zielführend erweisen. Solche Instrumente sind auch geeignet, die Transparenz und Nachvollziehbarkeit des Safety Case zu fördern und erleichtern die Öffentlichkeitsbeteiligung, so dass sie nicht nur Td-Reviews zugutekommen.

Die Verwendung von Td-Methoden und -Werkzeugen bei einem Td-Review setzt voraus, dass sich die Td-Reviewer:innen weitgehend frei und unbefangen äußern. Das kann insbesondere dann anspruchsvoll sein, wenn die Reviewer:innen primär aufgrund des Kriteriums „Repräsentanz“ (vgl. *Repräsentanz*) ausgewählt wurden und sich daher verpflichtet sehen, die Positionen der Gruppen und Organisationen zu vertreten, die sie in den Td-Review delegiert haben. Im TAP SAFE bei TRANSENS hat sich im Austausch mit Praxisakteur:innen der Entsorgung hochradioaktiver Abfälle daher die Einhaltung von Vertraulichkeitsregeln, gemäß der Chatham-House-Regel, bewährt. Solche Regeln erleichterten es den Td-Partner:innen, sich von den „offiziellen Positionen“ ihrer Institutionen zu lösen.

Als Ergebnis eines Td-Reviews muss nicht unbedingt eine konsolidierte Meinung erzielt werden, wie es bei klassischen Peer-Reviews des Safety Case die Regel ist. Vielmehr stellt gerade auch Meinungsvielfalt oft eine Quelle der Erkenntnis und von Impulsen zur Optimierung des Safety Case dar. Das ist zum Beispiel der Fall, wenn die Meinungsvielfalt verschiedene Formen von Risikowahrnehmung und Sicherheitsverständnisse, die in der Gesellschaft verbreitet sind, widerspiegelt.

Auch die Dokumentation der Ergebnisse muss nicht unbedingt (nur) einem klassischen Berichtsformat entsprechen, sondern kann beispielsweise auch in Form eines Podcast erfolgen (SafeND23).

Entschädigung. Die oft nicht-monetären Gegenleistungen, die Peer-Reviewer:innen vielfach für den Review erhalten – wie Review auf Gegenseitigkeit oder berufliche Reputation – sind für Td-Reviewer:innen nicht oder weniger relevant. Für Td-Reviewer:innen ist daher eine finanzielle Entschädigung vorzusehen. Diese Entschädigung sollte fair sein, aber nicht dazu animieren, sich primär aus finanziellen Interessen heraus am Review zu beteiligen. Neben der Präsenzzeit sollten auch die Reisezeit (Wissensmarktplatz 2023) und eine möglicherweise erforderliche Vorbereitungszeit entschädigt werden.

Umsetzung der Ergebnisse. Eine Vorhabenträgerin, die Td-Reviews zu ihren eigenen Arbeiten am Safety Case veranlasst, kann frei darüber entscheiden, wie sie mit den Ergebnissen des Reviews verfährt. Indem sie die Ergebnisse des Reviews und ihre eigenen Positionen und Folgerungen öffentlich macht, kann sie Transparenz beweisen und ggf. die Akzeptanz des Safety Case stärken.

Ähnliches gilt für eine Aufsichtsbehörde, die ihre eigene Prüfung des Safety Case mit Td-Reviews ergänzt. Da die Aufsichtsbehörde im Auftrag von Politik und Bevölkerung handelt, ist es für sie naheliegender als für die Vorhabenträgerin, sowohl den Review als auch ihre eigenen Folgerungen daraus aktiv zu publizieren und dabei insbesondere überzeugend darzulegen, warum sie ggf. bestimmten Empfehlungen aus dem Td-Review nicht folgt. In

manchen Ländern sorgt ein rechtlich verankertes Öffentlichkeitsprinzip dafür, dass die Aufsichtsbehörde zumindest verpflichtet ist, sowohl das Gutachten der Td-Partner:innen als auch ihre eigenen Folgerungen daraus auf Anfrage herauszugeben.

Falls Td-Reviews von anderen Auftraggeberinnen veranlasst würden, wäre ebenfalls angezeigt, dass sich die Auftraggeberin systematisch mit den Ergebnissen des Reviews auseinandersetzt, ihre Position und Schlussfolgerungen nachvollziehbar dokumentiert und veröffentlicht. Während Td-Reviews, die im Auftrag der Vorhabenträgerin oder der Aufsichtsbehörde erstellt werden, im Allgemeinen nicht zu zwingenden Verpflichtungen für die Auftraggeberin führen, könnten politische Instanzen die Umsetzung bestimmter Ergebnisse aus Td-Reviews für obligatorisch erklären. Da sich Td-Reviews, wie bereits erwähnt, besonders dazu eignen, die Entwicklung eines Safety Case zu gestalten, scheinen uns Td-Reviews, die nach der behördlichen Prüfung eines Safety Case erstellt werden, nicht mehr zielführend im Sinn von Kapitel 2 zu sein.

Gegenüberstellung

Bei der Gegenüberstellung zentraler Merkmale von klassischen Peer-Reviews und Td-Reviews fällt auf, dass sich die Unterschiede überwiegend aus den verschiedenen Zielsetzungen beider Formen von Reviews herleiten lassen:

Merkmale	Peer-Review	Td-Review
Auftraggeberin	Vorhabenträgerin Aufsichtsbehörde Politische Instanzen Weitere	Vorhabenträgerin Aufsichtsbehörde
Gutachter:innen	Expert:innen, die der gleichen Fachgemeinschaft angehören, wie die Expert:innen, deren Arbeit begutachtet wird	Personen, die außerhalb der Fachgemeinschaft der Expert:innen stehen, deren Arbeit begutachtet wird
Zielsetzungen	Einhaltung von Standards prüfen Offene Fragen der Auftraggeberin klären Nachgeordnet menschlichen Faktor, Legitimität und Akzeptanz, Robustheit und Resilienz des Safety Case stärken	Zusätzliche Impulse bezüglich Wissen und Sichtweisen einholen Umgang mit dem menschlichen Faktor bei der Erstellung und Prüfung des Safety Case verbessern Legitimität und Akzeptanz des Safety Case stärken Robustheit und Resilienz des Safety Case steigern
Mandat	Mehr oder weniger spezifische Fragestellungen der Auftraggeberin	Auftrag ausbalanciert zwischen partizipativer Offenheit und thematischer Fokussierung
Gegenstand	Safety Case oder Teile davon, dokumentiert	Safety Case oder Teile davon, dokumentiert und aufbereitet
Zeitpunkt der Begutachtung	Erstellung des Safety Case Behördliche Prüfung des Safety Case Nach der behördlichen Prüfung	Erstellung des Safety Case Behördliche Prüfung des Safety Case
Organisation	Im Rahmen etablierter Abläufe bei der Auftraggeberin oder einer organisierenden / dienstleistenden, oft internationalen, Organisation	Verwendung von Td-Methoden und Instrumenten, wobei Td-Spezialist:innen eingebunden werden
Arbeitsergebnis	Konsolidierte Beantwortung der von der Auftraggeberin vorgegebenen Fragestellung	Konsolidiertes oder heterogenes Ergebnis mit Bezug zu einer weiter gefassten Fragestellung der Auftraggeberin
Dokumentation	Bericht der Gutachter:innen	Bericht der Gutachter:innen bzw. von Beobachter:innen des Reviews bzw. andere Form der Dokumentation (SafeND23)
Entschädigung der Gutachter:innen	In der Regel keine finanzielle Entschädigung	Faire finanzielle Entschädigung
Umsetzung der Ergebnisse	Nicht obligatorisch, Veröffentlichung der Ergebnisse des Reviews sowie der Position und Folgerungen der Auftraggeberin	Nicht obligatorisch, Veröffentlichung der Ergebnisse des Reviews sowie der Position und Folgerungen der Auftraggeberin

5. Td-Reviews und Partizipation

Zwischen Td-Reviews und der Partizipation im Rahmen von regionalen oder überregionalen Beteiligungsverfahren, zum Beispiel im Standortauswahlprozess, gibt es Berührungspunkte. Zu den *Forschungstypen und Verfahren*, die mit Td-Reviews verwandt sind, zählen:

- Transdisziplinäre Forschung, bei der Fragestellungen zur Entsorgung hochradioaktiver Abfälle und Forschungsformate durchgespielt werden, ohne dass damit jedoch – wie bei Td-Reviews – auf die Optimierung eines konkreten Safety Case abgezielt wird.
- Partizipation, also die Beschäftigung mit Aspekten der nuklearen Entsorgung im Rahmen der Bürgerbeteiligung während des Standortauswahlverfahrens und in späteren Phasen auf den Entsorgungsweg. Partizipation zielt vor allem auf eine Stärkung der politischen Einflussnahme von Bürger:innen ab. Dabei nehmen sozioökonomische Aspekte in der Regel eine wichtigere Rolle ein als Aspekte der Sicherheit und damit auch der Safety Case.
- Partizipative Forschung, also die Beteiligung von Bürger:innen an Forschung, die zum Beispiel zur Erstellung eines Safety Case beiträgt, ggf. unter Einsatz von Forschungsmoderator:innen. Partizipative Forschung ist im Allgemeinen auf längere Zeiträume als ein Td-Review angelegt. Denkbar ist beispielweise, dass partizipative Forschung, die über einige Jahre angelegt ist, zum Monitoring der Ausgangslage an potentiellen Standorten eines Endlagers beiträgt. Anders als bei Td-Reviews steht die Mitwirkung an partizipativer Forschung nicht nur eingeladenen Personen, sondern einem breiteren Kreis von Interessierten offen. Bürger:innen tragen in erster Linie dazu bei, Informationen für die Forschung zu erheben oder zu dokumentieren (BSW 2023; SF 2023) und nicht dazu, bereits bestehende Dokumente zu prüfen, wie es beim Td-Review eines Safety Case der Fall ist.
- Bürgerforschung („Citizen Science“), die von Bürger:innen selbst organisiert wird und ggf. mit der akademischen Wissenschaft zusammenarbeitet. Hier agieren die Bürger:innen stärker autonom als bei transdisziplinärer Zusammenarbeit, die auf die gemeinsame Wissensproduktion von Expert:innen aus verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen und aus anderen Bereichen der Gesellschaft angelegt ist.
- Bürgergutachten und Planungszellen, bei denen meist zufällig ausgewählte Personen Lösungsvorschläge für eine vorab definierte Problemstellung erarbeiten. Bürgergutachten und Planungszellen sind – anders als Td-Reviews zum Safety Case – oft eng in einen politischen Prozess eingebettet. Bei Td-Reviews wirken je nach Fragestellung auch Personen mit spezifischen Kompetenzen mit, die nicht zufällig ausgewählt wurden (vgl. Kapitel 3).
- Dialogveranstaltungen, Online-Sprechstunden, technische Foren, partizipatives WebGIS (Schwarz und Bräuer 2023) und weitere Formate, bei denen Fragen zur Entsorgung eingereicht, diskutiert und in der Regel von der Vorhabenträgerin und/oder den Aufsichtsbehörden beantwortet werden. Bei diesen Formaten findet im Gegensatz zu Td-Reviews keine eigentliche Begutachtung statt.

Da die Öffentlichkeitsbeteiligung im Standortauswahlverfahren in Deutschland eine wichtige Rolle spielt, liegt es nahe, nach einer Verbindung von *Öffentlichkeitsbeteiligung* und Td-Reviews zu fragen. Sollen Td-Reviews des Safety Case in Verfahren der Öffentlichkeitsbeteiligung eingebunden werden? Sollen Td-Reviewer:innen aus dem Personenkreis rekrutiert werden, der sich in der Öffentlichkeitsbeteiligung engagiert?

Das Standortauswahlgesetz (StandAG 2017) legt in § 5 Grundsätze der Öffentlichkeitsbeteiligung fest, dass es Ziel der Öffentlichkeitsbeteiligung sei, „eine Lösung zu finden, die in einem breiten gesellschaftlichen Konsens getragen wird und damit auch von den Betroffenen toleriert werden kann.“ Bürger:innen sollen als Mitgestalter:innen des Standortauswahlverfahrens einbezogen werden, das sich entsprechend mit der Zeit weiterentwickelt.

Das zentrale Ziel der Endlagerung hochradioaktiver Abfälle ist die Sicherheit von Menschen und Umwelt. Daher ist es naheliegend, dass sich Bürger:innen auch zu Fragen der Sicherheit äußern wollen. In Deutschland bot die Fachkonferenz Teilgebiete Gelegenheit, Hinweise, Fragen und Kritik zu Berichten der Vorhabenträgerin anzubringen. Beim Forum Endlagersuche werden Arbeitsfortschritte der Vorhabenträgerin Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) diskutiert, und es findet auch ein Austausch zu sicherheitsrelevanten Fragen statt. Weitere Gelegenheiten werden sich in den Regionalkonferenzen ergeben, die die Erkundung von Standorten begleiten. Im bereits weiter fortgeschrittenen schweizerischen Standortauswahlverfahren bildeten die Regionalkonferenzen Fachgruppen, die sich mit Fragen der Sicherheit befassten (Kuppler et al. 2023). Diese Fachgruppen eignen sich Wissen zu sicherheitsrelevanten Fragen an, verfolgen die aktuellen fachtechnischen Diskussionen, und bereiten sicherheitstechnisch relevante Geschäfte für die Regionalkonferenz vor (Nördlich Lägern 2023). Aus der Öffentlichkeitsbeteiligung resultieren demnach vielfältige Beiträge zu sicherheitsrelevanten Fragen, die von sehr spezifischen Fragen bis zu Berichten von Bürger:innengruppen reichen können.

Td-Reviews und Öffentlichkeitsbeteiligung ergänzen sich gegenseitig.

Öffentlichkeitsbeteiligung spiegelt insbesondere die Anliegen und Bedürfnisse der interessierten Öffentlichkeit wider. Von ihr können auch Beiträge zum Safety Case ausgehen. Solche Beiträge werden aber nicht gezielt gesucht und sind eher als „Nebeneffekte“ des Dialogs mit der interessierten Öffentlichkeit und der Konsensfindung zu betrachten.

Td-Reviews kommen primär den Bedürfnissen der Auftraggeberinnen, also von Vorhabenträgerin oder Aufsichtsbehörde, entgegen. Gleichzeitig schlagen sie eine Brücke zwischen der Fachgemeinschaft der Safety Case-Spezialist:innen und der interessierten Öffentlichkeit, die Kommunikation, Legitimität und Akzeptanz des Safety Case sowie Partizipationsprozesse bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle verbessern kann. Anders als die Öffentlichkeitsbeteiligung sind Td-Reviews darauf ausgerichtet, bestimmte Aspekte eines Safety Case aus zuvor ungewohnten Perspektiven vertieft zu reflektieren, konkrete Impulse zur Entwicklung des Safety Case zu geben und damit gezielt zur Entwicklung und Optimierung eines konkreten Safety Case beizutragen.

Im Interesse eines substanziellen und aussagekräftigen Ergebnisses des Reviews sollte sich die Auswahl der Td-Partner:innen stark an den Kompetenzen und der unbefangenen Außensicht ausrichten, die sie in den Review einbringen können. Ideal ist daher, die Td-Reviews mit Personen durchzuführen, sich nicht bereits stark in der Öffentlichkeitsbeteiligung engagieren. Td-Reviewer:innen, die über Rückhalt und Vertrauen in der interessierten Öffentlichkeit verfügen, können einen wichtigen Beitrag zur Legitimität und Akzeptanz des Safety Case leisten.

6. Ausblick

Reviews sind geeignet, die Qualität, die Legitimität und die Akzeptanz von Safety Cases zu verbessern und damit zur resilienten Sicherheit der Entsorgung hochradioaktiver Abfälle beizutragen (vgl. Kapitel 2). Die systematische Durchführung von Peer-Reviews ist in Deutschland bisher rechtlich nicht verankert und die Erfahrungen mit solchen Prozessen begrenzt (Röhlig und Sträter 2022. S. 39).

Mit einer politischen oder behördlichen Entscheidung, Reviews in Zukunft einen höheren Stellenwert einzuräumen, bestünde die Chance, in den Review von Safety Cases nicht nur Peers, sondern auch einen erweiterten Kreis von Personen, eine Extended Peer Community, einzubinden. Mit einem spezifischen Review-Fonds könnten nicht nur die erforderlichen Ressourcen bereitgestellt, sondern auch die Entwicklung „unabhängiger“ Reviews gestärkt werden.

Td-Reviews, in die Personen mit Kompetenzen aus Fachgebieten einbezogen werden, die im Safety Case bereits angesprochen werden, oder aus angrenzenden Gebieten sind zudem geeignet, den Austausch zwischen der Safety-Case-Fachgemeinschaft und weiteren Fachgemeinschaften zu fördern und können sich damit ebenfalls für die Sicherheit der Entsorgung hochradioaktiver Abfälle als gewinnbringend erweisen.

Aus den ständigen Bürgerbegleitgruppen bei TRANSENS kamen Impulse zur Einführung von Td-Reviews des Safety Case. Mit inter- und transdisziplinärer Forschung wurden Grundlagen für Td-Reviews entwickelt. Chancen und Risiken von Td-Reviews des Safety Case am konkreten Fall einer Sicherheitsuntersuchung ausloten zu können, wäre jetzt der naheliegende nächste Schritt.

Im Rahmen der Partizipation im deutschen Standortauswahlverfahren erfolgte unter anderem eine intensive Diskussion zur von der BGE vorgesehenen Methodik der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen (rvSU). Dieses vom Standortauswahlgesetz vorgesehene Instrument der Standortauswahl folgt der Methodik des Safety Case. Es ist vorstellbar, die Partizipation in Zusammenhang mit den für die weiteren Phasen des Verfahrens vorgesehenen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen mit Td-Reviews zu verbinden bzw. die Partizipation durch solche Reviews zu unterstützen. Die Review-Ergebnisse könnten in den Partizipationsprozess eingebracht werden, um diesen fachlich zu informieren sowie die Partizipationsprozesse zu fokussieren und zu strukturieren.

7. Quellen

- apb 2021: Von der Demokratie zur Technokratie? Wie Corona die Politik verwissenschaftlicht. Akademie für politische Bildung Tutzing. <https://www.apb-tutzing.de/news/2021-10-29/technokratie-expertokratie-verwissenschaftlichung-politik-wissenschaftsgesellschaft-corona-pandemie>. Stand 29.10.2021. Abgerufen 21.2.2023.
- BfS – Bundesamt für Strahlenschutz 2016: Auswahl von Bürgervertreter/innen für das Nationale Begleitgremium zum Standortauswahlverfahren für ein Endlager für insbesondere hoch radioaktive Abfälle. Im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS). https://www.nationales-begleitgremium.de/SharedDocs/Downloads/DE/Downloads_NBG_allgemein/Doku_Auswahl_B%C3%BCrgervertreterinnen_5_11_2016.pdf?__blob=publicationFile&v=5. Abgerufen 22.2.2023.
- BSW – Bürger schaffen Wissen 2023: Projekte entdecken. <https://www.buergerschaffenvissen.de/projekte>. Abgerufen 8.3.2023.
- DAEF - Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung (2022): „Lernendes Verfahren im Standortauswahlverfahren“: Empfehlungen und Angebote der Deutschen Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung (DAEF). S. 109-117 In: Smeddinck U., Röhlig K.J., Mbah M., Brendler V. (Hrsg): Das „lernende“ Standortauswahlverfahren für ein Endlager radioaktiver Abfälle. Interdisziplinäre Beiträge. Berliner Wissenschafts-Verlag. Berlin.
- Funtowicz S.O., Ravetz J.R. 1993: Science for the post-normal age. FUTURES September 1993. 739-755.
- Gibbons M. 2000: Mode 2 society and the emergence of context-sensitive science. Science and public policy 27 (3): 159-163.
- GRS – Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit gGmbH (2013): Synthesebericht für die VSG. Bericht zum Arbeitspaket 13. Vorläufige Sicherheitsanalyse für den Standort Gorleben. Fischer-Appelt, K.; Baltes, B.; Buhmann, D.; Larue, J.; Mönig, J. GRS-290.
- Grunwald A., Schäfer M., Bergmann M. 2020: New formats of transdisciplinary research. Creating differentiated bridges between science and practice. GAIA 29/2 (2020): 106 – 114.
- Guimarães Pereira Â., Funtowicz S. 2005: Quality assurance by extended peer-review: Tools to inform debates, dialogues & deliberations. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis Nr. 2, 14. Jg., Juni 2005. 74-79.
- Hisschemöller M., Hoppe R., Groenewegen P., Midden C.J.H. 2001: Knowledge Use and Political Choice in Dutch Environmental Policy: A Problem Structuring Perspective on Real Life Experiments in Extended Peer Review. Online-Publikation. In Hisschemöller M., Hoppe R., Dunn W.N., Midden H. (Eds.) 2001: Knowledge, Power, and Participation in Environmental Policy Analysis. Routledge. doi.org/10.4324/9781351325721.
- IAEA – International Atomic Energy Agency 2012: The safety case and safety assessment for the disposal of radioactive waste. Specific Safety Guide. No. SSG-23. Wien.

- Jahn S., Newig J., Lang D. J., Kahle J., Bergmann M. 2021: Demarcating transdisciplinary research in sustainability science — Five clusters of research modes based on evidence from 59 research projects. *Sustainable Development*, 30(2), 343–357. <https://doi.org/10.1002/sd.2278>.
- Knie A., Simon, D. 2022: Out of the box: Extended peer-review as quality assurance in scientific policy advice. *Elephant in the lab*. doi:10.5281/zenodo.6457658. <https://elephantinthelab.org/out-of-the-box-extended-peer-review-as-quality-assurance-in-scientific-policy-advice/>.
- Krick E. 2020: Krick, E. Demokratisierung durch Partizipation? Die Mehrebenenbeteiligung an der Endlagersuche in Deutschland. *Polit Vierteljahresschr* 62, 281–306 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11615-020-00287-7>
- Kuppler S., Eckhardt A., Hocke P. 2023: Who Decides What is Safe? Experiences from Radioactive Waste Governance in Switzerland. Online-Publikation. In: Arentsen, M., van Est, R. (eds) *The Future of Radioactive Waste Governance. Energiepolitik und Klimaschutz. Energy Policy and Climate Protection*. Springer VS, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-40496-3_7.
- Marg O., Theiler L. 2022: Auswirkungen transdisziplinärer Forschung auf wissenschaftliches Wissen und Reflexivität. Präsentation an der tdAcademy – Reflexionsworkshop wissenschaftliche Wirkungen. 10.6.2022.
- NBG – Nationales Begleitgremium 2022: Unsere Aufgaben. https://www.nationales-begleitgremium.de/DE/WasWirMachen/UnsereAufgaben/unsereaufgaben_node.html;jsessionid=4CF65FFFFFF6411F3D927330497FB66CC.intranet231. Abgerufen 23.12.2022.
- NEA – Nuclear Energy Agency 2023: Third NEA stakeholder involvement workshop on optimisation in decision making. OECD/NEA. Boulogne-Billancourt.
- NEA 2006: Safety of geologic disposal of high-level and long-lived radioactive waste in France. An international peer review of the "Dossier 2005 Argile" concerning disposal in the Callovo-Oxfordian Formation. NEA/RWM/PEER(2006)1. OECD/NEA. Paris.
- Nördlich Lägern 2023: Fachgruppen. <https://regionalkonferenz-laegern.ch/ueberuns/fachgruppen/>. Abgerufen 28.9.2023.
- ProClim 1997: Research on sustainability and global change – Visions in science policy by Swiss researchers. Bern: Swiss Academy of Sciences (SAS).
- Röhlig K.J., Sträter O. 2022: Das „lernende“ Verfahren – Ziele, Systemgrenzen, Akteure und Erfahrungen. In: Smeddinck U., Röhlig K.J., Mbah M., Brendler V. (Hrsg.): *Das „lernende“ Standortauswahlverfahren für ein Endlager radioaktiver Abfälle. Interdisziplinäre Beiträge*. Berliner Wissenschafts-Verlag. Berlin. S. 29-39.
- Röhlig K.J., Eckhardt A. 2017: Primat der Sicherheit. Ja, aber welche Sicherheit ist gemeint? *GAIA* 26/2 (2017): 103 –105.

- SafeND23: Ergebnisse des Design-Thinking-Formats zu „Benefits of extended peer communities“ am Workshop 04 „Optimising the safety case through transdisciplinary research?“. Forschungssymposium SafeND 2023 des BASE. Berlin 13.9.2023 (nicht-öffentlich).
- Schwarz, L., Bräuer, P., Consten, W. et al: Ein partizipatives WebGIS für die Endlagerstandortsuche. eine transdisziplinäre Studie zu einer inklusiven Kommunikationsplattform. Clausthal-Zellerfeld 2023. TRANSENS-Bericht-08. Doi 10.21268/20230327-0
- Scott A. 2007: Peer review and the relevance of science. *Futures* 39 (2007) 827–845. doi:10.1016/j.futures.2006.12.009.
- Seidl R., Drögemüller C., Krütli P., Walther C. 2021: Die Arbeitsgruppe Bevölkerung (AG-Be) in TRANSENS. Memo vom 11.3.2021.
- SF – Schweiz forscht: Aktuelle Projekte. <https://www.schweizforscht.ch/projekte>. Abgerufen 8.3.2023.
- Siegrist M. 2019: Trust and risk perception: A critical review of the literature. *Risk Analysis* 02 May 2019. 1-11. DOI: 10.1111/risa.13325.
- SIWF - Schweizerisches Institut für ärztliche Weiter- und Fortbildung o.J.: Was bedeutet «peer-reviewed» bei einer wissenschaftlichen Publikation? https://www.siwf.ch/files/pdf20/ausl_peer_review_d.pdf. Abgerufen 26.12.2022.
- Smeddinck U., Röhlig K.J., Mbah M., Brendler V. (2022): Das „lernende“ Standortauswahlverfahren – Einleitung. S. 9-16. In: Smeddinck U., Röhlig K.J., Mbah M., Brendler V. (Hrsg): Das „lernende“ Standortauswahlverfahren für ein Endlager radioaktiver Abfälle. Interdisziplinäre Beiträge. Berliner Wissenschafts-Verlag. Berlin.
- StandAG (2017): Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle. Standortauswahlgesetz vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1074), zuletzt geändert durch Gesetze vom 22. März 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 88).
- td-net 2023: Methoden zur Koproduktion von Wissen. <https://transdisciplinarity.ch/de/methoden/>. Abgerufen 28.9.2023.
- td-net 2022a: Drei Arten von Wissen. Network for Transdisciplinary Research. <https://transdisciplinarity.ch/de/transdisziplinaritat/was-ist-td/drei-arten-von-wissen/>. Einschließlich verlinktem Video auf <https://www.futurelearn.com/info/courses/partnering-for-change/0/steps/107683>. Abgerufen 22.12.2022.
- td-net 2022b: td-net Toolbox. https://naturalsciences.ch/co-producing-knowledge-explained/methods/td-net_toolbox. Abgerufen 22.12.2022.
- TRANSENS 2023: Drei Jahre transdisziplinäre Forschung zur Entsorgung hochradioaktiver Abfälle – Selbstevaluation des Vorhabens TRANSENS. TRANSENS-Bericht-09. <https://doi.org/10.21268/20230509-0>.
- TRANSENS-SAFE 2023: Optimierung des Safety Case durch transdisziplinäre Forschung Ergebnisse der Selbstevaluation im transdisziplinären Arbeitspaket SAFE. TRANSENS-Bericht-10. <https://doi.org/10.21268/20230605-3>.

Wissensmarktplatz 2023: Ergebnisse des Austauschs mit Td- und Verbundpartner:innen zu Td-Reviews am Wissensmarktplatz von TRANSENS. Projekttreffen von TRANSENS in Darmstadt. 3.3.2023 (nicht veröffentlicht).

Anhang

Praktische Aspekte der Umsetzung von Td-Reviews

Ist es sinnvoll, sich weiter mit Td-Reviews zu befassen und mit solchen Reviews zu experimentieren? Diese Frage haben wir – basierend auf Fachliteratur und Erfahrungen mit transdisziplinärer Forschung in TRANSENS – in den vorangehenden Kapiteln mit „Ja“ beantwortet.

Aufgrund eines Td-Reviews lassen sich, wie in Kapitel 2 geschildert, positive Auswirkungen auf einen Safety Case erwarten, die durch andere Formate, insbesondere klassische Peer-Reviews, nicht oder nicht im gleichen Maß erreicht werden können:

- Die methodische und inhaltliche Qualität des Safety Case verbessert sich – insbesondere in Bereichen, in denen klassische Peer-Reviews weniger Wirkung erzielen.
- Indem eine Vielfalt von Kompetenzen und Sichtweisen einbezogen wird, wird die methodische und inhaltliche Robustheit und Resilienz des Safety Case gestärkt.
- Der Td-Review fördert die Offenheit der am Safety Case Beteiligten, neue Impulse aufzunehmen, und ihre Selbstreflexion.
- Die Legitimität des Safety Case wird verbessert, was ihn auch gegenüber politisch motivierter Kritik stärkt.
- Die Akzeptanz des Safety Case in der breiten und der interessierten Öffentlichkeit nimmt zu.

Risiken betreffen insbesondere das Verhältnis von Aufwand und Nutzen sowie die Wahrnehmung des Td-Reviews in der Öffentlichkeit. Wesentliche Risiken sind:

- Der Td-Review bindet Ressourcen, die dringender andernorts für den Safety Case benötigt werden (SafeND23).
- Der Td-Review beansprucht mehr Ressourcen als ursprünglich vorgesehen.
- Der Td-Review bringt keine substanziellen Ergebnisse hervor.
- Die Ergebnisse sind widersprüchlich oder nicht umsetzbar.
- Der Td-Review führt zu Verzögerungen bei zeitkritischen Prozessen (SafeND23)
- Die Glaubwürdigkeit des Reviews wird in der Öffentlichkeit oder wesentlichen Teilen der Öffentlichkeit in Frage gestellt („tendenziöse Auswahl der Teilnehmer:innen“, „Beeinflussung der Td-Partner:innen“, „Gefälligkeitsgutachten“, „nicht ernst gemeint“ ...).
- Die Glaubwürdigkeit der Auftraggeberin wird in Frage gestellt („Td-Partner:innen enttäuscht über Qualität der Dokumente“, „Expert:innen sind selbst unsicher“...)

Vorkehrungen, mit denen sich das Verhältnis von Chancen und Risiken verbessern lässt, sind:

1. die grundsätzliche Klärung durch die Auftraggeberin (Vorhabenträgerin oder Aufsichtsbehörde), welche Aspekte eines konkreten Safety Case mit Td-Reviews optimiert werden sollen, wie und durch wen
2. die frühzeitige Einbindung von Td-Reviews in Planungsprozesse bei der Auftraggeberin
3. eine sorgfältige Auswahl der methodischen und inhaltlichen Gegenstände von spezifischen Td-Reviews mit Bezug auf die Fragestellungen der Auftraggeberin, die Kompetenzen der Td-Partner:innen und die verfügbaren Ressourcen
4. eine gute Einbindung von Mitarbeiter:innen der Auftraggeberin in die Planung und Durchführung des Td-Reviews sowie ggf. eine frühzeitige Verständigung zwischen Auftraggeberin und Aufsichtsbehörde zum Td-Review und dessen Stellenwert im weiteren Begutachtungsprozess
5. die Planung des Reviews in Zusammenarbeit mit kompetenten und glaubwürdigen Td-Spezialist:innen
6. das Formulieren eines Mandats für die Td-Partner:innen, in dem unter anderem die Ziele und die Rahmenbedingungen des Td-Reviews festgehalten sind. Zu den Rahmenbedingungen zählt die Einhaltung von Vertraulichkeitsregeln wie der Chatham House Rule durch alle am Review Beteiligten
7. die Festlegung fairer aber moderater Entschädigungen der Td-Partner:innen für ihre Teilnahme am Review
8. eine sorgfältige Auswahl der Td-Partner:innen, insbesondere im Hinblick auf die Wissensbestände, die sie in den Review einbringen können, ihre Teamfähigkeit und ihre Motivation, wobei verschiedene Auswahlkriterien gegeneinander abgewogen werden
9. die Aufbereitung der zu reviewenden Informationen und Dokumente, so dass sie für alle Td-Partner:innen verständlich und gut zu bearbeiten sind
10. eine professionelle Moderation der Td-Formate des Reviews, die in der Lage ist, auch auf anspruchsvolle Situationen flexibel, souverän und kreativ zu reagieren
11. die Bereitschaft der Auftraggeberin, die Ergebnisse des Td-Reviews als Chance zur Optimierung des Safety Case zu verstehen und umzusetzen
12. eine offene und differenzierte Kommunikation zum Td-Review nach außen und innerhalb der Organisation der Auftraggeberin

Td-Reviews sind immer mit Ungewissheiten verbunden. Diese Ungewissheiten ergeben sich wesentlich aus der Vielfalt der berücksichtigten Expertise, Kompetenzen, Sichtweisen und Motivationen sowie aus der erforderlichen Offenheit für unterschiedliche Verläufe bei der Co-Production im Rahmen von Td-Formaten. Letztlich lässt sich das Potenzial von Td-Reviews zur Optimierung des Safety Case nur dadurch genauer ausloten, dass mit konkreten Td-Reviews experimentiert wird (vgl. auch *Ausblick*).

Zum Aufwand, der mit Td-Reviews verbunden ist, existieren bisher noch keine Erfahrungswerte. Aufgrund der Erfahrungen mit transdisziplinärer Forschung bei TRANSENS betrifft der Aufwand im Wesentlichen folgende Punkte:

- Planung, methodische und inhaltliche Vorbereitung des Reviews
- Rekrutierung und Auswahl der Td-Partner:innen
- Professionelle Begleitung und Durchführung der Td-Formate
- Honorierung und Spesen der Td-Partner:innen
- Auswertung des Td-Reviews und Kommunikation der Ergebnisse
- Umsetzung der Ergebnisse des Td-Reviews in der Sicherheitsuntersuchung

Einen Teil der erforderlichen Arbeiten kann die Auftraggeberin auslagern, beispielsweise für die Planung und Vorbereitung des Reviews, die Rekrutierung und Auswahl der Td-Partner:innen, die Durchführung der Td-Formate und deren Auswertung. Bei Fragen, die methodische und inhaltliche Aspekte der Sicherheitsuntersuchungen betreffen, werden jedoch ihre eigenen Mitarbeiter:innen gefordert sein. Ein Schwerpunkt dürfte dabei auf der Aufbereitung der methodischen und inhaltlichen Informationen der Sicherheitsuntersuchung liegen, die Gegenstand des Td-Reviews sein sollen. Diese Aspekte müssen so aufbereitet werden, dass sie von den Reviewer:innen schnell und korrekt erfasst werden können. Das ist beispielsweise durch hierarchisch aufgebaute Informationsgrundlagen (vom Allgemeinen zum Speziellen), Visualisierungen und dialogische Elemente möglich.

Weiterführende Informationen

Begründungen für die Anwendung von Td-Methoden und Werkzeugen

In der Fachliteratur zu transdisziplinärer Forschung wird ein breites Spektrum von Gründen angeführt, die für die Anwendung von Td-Methoden und -Werkzeugen sprechen:

Qualität

- Relevanz und Anwendbarkeit von Forschung. Die Relevanz für gesellschaftliche Problemstellungen und die Anwendbarkeit von Forschung auf gesellschaftliche Problemstellungen werden gestärkt (Guimarães Pereira und Funtowicz 2005, 75).
- Eine verstärkte Reflexivität in der Wissenschaft. Reflexionen werden unter anderem durch die Konfrontation mit anderen Perspektiven und Lebenswelten angeregt (Marg und Theiler 2022).
- Eine veränderte Perspektive auf untersuchte Probleme. Akademisch Forschende berichten von Ausweitungen des Problemgegenstands und Korrekturen bzw. Schärfungen bei der Problembestimmung (Marg und Theiler 2022). Den Forschenden werden eigene Biases vor Augen geführt (Grunwald et al. 2020, 110).

- Lernprozesse bei allen Beteiligten. Das Wissen erweitert sich, zusätzliche methodische Fähigkeiten können erworben werden (Grunwald et al. 2020, 111).
- Verbesserung der Rahmenbedingungen für die Problemlösung. Das Vertrauen zwischen Akteuren wird gestärkt, neue Netzwerke bilden sich, Verbesserungen bei der Kommunikation werden sichtbar, Td-Partner bringen zusätzliche Ressourcen ein etc. (Grunwald et al. 2020, 111-112; Jahn et al. 2021, 346).
- Direkte Qualitätsverbesserungen der wissenschaftlichen Ergebnisse. Qualitätsverbesserungen lassen sich zum Beispiel durch Zugang zu zusätzlichen Informationen und Rückmeldungen zu bereits erzielten Ergebnissen erreichen (Marg und Theiler 2022).
- Verbesserungen der Qualitätskontrolle. Solche Verbesserungen lassen sich bei der Wissensproduktion durch Einbindung eines breiteren und heterogeneren Kreises von Peers erreichen (Gibbons 2000, 160).
- Effektivität und Umgang mit Ungewissheiten. Td-Formate sind ein vielversprechender Ansatz, um mit komplexen Fragestellungen, hoher zeitlicher Dynamik und unvollständigem Wissen umzugehen (Funtowicz und Ravetz 1993, 739).

Legitimität

- Legitimität der Forschung. Die Legitimität der wissenschaftlichen Forschung wird durch Einbezug außerwissenschaftlicher Partner gestärkt (Guimarães Pereira und Funtowicz 2005, 75).
- Demokratisierung der Wissenschaft. Bei Td-Formaten können alle betroffenen Akteure ihre Interessen in den Dialog einbringen (Funtowicz und Ravetz 1993, 739).
- Kooperation bei der Gestaltung gesellschaftlicher Handlungsfelder. Akteure leisten gemeinsam einen Beitrag zur Lösung gesellschaftlicher Problemlagen (Grunwald et al. 2020, 106).

Akzeptanz

- Eine höhere Glaubwürdigkeit von Ergebnissen. Die Reviews durch „unabhängige“ Gutachter:innen, die außerhalb der üblichen Fachcommunities stehen, durch Personen, die ähnliche Werte teilen wie man selbst und die daher als vertrauenswürdig beurteilt werden (Siegrist 2019), stärkt die Akzeptanz der Ergebnisse bei der Anwendung von Td-Methoden und -Werkzeugen.

Die in Kapitel 1 formulierte Forschungsfrage ist auf den ersten Blick vor allem auf die Qualität des Safety Case ausgerichtet. Bei genauerer Betrachtung zeigt sich nach Beurteilung der Autor:innen jedoch, dass sich Legitimität und Akzeptanz nicht klar von Qualität abgrenzen lassen. Genauso wie „Optimierung“ beinhaltet auch „Qualität“ eine Bewertung, bei der sich Wechselwirkungen mit Legitimität und Akzeptanz zeigen.

Kriterien zur Beurteilung der Qualität eines Safety Case

Ein Safety Case ist „die Sammlung wissenschaftlicher, technischer, administrativer und verwaltungstechnischer Argumente und Belege für die Sicherheit eines Endlagers¹³“ (IAEA 2012, 1). Wie gut ein Safety Case die Sicherheit eines Endlagersystems belegt, kann anhand von Kriterien beurteilt werden wie:

- Aktualität: Der Safety Case spiegelt den Stand von Wissenschaft und Technik wider.
- Relevanz: Der Safety Case fokussiert auf die Sicherheit des Endlagersystems.
- Vollständigkeit: Im Safety Case wird das sozio-technische System Endlager umfassend erfasst, analysiert und beurteilt.
- Korrektheit: Die Ergebnisse des Safety Case sind valide (entsprechen der Realität), reliabel (lassen sich reproduzieren) und objektiv (unabhängig von den involvierten Personen und möglichst auch frei von psychologischen Verzerrungen (Biases)).
- Konsistenz: Der Safety Case ist in sich stimmig und widerspruchsfrei.
- Robustheit: Die Ergebnisse des Safety Case bleiben auch angesichts eines gewissen Spektrums von Abweichungen und Ungewissheiten stabil.
- Nachvollziehbarkeit: Die Argumentation im Safety Case ist auch für Personen, die nicht am Safety Case mitgewirkt haben, verständlich.

Diese Kriterien sind in der folgenden Abbildung nochmals zusammengefasst:

Aktualität	• Stand von Wissenschaft und Technik
Relevanz	• Fokus Sicherheit
Vollständigkeit	• Umfassende Erfassung, Analyse, Beurteilung
Korrektheit	• Validität, Reliabilität, Objektivität
Konsistenz	• Stimmigkeit und Widerspruchsfreiheit
Robustheit	• Stabilität angesichts von Abweichungen und Ungewissheiten
Nachvollziehbarkeit	• Verständliche Argumentation für Außenstehende

Abbildung A1: Kriterien zur Prüfung der Qualität eines Safety Case

¹³ Im Original: „The safety case is the collection of scientific, technical, administrative and managerial arguments and evidence in support of the safety of a disposal facility.“ (Übersetzung durch die Autoren des vorliegenden Berichts)

Die Kriterien lassen sich nutzen, wenn die Fragestellung für einen Td-Review formuliert wird. Allerdings ist zu beachten, dass ein Td-Review auch von einem hohen Maß an Ergebnisoffenheit lebt, das auf die gemeinsame Produktion („Co-Production“) von Wissen durch Menschen mit unterschiedlichen Kompetenzen und Sichtweisen zurückgeht. Insofern kann auch der Fall eintreten, dass Kriterien zwar zu Beginn des Reviews Orientierung bieten, jedoch im Verlauf des Reviews an Bedeutung verlieren.

Die Beurteilung im Rahmen eines Reviews richtet sich in erster Linie auf das Arbeitsergebnis und nicht auf den Arbeitsprozess aus. Der Review kann jedoch einen Beitrag dazu leisten, Arbeitsprozesse bei der Erstellung und Prüfung des Safety Case zu verbessern. Wird bei einem Safety Case Optimierungspotenzial identifiziert, muss darüber nachgedacht werden, mit welchen Prozessen sich die entsprechenden Optimierungen realisieren lassen.

Experimente

Ein erster Pilotversuch zu Td-Reviews wurde am 2. März 2023 beim Projekttreffen von TRANSENS durchgeführt. Verbundpartner:innen und Td-Partner:innen von TRANSENS sowie Gäste des Projekttreffens nutzten die Möglichkeit, sich im Rahmen eines Wissensmarktplatzes während 2,5 Stunden an einem Poster über Td-Reviews zu informieren und die Methode der Td-Reviews zu kommentieren. Zudem bestand Gelegenheit, ein „Kurz-Td-Review“ vorzunehmen und sich dabei zum Umgang mit dem menschlichen Eindringen in ein Endlager im Safety Case zu äußern. Die Ergebnisse der Diskussionen am Wissensmarktplatz sind in den vorliegenden Bericht eingeflossen.

Die Notizen aus dem Austausch zu Td-Reviews sind in der folgenden Abbildung dargestellt:

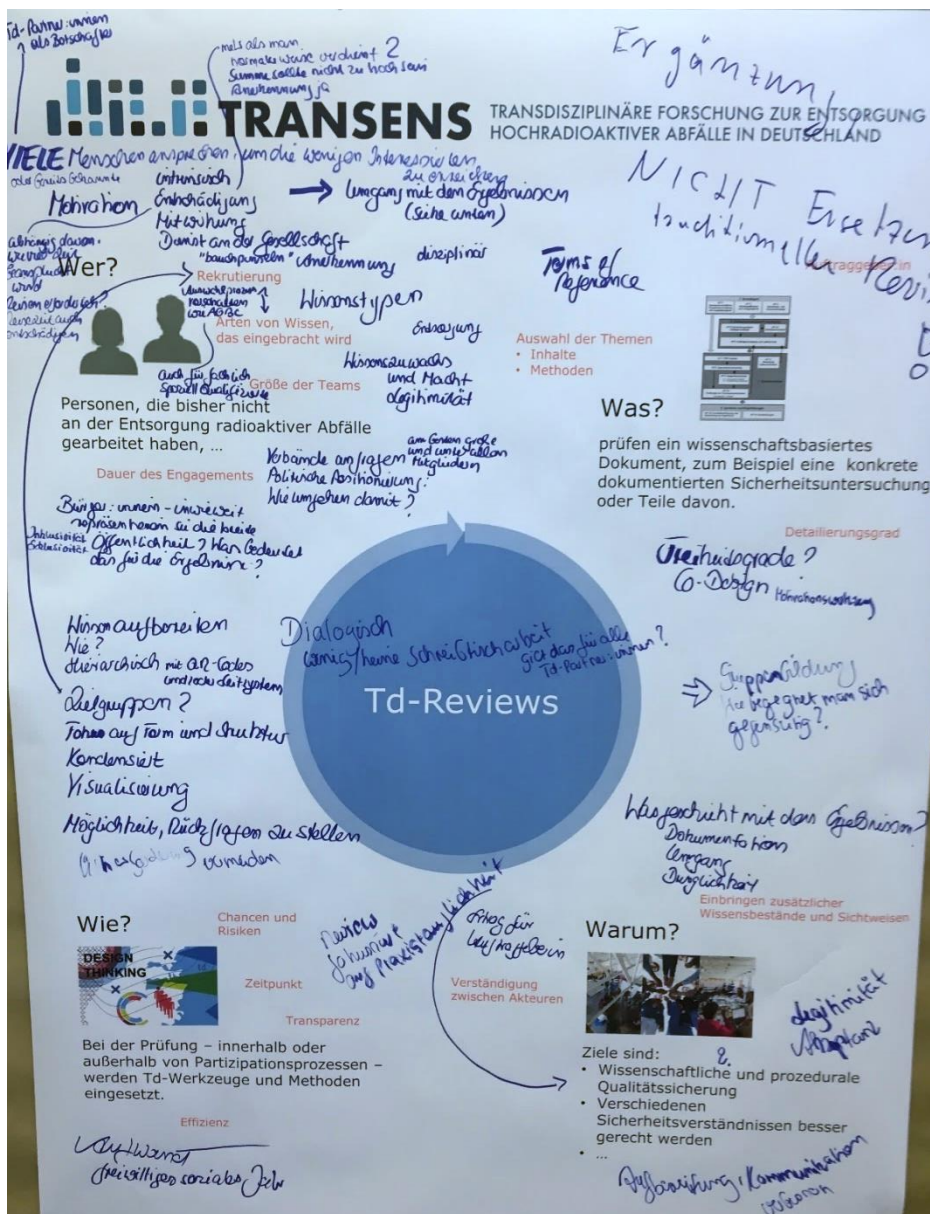


Abbildung A2: Notizen aus dem Austausch zu Td-Reviews am Wissensmarktplatz beim Projekttreffen von TRANSENS im März 2023

Am Workshop „Optimizing the Safety Case through transdisciplinary research?“ im Rahmen des Forschungssymposiums SafeND23 des BASE bot das Team des TAP SAFE bei TRANSENS den Teilnehmer:innen an vier Stationen Gelegenheit, Aspekte des Safety Case und Td-Formate kennenzulernen. Unter anderem wurde der Prototyp eines Extended Peer-Reviews für den Safety Case entwickelt (SafeND23):

TRANSENS TRANSDISCIPLINARY RESEARCH ON THE MANAGEMENT OF HIGH-LEVEL RADIOACTIVE WASTE IN GERMANY

Design of an extended peer review: Prototype

Objectives of the review (outcome, impact)
 resolution of uncertainties, indication of other indicators
increase trust in Safety Case, quality control to quantify safety, interaction between science and society
 increased awareness on non-communicated aspects
IMPROVED SAFETY CASE
Completeness / quality control

Results of the review (output)
 new research ideas, acceptability of safety case assessment
very good results ↔ challenges/blind points
 more than just reports

<p>Participants (reviewers) <i>experts from different disciplines</i> <i>Civil Society Experts</i> willingness to participate ambition if public → anyone children participants from other cultures practitioners</p>	<p>Implementation <i>adjust language to peers</i> <i>joint terminology</i> <i>deadline needed</i> <i>appropriate formats + communication</i> limited / limited nbs. of participants financial support + organisational "</p>
---	--

Subject of the review / Terms of reference

Context, initiator and timing
 ↳ WMO
 ↳ regulator
 ↳ NRG (Germany)

Abbildung A3: Entwicklung des „Prototyps“ eines Td-Reviews am „Workshop Optimizing the safety case through transdisciplinary research?“. Teil der Ergebnisdokumentation am Forschungssymposium SafeND23 des BASE