

Aspekte menschlicher Zuverlässigkeit in der Systemplanung

Fabian FRITSCH, Oliver STRÄTER

*Institut für Arbeitswissenschaft und Prozessmanagement, Universität Kassel,
Heinrich-Plett-Str. 40, D-34132 Kassel*

Kurzfassung: Das Dissertationsvorhaben zielt darauf ab, die menschliche Zuverlässigkeit in komplexen Forschungsprojekten zur deutschen Standortauswahl für die Endlagerung des hochradioaktiven Atommülls zu verbessern. Durch eine Literaturrecherche wurden Einflussfaktoren, einschließlich individueller und kollektiver Biases, identifiziert. Ein eigens entwickelter Fragebogen misst die menschliche Zuverlässigkeit und soll zukünftig automatisierte Handlungsempfehlungen bei auffälligen Antwortmustern geben. Derzeit läuft die erste Datenerhebung mit dem Fragebogen. Ziel ist es, komplexe Forschungsprozesse zu überwachen und die menschliche Zuverlässigkeit zu verbessern. Anschließend kann der Ansatz auf andere vergleichbare komplexe Projekte mit hohen Freiheitsgraden übertragen werden.

Schlüsselwörter: menschliche Zuverlässigkeit, Forschungsprojekte, Biases, Fragebogen, Endlagerung

1. Einleitung

Für den hochradioaktiven Atommüll in Deutschland wird ein Standort gesucht, der die bestmögliche Sicherheit für einen Zeitraum für eine Million Jahre gewährleisten kann. Die Lagerung ist tiefengeologisch geplant und soll Mensch und Umwelt vor der Strahlung schützen. Diese und weitere Anforderungen sind gesetzlich im Standortauswahlgesetz (StandAG, 2017) geregelt. Zuständig für die Suche und Auswahl ist die Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE), welche in einem schrittweisen Verfahren ungeeignete Standorte ausschließt. Zu diesem Zweck werden zahlreiche Forschungsprojekte durchgeführt, bspw. zu den verschiedenen Eigenschaften der potenziellen Wirtsgesteine oder der Wirksamkeit von Behälterkonzepten hinsichtlich sicheren Einschlusses von Radionukliden. Die vorrangig geologischen Fragestellungen in den Projekten werden häufig mittels technischer Systeme als Modellrechnungen untersucht. Dabei ist die wissenschaftliche Ausrichtung in der Standortauswahl transdisziplinär, sodass unterschiedliche Wissenschaftsdisziplinen und Perspektiven zusammenkommen. Unabhängig vom speziellen Thema im Einzelnen werden alle Forschungsprojekte von Menschen geplant, durchgeführt und bewertet. Das betrifft sowohl die übergeordnete Architektur in der Systemplanung als auch vermeintlich kleine Entscheidungen in Teilprojekten. Der Mensch als gemeinsamer Nenner ist daher ein bedeutsamer Einflussfaktor in Projekten. Infolgedessen ist es wichtig, die Eigenschaften des Menschen (z. B. Informationsverarbeitung) zu verstehen und parallel zur Durchführung der Projekte zu betrachten.

2. Hintergrund

Die einzelnen Schritte in Forschungsprojekten sind meist sehr ähnlich und damit hinsichtlich der Anforderungen an den Menschen sowie dessen Zuverlässigkeit vergleichbar. Zunächst wird eine Forschungslücke beschrieben und der Interessenbereich abgesteckt. Das beinhaltet die Festlegung auf den Betrachtungsumfang und damit auch auf die Grenzen und den Zweck, der verfolgt werden soll. Anschließend wird das Untersuchungsmodell konstruiert, getestet und evaluiert. Dabei haben einzelne Schritte mitunter iterativen Charakter. Nach Abschluss des Forschungsprojektes liegen neue Erkenntnisse vor, auf dessen Grundlage Entscheidungen getroffen werden können. Für die Endlagerung könnte dies bspw. bedeuten, dass ein bestimmtes Behälterkonzept den Langzeitanforderungen genügt und ausreichend Schutz vor radioaktiver Strahlung bietet. Die Zuverlässigkeit dieser Entscheidung bzw. Aussage hängt jedoch von der Zuverlässigkeit derjenigen Menschen ab, die in dem Forschungsprojekt mitgewirkt und entschieden haben. Menschliche Zuverlässigkeit ist definiert als die „Fähigkeit des Menschen, eine Aufgabe unter vorgegebenen Bedingungen für ein gegebenes Zeitintervall im Akzeptanzbereich durchzuführen“ (VDI 4006 Blatt 1 2015). Sie wird maßgeblich durch die Eigenschaften menschlicher Informationsverarbeitung bestimmt. Dabei ist insbesondere die bewusste Informationsverarbeitung hinsichtlich der Verarbeitung von Reizen beschränkt (Schaub 2012). Vornehmlich in komplexen und neuartigen Situationen, die es in Forschungsprojekten häufig gibt, führt das zur Verwendung von Heuristiken (Hacker & Weth 2012). Obwohl Heuristiken eine schnelle und kognitiv ressourcenschonende Urteilsbildung ermöglichen, können sie auch zu systematischen Verzerrungen (Biases) führen (Werth et al. 2020). Diese können sowohl den Menschen im Einzelnen, als auch eine Gruppe als kollektiv betreffen.

Neben Biases nehmen weitere Eigenschaften der menschlichen Informationsverarbeitung Einfluss auf die menschliche Zuverlässigkeit. Wahrnehmungsaspekte werden fortlaufend mit bestehenden Konzepten, die durch Erfahrungen entstehen, verglichen. Das Ergebnis kann bspw. eine emotionale Reaktion oder Handlung sein (Sträter et al. 2012). Die Art und Weise, wie ein Mensch eine Information verarbeitet, hängt demnach davon ab, auf welche Erfahrungen er zurückgreifen kann. Welche Einflüsse auf dem Pfad zwischen einer beliebigen Aufgabe in einer Arbeitsumgebung (z. B. eine Projektskizze) und der kognitiv existierenden Aufgabe einwirken, verdeutlicht die VDI-Richtlinie 4006 Blatt 2 (2017). Dort sind neben dem eigenen Wissen auch eigene Ziele (soziale Anerkennung, Karriere) sowie Zielstellungen aus dem Management und von externen Organisationen aufgeführt. Letztere können explizit mitgeteilt sein oder latent wirken.

Das vorliegende Dissertationsvorhaben zielt darauf ab, für die prototypischen Schritte von Forschungsprojekten relevante Einflussfaktoren zu diagnostizieren. Ziel ist die Verbesserung der menschlichen Zuverlässigkeit. Die Forschungsfragen im Kontext der Dissertation lauten daher:

- (1) Welche Einflussfaktoren beeinträchtigen im Rahmen von komplexen Forschungsprojekten (z. B. zur Systemplanung) die menschliche Zuverlässigkeit?
- (2) Wie können die Einflussfaktoren valide gemessen werden?
- (3) Welche Handlungsempfehlungen können zur Verbesserung der menschlichen Zuverlässigkeit formuliert werden?

3. Methode

Im Rahmen der Dissertation wurde dazu eine Literaturrecherche (Top-down-orientiertes Vorgehen) durchgeführt, um relevante Einflussfaktoren zu bestimmen. Hierfür wurden gängige Literaturquellen verwendet. Zur Messung der menschlichen Zuverlässigkeit in komplexen Forschungsprojekten wurde ein Fragebogen als Instrument entwickelt. Dabei wurden die Schritte zur Entwicklung eines Testentwurfs von Bühner (2021) als Orientierung verwendet. Bei den zu messenden Daten handelt es sich gemäß Cattell (1965) um Q-Daten, die Ergebnis eines Selbstratings sind. Zielgruppe des Messinstrumentes sind Menschen, die in komplexen Projekten (z. B. zur Systemplanung) forschen. Das Ziel ist, die Ausprägung von Probanden hinsichtlich der menschlichen Zuverlässigkeit zu messen. Die Konstruktion erfolgt induktiv über eine empirische Untersuchung der Items und ggf. einer Reduktion derselben (ausstehend). Als Antwortformat für die Selbstaussagen wurde eine 6-stufige Ratingskala von "stimme völlig zu" bis "stimme überhaupt nicht zu" verwendet. Die Probanden können dadurch den Grad der Zustimmung zu einer entsprechenden Aussage angeben. Die Selbstaussagen wurden entlang der Einflussfaktoren aus der Literaturrecherche entwickelt und nach üblichen Empfehlungen zur Itemformulierung (Bühner 2021; Eid & Schmidt 2014; Faulbaum et al. 2009) abgestimmt. Die Hauptkategorien des Fragebogens bilden:

- (1) Individuelle Biases (z. B. anchoring bias, confirmation bias, law of the Instrument)
- (2) Kollektive Biases bzw. Gruppeneffekte und bilaterale Faktoren (z. B. groupthink, group polarization, Gehorsam gegenüber Autorität)
- (3) Einflüsse, die aufgrund der Situation, in der eine Aufgabe durchgeführt wird, entstehen (z. B. latente oder explizite Zielstellungen des Auftraggebers, gesellschaftliche und soziale Ziele, Ziele der forschenden Person)
- (4) Rahmenbedingungen (z. B. Zeitdruck, Frustration, Art und Weise der Evaluation)

Nach abgeschlossener Konstruktion wird der Fragebogen in einem Forschungscluster angewendet, welches sich mit komplexen Fragestellungen im Bereich der Standortauswahl für das Endlager für hochradioaktiven Atommüll beschäftigt. Aus den gewonnenen Daten soll eine erste Weiterentwicklung stattfinden. Für weitere Datenerhebungen sind zusätzlich größere Stichproben geplant.

4. Ausblick

Derzeit läuft die erste Datenerhebung mit dem Fragebogen im Forschungscluster. Die erwartbaren Ergebnisse können vielschichtig ausfallen: Zunächst gibt die Antwortrate Aufschluss über das Interesse am Thema und ggf. auch zur Angst bzw. Vorsicht. Selbstaussagen zur eigenen Zuverlässigkeit zu geben, kann zu ablehnender Haltung führen. Aus diesem Grund wurde auf personenidentifizierbare Angaben komplett verzichtet. Als Nächstes ist die Höhe der Ausprägung zu den einzelnen Einflussfaktoren interessant. Ggf. gibt es Faktoren, die mit extremen Angaben beantwortet wurden. Eine Analyse der Items (Lage- und Streumaße, Itemschwierigkeit und

Trennschärfe) soll anschließend für eine erste Überprüfung der Güte und die anschließende Weiterentwicklung herangezogen werden. Zusätzlich sind Ergebnisse über die ergänzenden Freitextfelder erwartbar.

Der Fragebogen hat im aktuellen Entwicklungsstand das Ziel, die menschliche Zuverlässigkeit in komplexen Forschungsprojekten zu messen und dabei u. a. zwischen Probanden mit hoher und niedriger Ausprägung zu differenzieren. Als weiterer Schritt soll mit der Formulierung von Handlungsempfehlungen ein Beitrag zur Verbesserung der menschlichen Zuverlässigkeit erreicht werden. Die Handlungsempfehlungen sollen automatisch bei entsprechenden Angaben als Rückmeldung im Fragebogen erscheinen. Somit erscheint automatisiert eine Handlungsempfehlung, wenn ein Proband auf den Selbstaussagen zu einem bestimmten Einflussfaktor Angaben macht, die aufgrund der entsprechenden Ausprägung als untypisch zu beurteilen sind. Diese werden aus der Literatur formuliert.

Weiter kann der Fragebogen noch abweichend der Handlungsempfehlungen Wirkung erzielen: Beim gewissenhaften Ausfüllen bedarf es neben ausreichender Motivation auch ein hohes Maß an Kontemplation, um das eigene und teils fremde Handeln im Forschungsprojekt zu reflektieren. Diese Auseinandersetzung kann langfristig dazu führen, dass die Probanden sich vermehrt mit dem Thema menschliche Zuverlässigkeit auseinandersetzen.

Nach Abschluss der Dissertation soll der Fragebogen geeignet sein, komplexe Forschungsprojekte in der Systemplanung der deutschen Endlagerung hinsichtlich menschlicher Zuverlässigkeit zu überwachen. Die Einflussfaktoren treffen allerdings auch auf weitere verknüpfte Tätigkeiten in neuartigen Projekten zu. Daher ist eine spätere Übertragung auf gutachterliche Prozesse oder Nachhaltigkeitsprojekte denkbar.

5. Literatur

- Bühner M (2021). Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion (4., korrigierte und erw. Aufl.). Pearson Studium.
- Cattell RB (1965). The scientific analysis of personality. Penguin.
- Eid M & Schmidt K (2014). Testtheorie und Testkonstruktion. Hogrefe Verlag GmbH & Company KG.
- Faulbaum F, Prüfer P & Rexroth M (2009). Was ist eine gute Frage? Springer.
- Hacker W & Weth R von der (2012). Denken – Entscheiden – Handeln. In: Badke-Schaub P, Hofinger G & Lauche K (Hrsg.), Human Factors: Psychologie sicheren Handelns in Risikobranchen (S. 83–99). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-19886-1_5
- Schaub H (2012). Wahrnehmung, Aufmerksamkeit und Situation Awareness «(SA). In Human Factors (S. 63–81). Springer.
- StandAG (2017) Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle. Standortauswahlgesetz vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1074), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 7. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2760) geändert worden ist.
- Sträter O, Siebert-Adzic M & Schäfer E (2012). Gesundes Führen für effiziente Organisationen der Zukunft. In: Die Zukunft der Führung (S. 307–330). Springer.
- VDI 4006 Blatt 1. (2015). Menschliche Zuverlässigkeit – Ergonomische Forderungen und Methoden der Bewertung. Beuth-Verlag.
- VDI 4006 Blatt 2. (2017). Menschliche Zuverlässigkeit – Methoden zur quantitativen Bewertung menschlicher Zuverlässigkeit. Beuth-Verlag.
- Werth L, Denzler M & Mayer J (2020). Sozialpsychologie – Das Individuum im sozialen Kontext: Wahrnehmen – Denken – Fühlen. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-53897-5>



Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Arbeitswissenschaft in-the-loop

**Mensch-Technologie-Integration
und ihre Auswirkung auf Mensch,
Arbeit und Arbeitsgestaltung**

70. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Institut für Arbeitswissenschaft und
Technologiemanagement IAT
Universität Stuttgart

In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für
Arbeitswirtschaft und Organisation IAO

06. – 08. März 2024

GfA-Press

Bericht zum 70. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 06. – 08. März 2024

Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT), Universität Stuttgart

In Zusammenarbeit mit: Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), Stuttgart

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Sankt Augustin: GfA-Press, 2024

ISBN 978-3-936804-34-8

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle (s. u.) erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Sankt Augustin, Schriftleitung: Prof. Dr. Rolf Ellegast**

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Geschäftsstelle der GfA

Simone John, Tel.: +49 (0)30 1300-13003, Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin

info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de · www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de

Screen design und Umsetzung

© 2024 fröse multimedia, Frank Fröse,

office@internetkundenservice.de, www.internetkundenservice.de