

# Technikinnovationen für die Energiewende verantwortungsvoll gestalten



Ein Leitfaden  
zur Anwendung des Konzepts  
der **Responsible Research and Innovation**

Veröffentlichung des Forschungsprojekts



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Impressum

## Autor:innen

*Zentrum für Sonnenenergie- und  
Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)*

Tobias Buchmann, Patrick Wolf

*Universität Hohenheim, Lehrstuhl für Innovationsökonomik*

Matthias Müller

*DIALOGIK gemeinnützige Gesellschaft  
für Kommunikations- und Kooperationsforschung mbH*

Marion Dreyer, Frank Dratsdrummer

## Zitiervorschlag

Buchmann, T., Wolf, P., Dreyer, M., Müller, M., & Dratsdrummer, F. (2023). Technikinnovationen für die Energiewende verantwortungsvoll gestalten. Ein Leitfaden zur Anwendung des Konzepts der Responsible Research and Innovation. BMWK-Projekt V4InnovatE (FKZ 03EI5206(A,B,C)), Stuttgart.

## Gestaltung & Titelbild

Frank Dratsdrummer, Patrick Wolf

Hinweis: Das Titelbild wurde mithilfe von DALL-E (Version 3) erstellt, einem auf Künstlicher Intelligenz basierenden Text-zu-Bild-Modell des US-Unternehmens OpenAI OpCo, LLC.. Die Nutzung dieses Bildes erfolgt in Übereinstimmung mit den Nutzungsbedingungen und Lizenzbestimmungen von OpenAI für DALL-E.

## Disclaimer

Das diesem Leitfaden zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) unter dem Förderkennzeichen 03EI5206(A,B,C) gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei

# Inhalt

Vorwort ▶ 06

**01 Warum ist Responsible Research and Innovation (RRI) ein relevantes Leitbild für Energiewendetechnologien? ▶ 08**

/ Wie verbreitet ist RRI, was ist neu daran? (10)

**02 Was bietet dieser Leitfaden und worauf basiert er? ▶ 12**

/ Wer sind die Zielgruppen? (13) | Was ist der Anwendungsbereich des Indikatoriksystems? (14) | Was ist die Grundstruktur des Indikatoriksystems und worauf baut sie auf? (15)

**03 Forschung, Technologieentwicklung, Innovation: Gestaltungsebenen und -dimensionen für RRI ▶ 17**

/ Produktebene (18) | Prozessebene (20) / Antizipation (20) | Reflexion (21) | Inklusion (23) | Responsivität (24) | Transparenz (24) | Zusammenwirken der Prozessdimensionen (26)

**04 Indikatoriksystem zur Operationalisierung der Gestaltungsdimensionen auf Prozessebene ▶ 28**

/ Antizipation (30) | Reflexion (31) | Inklusion (32) | Responsivität (33) | Transparenz (34)

**05 Webapplikation zur Anwendung des Indikatoriksystems ▶ 36**

**06 Ausblick ▶ 40**

**Quellen und Referenzen ▶ 44**

**Anhang ▶ 46**

/ I. Methodenoptionen für die RRI-Gestaltungsdimensionen auf Prozessebene (46) | II. Antizipation alternativer Pfade am Beispiel Batterietechnologien (53)

# Abkürzungen

ANT 1-3	Antizipation, Indikatoren 1-3
ARRTI, KIT	Academy for Responsible Research, Teaching, and Innovation des Karlsruher Instituts für Technologie
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
CeRRI, IAO	Center for Responsible Research and Innovation des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation
EU	Europäische Union
FTI	Forschung, Technologieentwicklung, Innovation
INK 1-3	Inklusion, Indikatoren 1-3
IP	Intellectual Property
REF 1-6	Reflexion, Indikatoren 1-6
RES 1-2	Responsivität, Indikatoren 1-2
RRI	Responsible Research and Innovation
TAB	Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag
TRA 1-6	Transparenz, Indikatoren 1-6
V4InnovatE	Kürzel für den Projekttitlel „Verantwortungsvolle Innovation für die Energiewende: Entwicklung und Implementierung eines Indikatorsystems zur Erhöhung der gesellschaftlichen Akzeptanz neuer Technologien“

## Tabellen

- Tabelle 1 Wesentliche Betrachtungsaspekte auf der Produktebene ▶ 19
- Tabelle 2 Leitfragen und Leitaspekte der Antizipation ▶ 21
- Tabelle 3 Leitfragen und Leitaspekte der Reflexion ▶ 22
- Tabelle 4 Leitfragen und Leitaspekte der Inklusion ▶ 23
- Tabelle 5 Leitfragen und Leitaspekte der Responsivität ▶ 24
- Tabelle 6 Leitfragen und Leitaspekte der Transparenz ▶ 25
- Tabelle 7 Indikatoren zur Antizipation ▶ 30
- Tabelle 8 Indikatoren zur Reflexion ▶ 31 f.
- Tabelle 9 Indikatoren zur Inklusion ▶ 33
- Tabelle 10 Indikatoren zur Responsivität ▶ 34
- Tabelle 11 Indikatoren zur Transparenz ▶ 35
- Tabelle 12 Überblick über mögliche Antizipationsmethoden ▶ 47
- Tabelle 13 Überblick über mögliche Reflexionsmethoden ▶ 48
- Tabelle 14 Überblick über mögliche Inklusionsmethoden ▶ 49 f.
- Tabelle 15 Überblick über mögliche Responsivitätsmethoden ▶ 51
- Tabelle 16 Überblick über mögliche Transparenzmethoden ▶ 52

## Abbildungen

- Abbildung 1 Überblick über Verknüpfungen zwischen den Prozessdimensionen und ihr Bezug zur Produktebene ▶ 26
- Abbildung 2 Webapplikation Indikatoriksystem: Startseite ▶ 37
- Abbildung 3 Webapplikation Indikatoriksystem: Rubrik „Antizipation“ ▶ 37
- Abbildung 4 Webapplikation Indikatoriksystem: Seite vor der Ergebnisdarstellung ▶ 38
- Abbildung 5 Webapplikation Indikatoriksystem: Grafische Ergebnisdarstellung ▶ 38
- Abbildung 6 Webapplikation Indikatoriksystem: Ergebnisdarstellung für die einzelnen Dimensionen ▶ 39
- Abbildung 7 Webapplikation Indikatoriksystem: Anpassungsmöglichkeiten ▶ 39
- Abbildung 8 Ausschnitt aus beispielhaftem Projektantrag für die Bewertung der Dimension Antizipation ▶ 54

# Vorwort

Es gibt einen breiten Konsens in Deutschland: Wir müssen die Energiewende zu einer zukunftsfähigen, nachhaltigen Energieversorgung schaffen. Der Klimawandel schreitet noch schneller voran als befürchtet. Russlands Angriffskrieg gegen die Ukraine hat zudem deutlich gemacht, wie riskant eine Abhängigkeit von fossilen Energieimporten und wie wichtig ein Gewinn von weitreichender Energiesouveränität ist. Folglich sind eine beschleunigte Energiewende und ein massiver Ausbau der Erneuerbaren Energien in den letzten Jahren zu einem zentralen Politikziel geworden.

Technik allein schafft noch keine Energiewende, ebenso wichtig sind Veränderungen von Produktionsweisen und Lebensstilen. Technologien für die Energiewende wie Erneuerbare Energien als Alternative zur Nutzung fossiler Energieträger, Technologien für die Sektorenkopplung oder Grüner Wasserstoff sind aber ein wichtiger Schlüssel für die Energiewende. Energiewendetechnologien können allerdings nur dann im Sinne der Energiewende wirken, wenn ihr Ausbau und ihre Nutzung gesellschaftlich akzeptiert und durch gesellschaftliche Akteure mitgetragen und befördert werden. Über das „Ob“ der Energiewende gibt es in der deutschen Bevölkerung wenig Zweifel, „Wo“ und „Wie“ sind zum Teil hoch kontrovers.

Diskussionen, Kontroversen und Konflikte rund um die Energiewende sind angesichts unterschiedlicher Interessenlagen, Wertorientierungen, Weltbilder und Situationsdeutungen in einer pluralistischen Gesellschaft und der Herkulesaufgabe, die die Energiewende als gesellschaftlicher Transformationsprozess darstellt, ein wertvoller Teil gelebter Demokratie. Sie sind nicht prinzipiell unerwünscht, sondern können dazu beitragen, Entwicklungspfade und Planungen zu verbessern.

Wichtig ist ein reflektierter, frühzeitiger, lösungsorientierter und auf Interaktion mit gesellschaftlichen Akteuren bedachter Umgang mit möglichen und tatsächlichen Widerständen und Konflikten, der günstigere Akzeptanzbedingungen für die konkrete Umsetzung der Energiewende schafft.

Der vorliegende Leitfaden stellt heraus, wie bereits in Forschung, Technologieentwicklung und Innovation (FTI) der Versuch unternommen werden kann, einen Beitrag zu günstigen Voraussetzungen für gesellschaftliche Wünschbarkeit und Akzeptanzfähigkeit von Technologien für die Energiewende zu leisten. Er präsentiert ein Indikatorsystem, das auf dem Leitbild einer verantwortungsvollen Gestaltung von FTI aufbaut, auf Energiewendetechnologien (und andere FTI-Bereiche) angewendet werden kann und als Webapplikation für eine verantwortungsvolle FTI-Gestaltung zur Verfügung steht. Er richtet sich an Akteure, die mit der Durchführung oder Förderung von FTI im Bereich Energiewendetechnologien befasst sind.

Im Folgenden beziehen wir uns auf das Leitbild einer verantwortungsvollen Gestaltung von Forschung, Technologieentwicklung und Innovation mit dem geläufigeren englischen Begriff „Responsible Research and Innovation“ (abgekürzt als „RRI“).

Der Leitfaden ist ein Ergebnis des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geförderten Projekts „Verantwortungsvolle Innovation für die Energiewende: Entwicklung und Implementierung eines Indikatorsystems zur Erhöhung der gesellschaftlichen Akzeptanz neuer Technologien“ (Projektkürzel V4InnovatE, Laufzeit: Oktober 2020 – September 2023).

# Danksagungen

Das V4InnovatE-Projektteam ist all jenen dankbar, die sich die Zeit genommen haben, das Projekt mit wertvollen Informationen, Einschätzungen, Rückmeldungen und Ideen im Rahmen von moderierten, strukturierten und dokumentierten Online-Dialogen zu unterstützen.

Das V4InnovatE-Projektteam ist diesen Personen zu großem Dank verpflichtet:

- Den Expert:innen aus Innovationsforschung und Innovationsmanagement, Transformationsforschung, Technikfolgenabschätzung, Energiesystemanalyse und Forschung zu Akzeptanz der Energiewende für ihre wertvollen Rückmeldungen und Impulse zu einem ersten Konzeptentwurf des Indikatoriksystems, die sie in den Europäischen Workshop „An Indicator System for Responsible Innovation for the Energy Transition“ (September 2021) eingebracht haben
- Den Praxisexpert:innen für ihre wertvollen Rückmeldungen und Impulse zu einer weiter entwickelten Version des Indikatoriksystems und einer ersten Konzeption des Leitfadens, die sie in die drei Workshops „Technikinnovationen für die Energiewende verantwortungsvoll gestalten“ (September bis Oktober 2022) eingebracht haben. Die Workshops brachten jeweils eine dieser Akteursgruppen zusammen: Politik, Verwaltung und politikunterstützende Organisationen; Wirtschaft und Institute der anwendungsorientierten Energieforschung; organisierte Zivilgesellschaft einschließlich Think Tanks
- Den Expert:innen aus Praxis und Wissenschaft für ihre wertvollen Rückmeldungen zu einer präfinalen Version des Indikatoriksystems, die sie in den Transfer-Workshop „Responsible Research and Innovation: Wie können Technikinnovationen für die Energiewende vom Leitbild RRI profitieren?“ (September 2023) eingebracht haben

Viele Hinweise aus den Workshops sind in die Erstellung des Leitfadens eingeflossen und sind in den Text integriert. Einige Hinweise aus den Workshops finden sich in Textboxen im Leitfaden und dienen der Erläuterung oder Veranschaulichung.<sup>1</sup>

Unser herzlicher Dank geht außerdem an Dr. Kristina Bogner, Valentin Fuchs, Nicole Gladilov, Dr. Michael Schlaile und Bianca Witzel für ihre Projektbeiträge und Unterstützung.

Schließlich danken wir dem Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz für die Förderung des Projekts.

<sup>1</sup> Die Textboxen "Hinweise aus den Workshops" enthalten leicht paraphrasierte Darstellungen einiger Diskussionsbeiträge, die in einem oder mehreren der Workshops prominent behandelt wurden und auf positive Resonanz bei anderen Teilnehmenden stießen.

# 01

Warum ist  
Responsible Research  
and Innovation (RRI)  
ein relevantes Leitbild für  
Energiewendetechnologien?



RRI-Ansätze befassen sich mit der Frage nach einer gesellschaftlich verantwortungsvollen Gestaltung und Steuerung von FTI-Prozessen. Bei RRI geht es darum, FTI so auszugestalten, dass Werte und Bedarfe der Gesellschaft in einem wechselseitigen Austausch frühzeitig berücksichtigt werden. Dazu sollen in Zusammenarbeit mit gesellschaftlichen Akteuren die Ziele von FTI bestimmt und mögliche Folgen, Risiken wie auch Zusatznutzen von angestrebten Innovationen, vorausschauend aufgespürt und Zielkonflikte bearbeitet werden.

RRI wird in Wissenschaft und Politik unterschiedlich ausbuchstabiert. Diesem Leitfaden unterliegt das Verständnis (nach Wickson & Carew, 2014, S. 255), dass RRI im Kern darauf abzielt:

- Forschung, Technologieentwicklung und Innovation (FTI)-Prozesse auf wichtige soziale und umweltbezogene Bedürfnisse und Herausforderungen auszurichten
- ein partizipatives Engagement bereits in FTI-Prozessen zu ermöglichen, in dem Interessensgruppen und Bürger:innen gemeinsam mit Wissenschaftler:innen über transparente und kollektive Lernprozesse zu gesellschaftlich relevanten Problemlösungen gelangen
- potenzielle Probleme, sowohl im FTI-Prozess selbst als auch im Hinblick auf seine Ergebnisse, frühzeitig zu antizipieren, alternative Innovationspfade zu analysieren und zu bewerten und gesellschaftliche Bedürfnisse, Werte und Präferenzen abzubilden, und nicht zuletzt
- den Willen aller Akteure im FTI-System zu befördern, auf der Grundlage dieser Prinzipien zu handeln und dieses Handeln kontinuierlich zu reflektieren und anzupassen.

Die Relevanz des RRI-Konzepts wurde zunächst bei neuen Technologien mit großem Transformationspotenzial wie Nanotechnologie, Synthetische Biologie oder Künstliche Intelligenz gesehen. In den letzten Jahren wird RRI aber zunehmend auch eine Rolle in Bezug auf den Einsatz von Innovationen für komplexe sozio-technische Transformationsprozesse, wie die Energiewende, zugestanden. Die Energiewende und die Energiewendeforschung sind auf gesellschaftlich gewünschte Zukunftsziele hin ausgerichtet: der Umstieg auf Energie aus erneuerbaren Quellen und Klimaneutralität. Die gesellschaftlich gestützte Zielausrichtung allein garantiert aber keine gelingende Energiewende. Auch die Wege zur Zielerreichung müssen gesellschaftlich mitgetragen werden, einschließlich der Energiewendetechnologien. Forschung und Innovation im Bereich Energiewendetechnologien, die

vorausschauend, responsiv und lösungsorientiert im Hinblick auf Technikfolgen und gesellschaftliche Belange sind, können einen Beitrag dazu leisten, die Bedingungen für gesellschaftliche Erwünschtheit, Akzeptanz und aktive Unterstützung von Energiewendetechnologien zu verbessern.

Das politische Ziel einer beschleunigten Energiewende macht die Aufgabe, Energiewendetechnologien und die Prozesse ihrer Erforschung und Entwicklung auf Nachhaltigkeit, ethische Verträglichkeit und gesellschaftliche Erwünschtheit hin auszurichten, noch herausfordernder. Gleichzeitig ist es unter dem erhöhten Zeitdruck, unter dem die Energiewende steht, besonders wichtig, darauf zu achten, Folgenanalysen und Verantwortungs- und Nachhaltigkeitsüberlegungen, in die auch außerwissenschaftliche Perspektiven und Wissens-

bestände einfließen, einen angemessenen Stellenwert einzuräumen. Die Frage, was jeweils als „angemessen“ gilt, wird von rechtlichen Rahmenbedingungen mitbestimmt und muss Gegenstand politisch-gesellschaftlicher Diskussionen und Auseinandersetzungen sein.

Das Gleiche gilt für die Frage, wie mit Synergien und Konflikten zwischen verschiedenen Zielen, zum Beispiel Klimaschutz und Artenschutz, umzugehen ist. Forschung im Sinne des RRI-Konzepts kann Zielkonflikte und Synergieeffekte, die mit der (Weiter-)Entwicklung einer Energiewendetechnologie und ihrer Anwendung in der Praxis verbunden sein können, offenlegen und technische, gesellschaftliche und politische Gestaltungsspielräume aufzeigen. Es ist nicht eine rein wissenschaftliche, sondern vor allem eine politisch-gesellschaftliche Aufgabe, die verschiedenen Gestaltungsoptionen zu bewerten und die Forschungsergebnisse auch ins Verhältnis zum Ausbleiben einer technologischen Innovation im Energiesystem zu setzen.

### Hinweise aus den Workshops

- Verantwortungsvolle FTI sollte nicht nur Risiken, sondern auch sogenannte Ko-Benefits in den Blick nehmen, zum Beispiel indem sie die Frage adressiert, wie Biodiversitätskonzepte bei der Entwicklung und Planung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen einbezogen werden können. Arten- und Klimaschutz dürfen nicht gegeneinander ausgespielt, sondern müssen gemeinsam verfolgt werden.
- Die jeweilige Technologie sollte bei der Bewertung ihrer Zukunftsfähigkeit im Licht der Erkenntnisse einer RRI-inspirierten Forschung nicht isoliert betrachtet werden. Der Rechtfertigungsdruck darf nicht allein bei den Energiewendetechnologien liegen. Schließlich steuert das fossile Energiesystem aktuell auf katastrophale Zustände zu.

## Wie verbreitet ist RRI, was ist neu daran?

Spätestens ab 2012 entwickelte sich RRI zu einer wichtigen Bezugsgröße in der Forschungs- und Innovationspolitik der Europäischen Union (EU). Nach und nach gewann das Leitbild auch an politischer Bedeutung in einigen europäischen Ländern und wurde in Großbritannien, den Niederlanden und in Norwegen in nationale Förderprogramme für Wissenschaft und Technologie übernommen. In den letzten Jahren hat das Konzept auch in Deutschland sichtbar Eingang in strategische Planungen zur Forschungs- und Innovationspolitik gefunden. RRI ist zum Beispiel in den Empfehlungen zur Weiterentwicklung der Hightech-Strategie 2025 der Bundesregierung<sup>2</sup> und in der „Partizipationsstrategie Forschung“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) von 2023<sup>3</sup> als ein Schlüsselkonzept vertreten. Es finden sich zudem Forschungsorganisationen, in denen das Konzept über ein organisationszugehöriges Zentrum oder eine Akademie institutionell verankert wurde.<sup>4</sup>

RRI als Konzept ist weder fundamental neu in seiner Zielausrichtung, noch ist es nur alter Inhalt in neuer Verpackung. RRI ist insofern innovativ, als es ein konzeptionell-prozedurales Dach bietet, unter dem bereits bestehende Prozesse und Strukturen für ein übergeordnetes Ziel integriert werden können: nämlich Forschung, Technologieentwicklung und Innovation proaktiv und folgensensibel auf gesellschaftliche Grundwerte und Bedarfe hin orientiert zu steuern und für eine Vielzahl von Akteuren zu öffnen.

In Deutschland gibt es eine Reihe RRI-naher Institutionen, Programme und Prozesse. Dazu zählen die institutionalisierte Technikfolgenabschätzung, regelmäßige Prozesse der Vorausschau (Foresight), Ethikkommissionen, etablierte Verfahren der Risikobewertung und Folgenabschätzung, die Orientierung auf große gesellschaftliche Herausforderungen (zum Beispiel in der Hightech-Strategie der Bundesregierung<sup>5</sup>, in sozial-ökologischer

Forschung und Transformationsforschung) und die weiterhin wachsende Rolle, die der aktiven Einbindung von Bürger:innen, zivilgesellschaftlichen Organisationen und anderen gesellschaftlichen Akteuren in Forschungspolitik und bei der Forschung insbesondere zu den großen gesellschaftlichen Herausforderungen zugewiesen wird. Mit ihnen bestehen in Deutschland „grundsätzlich sehr gute Voraussetzungen, RRI-Initiativen zu entwickeln und die RRI-Philosophie als Orientierungsrahmen für forschungs- und innovationsbezogene Entscheidungen zu etablieren“<sup>6</sup>.

Es ist anzunehmen, dass die Mehrzahl der Unternehmen in Deutschland (und in anderen Ländern) derzeit nicht mit der RRI-Philosophie vertraut ist. Außerhalb der Wissenschaft wird die RRI-Terminologie vor allem in der FTI-Politik verwendet und nur in Einzelfällen von Unternehmen. Aber auch im privaten Sektor und bei Marktakteuren gibt es Ansatzpunkte, um RRI in Organisations- und Managementkonzepte in der Unternehmenspraxis zu integrieren. Besonders erwähnenswert sind Ansätze wie Corporate (Social) Responsibility, Corporate Citizenship oder Social Entrepreneurship. Diese Ansätze zielen ebenso wie RRI darauf ab, das Unternehmens- und Innovationshandeln auch an normativen Kriterien wie sozialer, ökologischer und ethischer Verantwortlichkeit auszurichten und sich stärker für unternehmensexterne Akteure zu öffnen<sup>7</sup>.

Wenn die politische Relevanz von RRI in der Forschungs- und Innovationspolitik in Deutschland weiter steigt, wächst auch die Nachfrage nach Hilfestellungen, die zur Erreichung der RRI-Ziele beitragen. Hier setzt dieser Leitfaden an und erläutert anwendungsorientiert wichtige RRI-Schlüsselkomponenten und Umsetzungserfordernisse hin zu RRI.

<sup>2</sup> [www.hightech-forum.de/wp-content/uploads/hightech-forum\\_ergebnisbericht\\_2021.pdf](http://www.hightech-forum.de/wp-content/uploads/hightech-forum_ergebnisbericht_2021.pdf)

<sup>3</sup> [www.bmbf.de/SharedDocs/Downloads/de/2023/partizipationsstrategie.html](http://www.bmbf.de/SharedDocs/Downloads/de/2023/partizipationsstrategie.html)

<sup>4</sup> Beispiele sind das Center for Responsible Research and Innovation CeRRI des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO und die Academy for Responsible Research, Teaching, and Innovation (ARRTI) des Karlsruher Institut für Technologie (KIT).

<sup>5</sup> Die aktuelle Hightech-Strategie 2025 der Bundesregierung identifiziert „Nachhaltigkeit, Klimaschutz und Energie“ als eine von insgesamt sechs großen gesellschaftlichen Herausforderungen; [www.hightech-forum.de/hightech-strategie-2025/](http://www.hightech-forum.de/hightech-strategie-2025/)

<sup>6</sup> Zu dieser Schlussfolgerung kommen die Autor:innen eines Hintergrundpapiers des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) angesichts dieser von ihnen geschilderten Ausgangssituation (Lindner et al. 2016, S. 16).

<sup>7</sup> Lindner et al. 2016

# 02

Was bietet  
dieser Leitfaden  
und worauf basiert er?

Der Leitfaden unterstützt in dem Bemühen, RRI-Grundsätze in Gestaltungs- und Bewertungsmaßstäbe von Forschungsförderung und Forschungs- und Entwicklungspraxis im Bereich Energiewendetechnologien zu integrieren. Er stellt ein Indikatoriksystem vor, das dabei hilft, bei der Förderung, Erforschung und Entwicklung von Energiewendetechnologien und damit verbundenen Geschäftsmodellen strategisch zu RRI zu reflektieren und Folgenanalysen und Fragen der gesellschaftlichen Erwünschtheit besser in FTI zu verankern. Das Indikatoriksystem ist ein Angebot an FTI-Akteure, die sich dieser anspruchsvollen Aufgabe verstärkt stellen möchten.

## Wer sind die Zielgruppen?

Der Leitfaden richtet sich vorrangig an Organisationen, die mit Energiewendetechnologien als FTI-Feld befasst sind, entweder als Förderorganisationen von FTI (staatliche Forschungsfinanzierung und Finanzierung durch private Stiftungen) oder als FTI-durchführende Organisationen (öffentlich und privat).

**Das Indikatoriksystem soll Förderorganisationen und die sie unterstützenden Fach- und Praxisexpert:innen, zum Beispiel im Rahmen von Beratungsgremien und Agenda-Setting-Prozessen, vor allem dabei helfen:**

- für RRI relevante Förderthematiken umfassender, stärker oder systematischer in bereits bestehende Kriterienkataloge für die Entwicklung von Forschungsförderprogrammen und Projektausschreibungen zu neuen Energiewendetechnologien zu verankern
- RRI-relevanten Forschungsbedarf in Bezug auf bereits bestehende Energiewendetechnologien zu identifizieren und entsprechende Forschungsförderprogramme aufzulegen (indem zum Beispiel der Frage nachgegangen wird, ob es Forschungslücken in Bezug auf eine transdisziplinäre, Expert:innen aus Wissenschaft und Praxis umfassende, Analyse und Bewertung von Folgen oder Potenzialen der Technologien in Bezug auf andere gesellschaftliche Herausforderungen wie biologische Vielfalt, soziale Gerechtigkeit oder Ressourcenverfügbarkeit gibt)

- die Auswahl von Forschungsanträgen für die Förderung zu informieren
- die Auswahl von Forschungsanträgen auf transparente Weise zu kommunizieren.

**Das Indikatoriksystem soll FTI-betreibenden Organisationen als Instrument der Selbstreflexion und Selbstbewertung dabei helfen:**

- FTI-Projekte so zu entwickeln, dass diese durch die RRI-Philosophie informiert sind
- Reflexionsprozesse bei Technologieentwickler:innen anzuregen zum Beispiel hinsichtlich anfänglicher Materialauswahl, End-of-Life-Managementstrategien, Wartungsoptionen und Benutzer:innenanforderungen
- Teams aus Fach- und Praxisexpert:innen im FTI-Prozess zu bilden, die sich der verschiedenen Verantwortungsaspekte von FTI bewusst sind
- den FTI-Fortschritt in Bezug auf relevante RRI-Dimensionen zu überprüfen.

## Was ist der Anwendungsbereich des Indikatorsystems?

Energiewendetechnologien sind keine reinen Zukunftstechnologien, viele Technologien sind bereits im Einsatz. Das RRI-Konzept betont, dass die Verzahnung von FTI mit gesellschaftlichen Zielen, Folgenabschätzung und gesellschaftlicher Beteiligung frühzeitig erfolgen sollte, bei der Zielformulierung von FTI und von Beginn einer Technologieentwicklung an.

Die Möglichkeiten einer frühzeitig ansetzenden vorausschauenden Technologieentwicklung und -steuerung sind allerdings auf Grund eines Mangels an Wissen, Erfahrungen und Belegen über die Auswirkungen der betreffenden technologischen Innovation(en) begrenzt. Außerdem können sich gesellschaftliche Rahmenbedingungen verändern und mit ihnen gesellschaftliche Wahrnehmungen und Prioritäten und die Bewertung von Zukunftsszenarien.

RRI hat daher auch den Anspruch, bei bestehenden Technologien oder Technologiebereichen schrittweise zu verbessern oder nachzusteuern und sich dabei der Herausforderung von Pfadabhängigkeiten zu stellen, die mit einem zunehmenden Reifegrad einer Technologie verbunden sind. FTI-Aktivitäten in den Bereichen Windenergie und Vogelschutz sowie Batterien und Recycling sind Beispiele für den Versuch, Energiewendetechnologien im Sinne gesellschaftlicher Anliegen (Artenschutz, Nachhaltigkeit) weiterzuentwickeln. Das Indikatorsystem kann also für die Neu- und Weiterentwicklung von Energiewendetechnologien genutzt werden. Das Indikatorsystem kann bei der inkrementellen Verbesserung oder Nachsteuerung unterstützen. Es kann zum Beispiel dabei helfen, Forschungslücken, was die Berücksichtigung gesellschaftlicher Ziele und Anliegen betrifft, auf strukturierte Weise zu identifizieren.

### Hinweise aus den Workshops

- Vor allem bei neue(re)n Technologien, wie zum Beispiel Wasserstoff, Druckluftspeichern, schwimmende Photovoltaik oder Digitalisierung, könnten RRI-Indikatoren helfen, frühzeitig, vor dem Hochlauf der Technologie, die Forschung auf RRI-relevante „Leerstellen“ zu überprüfen.
- Im Bereich der Batterieforschung ist in den letzten Jahren die Kritik immer lauter geworden, dass sich Forschung vornehmlich auf Lithium-Batterien konzentriert und die Grundlagenforschung zu alternativen Batterietechnologien, die auf alternative, ubiquitäre, beziehungsweise in Europa verfügbare Ressourcen setzt, vernachlässigt wird. In solchen Fällen könnte eine fortlaufende Anwendung von RRI-Indikatoren möglicherweise frühzeitig auf notwendige Anpassungen von FTI-Förderstrategien hinweisen – beim genannten Beispiel etwa dadurch, dass in der regelmäßigen Reflexion der Produktdimension „Nachhaltigkeit“ auch Aspekte von Ressourcenverfügbarkeiten mitberücksichtigt werden.
- RRI-Indikatoren könnten ein Instrument sein, vor die Welle von Ablehnung und Protest zu kommen, wenn sie vorausschauende Forschung mit Beteiligung einer breiten Vielfalt von gesellschaftlichen Akteuren ausbauen helfen.

Neben der Notwendigkeit unterschiedliche Reifegrade einer Technologie zu berücksichtigen, steht die Anwendung des RRI-Konzepts zusätzlich vor der Herausforderung, Unterschiede zwischen verschiedenen Energiewendetechnologien und den jeweiligen Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. So ist zum Beispiel zu erwarten, dass die ethischen und sozialen Fragen, die bei verschiedenen Technologien auftreten, zum Teil sehr unterschiedliche Antworten in Bezug auf die Ausgestaltung der FTI-Prozesse erfordern.

Das Indikatorsystem ist folglich als ein übergeordneter Orientierungs- und Reflexionsrahmen und flexibles Instrument erstellt worden. Es ist ausreichend detailliert, um die RRI-Grundpfeiler guter FTI-Praktiken erfassen zu können. Gleichzeitig ist es ausreichend offen, um kontextspezifisch angepasst werden zu können und damit in verschiedenen Technologie- und Nutzungsbereichen anwendbar zu sein.

## Was ist die Grundstruktur des Indikatorsystems und worauf baut sie auf?

Die angestrebte Energiewende ist ein zutiefst normativer Prozess. Für ihre Umsetzung sind normative Ankerpunkte unerlässlich, um den Transformationsprozess zu leiten. Das gilt auch für die Entwicklung und den Einsatz von Energiewendetechnologien. Gleichzeitig sind normative Ankerpunkte oftmals zu allgemein und unspezifisch, als dass sie es allein ermöglichen würden, unter Berücksichtigung unterschiedlicher und sich wandelnder Interessenslagen, Wertorientierungen, Weltbildern und Situationsdeutungen in einer pluralistischen Gesellschaft steuernd in FTI einzugreifen. Das RRI-Konzept umfasst daher auch eine prozessuale Ebene, die Merkmale guter FTI-Praktiken beschreibt. Sie zielt sowohl auf eine verstärkte Sichtbarkeit von FTI-Prozessen in der Gesellschaft als auch eine kontinuierliche Verklammerung zwischen FTI und gesellschaftlichen Zielen und Wünschbarkeiten.

Die Grundstruktur des Indikatorsystems umfasst die Prozessdimensionen **Antizipation, Reflexion, Responsivität, Inklusion** und **Transparenz**. Diese bilden die Grundpfeiler von RRI, die es in der Ausgestaltung und Durchführung von technologiebezogener Forschung und Entwicklung und von Fördermaßnahmen zu stärken gilt. Wenn diesen Grundpfeilern in FTI-Prozessen größere Wichtigkeit verliehen wird, wird es FTI-Akteuren

erleichtert, Fragen zu den beabsichtigten und unbeabsichtigten Auswirkungen von Wissenschaft, Technologieentwicklung und Innovation zu stellen, zu diskutieren und zu bearbeiten und dabei neben wissenschaftlichen auch außerwissenschaftliche Wissensbestände und Perspektiven einzubeziehen. Die fünf Prozessdimensionen werden im Indikatorsystem jeweils durch mehrere Indikatorenfelder abgebildet und abschätzbar gemacht.

Die Produktebene von RRI, die sich auf das Ergebnis von FTI-Prozessen bezieht, ist im Indikatorsystem durch normative Ankerpunkte integriert. Diese gliedern sich in drei Hauptbereiche: ethische Akzeptabilität, Nachhaltigkeit und gesellschaftliche Wünschbarkeit. Sie beschreiben die wesentlichen, erwünschten Eigenschaften, die ein im Sinne verantwortungsvoller Forschung und Innovation entwickeltes Produkt idealerweise aufweisen sollte. Diese Eigenschaften sollten bereits im FTI-Prozess aufgegriffen und in dessen Ausgestaltung einbezogen werden.

Das Indikatorsystem bietet zur Unterstützung von Sondierung und Selbsteinschätzung eine Rubrik, die auf einer vierstufigen Klassifizierung fußt: niedrig, moderat, hoch, sehr hoch. Sie ist für jeden Indikator ausformuliert. Sie kann Nutzer:innen,

zum Beispiel bei der Planung eines neuen Förderprogramms oder bei der Zwischenbewertung eines Technologieentwicklungsprojekts, den Grad der (methodischen) Berücksichtigung der einzelnen Indikatorenfelder und Verbesserungsmöglichkeiten hin zu RRI anzuzeigen. Um die Nutzung des Indikatoriksystems zu erleichtern, wurde eine Webapplikation zur Anwendung des Indikatoriksystems entwickelt.

Das Indikatoriksystem wurde auf Basis einer umfangreichen Literaturrecherche zu RRI-Dimensionen, RRI-Qualitätskriterien und normativen Zielorientierungen von RRI formuliert. Die Fachliteratur, die für die Entwicklung des Indikatoriksystems besonders wichtig war, ist im Abschnitt **„Quellen und Referenzen“** aufgeführt. Die konkrete Ausgestaltung der Indikatoren und der hier vorliegende Leitfaden sind außerdem durch Fallstudien, eine Simulation und eine Reihe von Feedback-Workshops informiert. In den Feedback-Workshops gaben Akteure aus Praxis und Wissenschaft Einschätzungen zu vorläufigen Versionen des Indikatoriksystems und Impulse zur Ausgestaltung des Leitfadens. Die Workshops sind in den **„Danksagungen“** aufgeführt.

In den beiden nachfolgenden Kapiteln werden die FTI-Gestaltungsebenen und Gestaltungsdimensionen für RRI erläutert (**Kapitel 03**) und das Indikatoriksystem zur Operationalisierung der Gestaltungsdimensionen auf Prozessebene präsentiert (**Kapitel 04**). Die Webapplikation zur Anwendung des Indikatoriksystems wird im Anschluss daran vorgestellt (**Kapitel 05**). Der Leitfaden schließt mit einem Ausblick und einigen Überlegungen, wie die Diffusion und Praxisanwendung des RRI-Konzepts und des Indikatoriksystems im Bereich Energiewendetechnologien und anderen FTI-Bereichen unterstützt werden könnten (**Kapitel 06**).



# 03

Forschung,  
Technologieentwicklung,  
Innovation:  
**Gestaltungsebenen  
und -dimensionen  
für RRI**

In diesem Kapitel wird zunächst die Unterscheidung von RRI in Produkt- und Prozessebene eingeführt. Bei der Produktebene werden drei normative Ankerpunkte unterschieden, die Prozessebene basiert auf fünf Prozessdimensionen. Den gemeinsamen Bezugsrahmen dafür bilden Energiewendetechnologien und dazugehörige Geschäftsmodelle.

## Produktebene

Die Produktebene im Rahmen von RRI bezieht sich auf die Eigenschaften und Merkmale von zu entwickelnden Innovationen (im vorliegenden Fall Energiewendetechnologien und Geschäftsmodelle) und die Frage, inwiefern diese Innovationen soziale, ethische und ökologische Anliegen berücksichtigen. Die Produktebene betont somit ein verantwortungsvolles Handeln, das darum bemüht ist, Innovationen zu entwickeln, die positive (im Sinne von gesellschaftlich erwünschte) Auswirkungen auf Gesellschaft und Umwelt haben und ethischen

Standards entsprechen. Die Produktebene in RRI fordert entsprechend dazu auf, nicht nur auf technische Leistungsfähigkeit zu achten, sondern auch auf die gesellschaftlichen Auswirkungen und die ethische Verantwortung bei der Entwicklung von Technologien. Dies trägt dazu bei, dass Innovationen nicht nur wirtschaftlich erfolgreich sein können, sondern auch einen positiven Beitrag zur Gesellschaft und zum Schutz der Umwelt leisten.

**Es werden drei übergeordnete Betrachtungsaspekte auf der Produktebene als normative Ankerpunkte unterschieden: Ethische Akzeptanz, Nachhaltigkeit und soziale Erwünschtheit (siehe Tabelle 1).**

- Die fundamentalen Werte der EU-Charta der Grundrechte können als wichtiger Referenzpunkt für die **ethische Akzeptanz** von Innovationen verstanden werden<sup>8</sup>. Die in der Charta aufgeführten persönlichen Freiheiten und Rechte können in sechs Unterbereiche unterteilt werden: Würde, Freiheiten, Gleichheit, Solidarität, Bürgerrechte und Gerechtigkeit<sup>9</sup>. Gemäß dieser Unterteilung sollten FTI-Prozesse Innovationen anstreben, die mit den Werten der Menschenwürde im Einklang stehen, was sich zum Beispiel durch den Ausschluss von Zwangsarbeit (insbesondere in der Produktions- oder Dienstleistungserbringung) ausdrückt. Zusätzlich sollten die Werte der Freiheit respektiert werden, was insbesondere auf die Achtung des Privatlebens, das Recht auf Freiheit und Sicherheit sowie den Schutz personenbezogener Daten verweist. Gemäß dem Prinzip der Gleichheit sind allgemeine Nichtdiskriminierung, Respekt von kultureller, religiöser und sprachlicher Vielfalt sowie die Gleichstellung von Männern und Frauen wesentliche Rechte. Die Werte der Solidarität umfassen zahlreiche Aspekte, von denen die Vorherrschaft fairer und gerechter Arbeitsbedingungen sowie die Einhaltung des Jugendarbeitsschutzes besonders relevant für den Betrachtungsaspekt der ethischen Akzeptanz sind.
- **Nachhaltigkeit** erfordert, dass FTI-Prozesse die Ausrichtung des Produkts auf das Ziel der nachhaltigen Entwicklung anstreben. Dieses Ziel unterliegt einer dreifachen Aufteilung der Nachhaltigkeit, analog zur Definition der nachhaltigen Entwicklung durch die Vereinten Nationen: ökonomische Nachhaltigkeit, soziale Nachhaltigkeit und ökologische Nachhaltigkeit. Auf diesen drei Säulen aufbauend zielt die nachhaltige Entwicklung darauf ab, die Fähigkeit zur "Befriedigung der Bedürfnisse der Gegenwart sicherzustellen, ohne die Fähig-

## Wesentliche Betrachtungsaspekte der Produktebene

<i>übergeordnete Aspekte</i>	<i>untergeordnete Aspekte</i>
<b>Ethische Akzeptanz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vereinbar mit den Rechten der Menschenwürde</li> <li>• vereinbar mit den Rechten der Freiheit</li> <li>• vereinbar mit den Rechten der Gleichheit</li> <li>• vereinbar mit den Rechten der Solidarität</li> </ul>
<b>Nachhaltigkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ökologisch nachhaltig</li> <li>• sozial nachhaltig</li> <li>• ökonomisch nachhaltig</li> </ul>
<b>Soziale Erwünschtheit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sozial gerecht</li> <li>• Schutz von Umwelt und Gesundheit</li> <li>• kein negativer Einfluss auf die Lebensqualität</li> <li>• Förderung wissenschaftlichen/technischen Fortschritts</li> </ul>

keit zukünftiger Generationen, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen, zu gefährden"<sup>10</sup>. Ökologische Nachhaltigkeit betrifft das Ausmaß, in dem zum Beispiel eine zu entwickelnde Technologie die bedachte Nutzung natürlicher Ressourcen ermöglicht oder behindert. Soziale Nachhaltigkeit konzentriert sich hauptsächlich auf soziale Fragen, wie beispielsweise die Frage, ob die Entwicklung zu irreversiblen und für zukünftige Generationen möglicherweise nicht wünschenswerten Veränderungen führen könnte. Schließlich betont ökonomische Nachhaltigkeit, dass die Geschäftstätigkeit die erforderlichen Ressourcen langfristig nicht schädigen darf, damit diese auch langfristig in mindestens gleicher Qualität für wirtschaftliche Tätigkeit zur Verfügung stehen.

- Der dritte übergeordnete normative Ankerpunkt ist die **soziale Erwünschtheit**. Einige der relevanten Aspekte finden sich bereits in den Bereichen ethische Akzeptanz und Nachhaltigkeit. Die soziale Erwünschtheit betont, dass die verantwortungsbewusste Entwicklung von Technologien nicht nur darin besteht, Technologien mit geringem physischem Risiko für Mensch und Umwelt zu entwickeln. Darüber hinaus sollte ein breiter, inklusiver und deliberativer Prozess genutzt werden, um zu diskutieren, welche Innovationen bei der Lösung großer gesellschaftlicher Herausforderungen (in unserem Fall die Bereitstellung sauberer und sicherer Energie) wünschenswert oder nicht wünschenswert sind. Solche Gründe könnten beispielsweise das Ausmaß der sozialen Integration oder der gerechten Nutzen-Lasten-Verteilung sein, die mit einer Energiewendetechnologie erreicht werden könnte<sup>11</sup>.

<sup>8</sup> von Schomberg 2013

<sup>9</sup> Europäische Union 2010

<sup>10</sup> Europäische Kommission 2014, eigene Übersetzung

<sup>11</sup> Sarewitz & Nelson 2008

Die produktbezogenen übergeordneten RRI-Ankerpunkte ethische Akzeptanz, Nachhaltigkeit und soziale Erwünschtheit sind jeweils in untergeordnete Betrachtungsaspekte unterteilt (siehe **Tabelle 1**) und in die Prozessebene von RRI integriert. Wir folgen hier einem RRI-Konzept, das zwischen Produkt- und Prozessebene unterscheidet, die beiden Ebenen als miteinander verklammert versteht und von der Idee ausgeht, dass Innovationen im FTI-Prozess frühzeitig und fortlaufend in Bezug auf normative Ankerpunkte ausgestaltet werden sollten<sup>12</sup>.

## Prozessebene

In den folgenden Abschnitten werden die fünf Prozessdimensionen und die Merkmale guter FTI-Praktiken, die sich mit ihnen jeweils verbinden, erläutert<sup>13</sup>.

### *Antizipation*

Die Dimension der Antizipation beschreibt die Herausforderung, die beabsichtigten und unbeabsichtigten Konsequenzen einer Innovation, im vorliegenden Fall einer Technologie und ihrer Geschäftsmodelle, (möglichst frühzeitig) aufzuzeigen. Eine Frage, die diese Dimension am besten beschreibt, ist: „Was wäre (wenn)?“<sup>14</sup>. Es ist wichtig festzuhalten, dass Antizipation nicht mit „Vorhersage“ gleichzusetzen ist. Antizipation zielt vielmehr darauf ab, mögliche alternative Entwicklungspfade aufzuzeigen, die ohne einen gezielten und systematisch vorausschauenden Ansatz übersehen werden könnten. Vorhersage bedeutet abzuschätzen, was passieren wird, Antizipation bedeutet aufzuzeigen, was unter verschiedenen Voraussetzungen passieren kann (also die Entwicklung beziehungsweise Erweiterung eines Möglichkeitenraums). Antizipation dient damit der zielgerichteten Reflexion über Sinn, Zweck und mögliche Auswirkungen einer Technologie und ihrer Anwendung und dem systematischen Vergleich alternativer Entwicklungspfade.<sup>15</sup> Wesentliche Leitaspekte und Leitfragen diesbezüglich sind in **Tabelle 2** dargestellt. Begleitend gibt die im Anhang befindliche **Tabelle 12** einen Überblick über Methodenoptionen zur Umsetzung von Antizipation in FTI-Prozessen.

Der optimale Zeitpunkt für den Einsatz der für Antizipation relevanten Instrumente steht im Spannungsfeld des sogenannten Collingridge-Dilemmas<sup>16</sup>: Die Instrumente müssen einerseits früh genug eingesetzt werden, um noch Wirkung erzielen zu können, und andererseits spät genug, um die Konsequenzen einer Technologie bereits absehen und abschätzen zu können. Das Ergebnis eines erfolgreichen Antizipationsprozesses ist ein fundierteres Verständnis der Dynamik und der Kräfte, die zukünftige Technologien bestimmen, und eine auf Nachhaltigkeit und Zukunftsorientierung ausgerichtete Entwicklung von Technologien und entsprechenden Geschäftsmodellen<sup>17</sup>.

<sup>12</sup> von Schomberg 2013

<sup>13</sup> Stilgoe et al. 2013; Fraaije & Flipse 2020

<sup>14</sup> Owen et al. 2013; Lindner et al. 2016; Fraaije & Flipse 2020

<sup>15</sup> Owen et al. 2013

<sup>16</sup> Collingridge 1980

<sup>17</sup> Borup et al. 2006; Burget et al. 2017; Stilgoe et al. 2013

## Leitaspekte und Leitfragen der Antizipation

### Identifikation und Definition wünschenswerter Auswirkungen und Ergebnisse

- Erfolgt eine Identifikation und Definition wünschenswerter Ergebnisse und Auswirkungen (ethisch, sozial, ökologisch, wirtschaftlich)?
- Wird aktiv nach den unmittelbaren, mittelfristigen und langfristigen positiven, wünschenswerten Konsequenzen und Auswirkungen gesucht?
- Wird ein Verständnis darüber angestrebt beziehungsweise geschaffen, wie die geplante Entwicklung und Anwendung von Technologien die Gesellschaft im positiven Sinne beeinflussen und mit dieser interagieren?
- Erfolgt eine Abschätzung beziehungsweise Bewertung der sozialen Wünschbarkeit der angestrebten Ergebnisse?

### Identifikation und Berücksichtigung problematischer Auswirkungen und Ergebnisse

- Erfolgt eine Identifikation potenziell problematischer Ergebnisse und Auswirkungen (ethisch, sozial, ökologisch, wirtschaftlich)?
- Wird aktiv nach den unmittelbaren, mittelfristigen und langfristigen negativen, problematischen Konsequenzen und Auswirkungen gesucht?
- Wird ein Verständnis darüber angestrebt beziehungsweise geschaffen, wie die Entwicklung und Anwendung von Technologien in Interaktion mit der Gesellschaft gesellschaftlich unerwünschte Wirkungen erzeugen könnten?

### Identifikation alternativer Wege oder Möglichkeiten

- Werden alternative Wege von Forschung, Technologieentwicklung und Innovation zu den wünschenswerten Ergebnissen und Auswirkungen identifiziert und betrachtet?

## Reflexion

Reflexion im Zusammenhang mit RRI bedeutet, sich den sprichwörtlichen Spiegel vorzuhalten sowie Ziele und Maßnahmen kontinuierlich zu reflektieren<sup>18</sup>. Dabei ist es wichtig, dass auch das eigene Wertesystem als Maßstab zur Bewertung einer kritischen Reflexion unterliegen muss (Reflexion zweiter Ordnung)<sup>19</sup>. Es geht darum, die Ziele von FTI-Prozessen sowie die dafür getroffenen Entscheidungen und Handlungen kontinuierlich zu reflektieren, sich der Grenzen des Wissens bewusst zu sein und darauf zu achten, dass eine bestimmte Sichtweise auf das Thema nicht unbedingt kritiklos akzeptiert wird. Reflexion ist eng mit Antizipation verbunden. Der Hauptunterschied besteht darin, dass Prozesse der Antizipation darauf abzielen, mögliche Auswirkungen beziehungsweise Szenarien zu identifizieren, während reflexive Prozesse darauf abzielen, ein tieferes Verständnis der relevanten Prozesse zu erlangen, die diese potenziellen Szenarien erzeugen.

Die RRI-Dimension der Reflexion ist wesentlich für die Berücksichtigung von ethischen Standards, sozialer Verantwortung und Nachhaltigkeitszielen bei der Entwicklung von Technologien und damit verbundenen Geschäftsmodellen.

Die nachfolgende **Tabelle 3** zeigt wesentliche Leitaspekte und Leitfragen für die Gestaltungsdimension der Reflexion auf. Begleitend gibt die im Anhang befindliche **Tabelle 13** einen Überblick über Methodenoptionen zur Umsetzung von Reflexion in FTI-Prozessen.

<sup>18</sup> Stilgoe et al. 2013

<sup>19</sup> Stilgoe et al. 2013; Lubberink & Blok 2017

## Leitaspekte und Leitfragen der Reflexion

### Kritische Reflexion von Annahmen, Entscheidungen und Handlungen

- Inwiefern und wie regelmäßig erfolgt die Reflexion der zugrunde liegenden Annahmen, Werte und Entscheidungen?
- Inwiefern und wie regelmäßig erfolgt die Reflexion möglicher Auswirkungen mit Blick auf die Gesellschaft?
- Inwiefern und wie regelmäßig erfolgt die Reflexion möglicher Auswirkungen im ethischen Kontext?
- Inwiefern und wie regelmäßig erfolgt die Reflexion möglicher Auswirkungen mit Blick auf die Gesetzgebung?
- Inwiefern und wie regelmäßig erfolgt die Reflexion möglicher Auswirkungen mit Blick auf Nachhaltigkeit?
- Inwiefern und wie regelmäßig erfolgt die Reflexion möglicher Einflussfaktoren auf die Entscheidungsfindung?

### Kritische Reflexion von Verantwortlichkeiten

- Inwiefern werden Verantwortlichkeiten zugeordnet und reflektiert?
- Besteht bei den Beteiligten ein Bewusstsein für die Verantwortlichkeiten?

### Kritische Reflexion von Werten und Motivationen

- Inwiefern erfolgt eine Reflexion der zugrunde liegenden Werte und Motivationen?
- Inwiefern wird gefördert, dass Überlegungen zu Werten, Wahrnehmungen, Bedürfnissen und Interessen angestrengt werden?
- Inwiefern wird der Einfluss persönlicher Werte und Motivationen bei der Gestaltung von Entscheidungen berücksichtigt und hinterfragt?

### Kritische Reflexion von Unsicherheiten und Einschränkungen

- Inwiefern werden Unsicherheiten identifiziert und reflektiert?
- Inwiefern werden mögliche Grenzen identifiziert und reflektiert?
- Inwiefern werden mögliche Einschränkungen identifiziert und reflektiert?
- Inwiefern wird der Einfluss institutioneller Einschränkungen bei der Gestaltung von Entscheidungen berücksichtigt und hinterfragt?

### Analyse relevanter Akteure

- Inwiefern erfolgt eine Analyse potenziell relevanter Akteure, Interessensgruppen, Stakeholder, etc.?

## Inklusion

Die Dimension der Inklusion befasst sich mit der Einbeziehung und Partizipation einer breiten Vielfalt von relevanten Akteuren, Interessengruppen oder Individuen in den gesamten Innovationsprozess. Eine "breit angelegte, kollektive Inklusion durch Prozesse des Dialogs, des Engagements und der Debatte, die breitere Perspektiven der Öffentlichkeit und verschiedener Interessengruppen einlädt und ihnen Gehör verschafft",<sup>20</sup> kann als ein wesentliches Ziel der Inklusion angesehen werden. Die Einbindung verschiedener Akteure sollte so früh wie möglich erfolgen.

Die RRI-Dimension der Inklusion zielt darauf ab, dass FTI-Prozesse gerechter, vielfältiger und ethischer gestaltet werden, indem die Interaktion mit relevanten Akteuren ermöglicht wird. Auf diese Weise sollen unter anderem Technologien ent-

wickelt werden, die unterschiedliche Wissensbestände integrieren, die Bedürfnisse der Gesellschaft besser erfüllen und gleichzeitig soziale und kulturelle Unterschiede respektieren. Leitfragen zur Umsetzung von Inklusion im FTI-Prozess sind nachfolgend in **Tabelle 4** angeführt. **Tabelle 14** im Anhang gibt zudem einen Überblick über Methodenoptionen, die bei der Umsetzung von Inklusion helfen können.

<sup>20</sup> Owen et al. 2012, S. 755, eigene Übersetzung

Tabelle 4

### Leitaspekte und Leitfragen der Inklusion

#### Einbeziehung von Akteuren und Stakeholdern

- Wie gut werden die tatsächlichen Ziel- und Interessengruppen durch die einbezogenen Akteure und Stakeholder repräsentiert?
- Ist die Anzahl an eingebundenen Akteuren und Stakeholdern ausreichend?
- Wird ein breites Spektrum von Akteurs- und Stakeholder-Gruppen einbezogen?
- Ist das Ausmaß der interdisziplinären Zusammenarbeit ausreichend?
- Sind die einbezogenen Akteure und Stakeholder hinreichend diversifiziert bezüglich ihrer Expertise, Werte, Perspektiven?
- Inwiefern erfolgt eine Einbindung der Öffentlichkeit?

#### Art der Einbeziehung von Akteuren und Stakeholdern

- Wie werden die Akteure und Stakeholder einbezogen (beispielsweise aktiver versus passiver Einbezug)?
- Inwiefern gibt es eine Vielfalt der Beteiligungsmethoden für die Einbindung von Akteuren und Stakeholdern?
- Inwiefern ist eine Diskussion mit beziehungsweise zwischen den Akteuren und Stakeholdern möglich?
- Inwiefern wird die Möglichkeit gegeben, Methoden und Ergebnisse mit den Akteuren und Stakeholdern zu diskutieren?

#### Regelmäßigkeit und Systematik der Einbeziehung von Akteuren und Stakeholdern

- Gibt es eine Kontinuität im Einbezug der Akteure und Stakeholder?
- Werden Akteure und Stakeholder von Anfang an einbezogen?
- An welchen Stellen sind die Akteure und Stakeholder beteiligt?

## Responsivität

Die Dimension der Responsivität bezieht sich auf die Möglichkeit der Steuerung, um etwa die Richtung einer Entwicklung zu beeinflussen<sup>21</sup>. Responsivität bedeutet zum Beispiel, sich an neues Wissen anzupassen, etwa hinsichtlich beabsichtigter oder unbeabsichtigter Wirkungen technologischer Entwicklungen, und gleichzeitig die Unzulänglichkeit von Wissen und Kontrolle anzuerkennen. Diese vierte RRI-Gestaltungsdimension ist eng mit den drei vorangegangenen Dimensionen verknüpft und zielt auf die Fähigkeit ab, auf die Erkenntnisse aus Antizipation, Inklusion und Reflexion reagieren und die Richtung des FTI-Prozesses entsprechend anzupassen zu können. Responsivität erfordert, dass die bestehenden FTI-Prozesse ausreichend flexibel sind, um auf neue Informationen, veränderte Bedürfnisse oder unvorhergesehene Ereignisse reagieren zu können. Dies erfordert auch die Bereitschaft, Pläne und Strategien anzupassen, wenn sich Wissen und/oder Umstände ändern. Zentrale Fragen zur Umsetzung von Responsivität sind in **Tabelle 5** im Überblick dargestellt. Die im Anhang befindliche **Tabelle 15** bietet ergänzend einen Überblick über Methodenoptionen, die bei der Umsetzung von Responsivität hilfreich sein können.

Insgesamt trägt die RRI-Dimension der Responsivität dazu bei, dass FTI-Prozesse zielrelevant, anpassungsfähig und eng mit den Bedürfnissen und Anliegen der Gesellschaft verknüpft sind. Responsivität fördert eine dynamische und aufgeschlossene Innovationskultur.

## Transparenz

Die RRI-Dimension der Transparenz bezieht sich auf die Offenlegung und Kommunikation von Informationen, Prozessen und Entscheidungen im gesamten FTI-Prozess. Diese Gestaltungsdimension zielt darauf ab, sicherzustellen, dass FTI-Prozesse transparent, verständlich und nachvollziehbar sind, sowohl für die Akteure innerhalb des FTI-Prozesses als auch für die breitere Öffentlichkeit. Transparenz soll insbesondere über die Rolle von Akteuren im FTI-Entscheidungsprozess nach innen und außen geschaffen werden, zum Beispiel hinsichtlich der Frage, inwieweit die Akteure Einfluss auf Entscheidungen nehmen können, oder der Frage, wie der Beitrag der verschiedenen Akteure genutzt wird und welche Auswirkungen dies in der Praxis hat. Während Antizipation, Reflexion, Inklusion und Responsivität sich eher auf eine "vorwärts gerichtete" Verantwortung konzentrieren

Tabelle 5

### Leitaspekte und Leitfragen der Responsivität

#### Möglichkeit der Veränderung nach interner Reflexion und externem Feedback

- Inwiefern besteht Offenheit für die Artikulation verschiedener Ansichten und die Neudefinition eines oder mehrerer strittiger Themen?
- Inwiefern kann die Innovationsentwicklung in Richtung wünschenswerterer Ergebnisse angepasst werden?
- Inwiefern besteht ein flexibles Prozessmanagement im Hinblick auf die Bedürfnisse der Stakeholder?
- Inwiefern besteht ein flexibles Prozessmanagement im Hinblick auf den Kontext?
- Inwiefern besteht ein flexibles Prozessmanagement im Hinblick auf die Ergebnisse?
- Inwiefern ist ein Reagieren auf veränderte Perspektiven, Wertvorstellungen und Rahmenbedingungen möglich?

#### Umgang mit Feedback

- Bestehen Bereitschaft und Möglichkeiten zur kritischen Prüfung durch die Stakeholder?
- Wie ist generell die Offenheit gegenüber Feedback ausgeprägt?
- Gibt es Methoden zur Einbindung von Feedback und inwiefern werden diese genutzt?
- Inwiefern wird aktiv nach Feedback gesucht und gefragt?



ren, kann Transparenz eher als eine "rückwärtsgerichtete" Verantwortung gesehen werden, indem sie "Rechtfertigung und Klarheit über bereits getroffene Entscheidungen liefert"<sup>22</sup>.

Insgesamt trägt die Dimension der Transparenz dazu bei, das Vertrauen in den FTI-Prozess zu stärken, die Reproduzierbarkeit von Ergebnissen zu fördern und Voraussetzungen dafür zu schaffen, dass Entwicklungen, Entscheidungen und Auswirkungen im Bereich von FTI für die Gesellschaft besser nachvollziehbar sind. Eine auf Transparenz zielende Kommunikation kann außerdem eine verantwortungsbewusste und ethische FTI-Kultur,

die auf Vertrauen und Zusammenarbeit basiert, befördern. Die nachfolgende **Tabelle 6** zeigt wesentliche Leitaspekte und Leitfragen für die Umsetzung von Transparenz auf. Ergänzend gibt die im Anhang befindliche **Tabelle 16** einen Überblick über Methodenoptionen, die bei der Umsetzung von Transparenz hilfreich sein können.

<sup>21</sup> Owen et al. 2013; Lubberink & Blok 2017; Fraaije & Flipse 2020

<sup>22</sup> Fraaije & Flipse 2020, S. 120, eigene Übersetzung

*Tabelle 6*

## Leitaspekte und Leitfragen der Transparenz

### Offenlegung von Praxisdetails

- Inwiefern werden FTI-Interessen transparent, ehrlich und nachvollziehbar dargestellt?
- Inwiefern werden Ziele transparent, ehrlich und klar dargestellt?
- Inwiefern werden Methoden transparent, ehrlich und klar dargestellt?
- Inwiefern wird die Finanzierung transparent, ehrlich und klar dargestellt?
- Inwiefern werden Entscheidungsprozesse transparent, ehrlich und klar dargestellt?

### Kommunikation der Grenzen der Offenlegung

- Wurden Überlegungen angestellt, welche Inhalte und Informationen mit wem geteilt werden können und sollen?
- Inwiefern wird die Kommunikationspolitik transparent, ehrlich und klar dargestellt?
- Werden Grenzen der Offenlegung klar und transparent dargestellt?

### Kommunikation der Rolle und Beteiligung der Akteure

- Wie offen und klar werden die beteiligten Akteure und Stakeholder dargestellt beziehungsweise kommuniziert?
- Wie offen und klar werden die Rollen der beteiligten Akteure und Stakeholder dargestellt beziehungsweise kommuniziert?

### Transparenz bei der Einbeziehung der Beiträge der Interessengruppen

- Wie offen und klar wird die Verwendung des Stakeholderinputs kommuniziert?

### Austausch und Verbreitung der Ergebnisse

- Wie und in welchem Maße werden erzielte Ergebnisse offengelegt beziehungsweise kommuniziert?

### Transparenz in Bezug auf Zuständigkeiten und Eigentumsverhältnisse

- Inwiefern werden die Eigentümerschaft und Verantwortung für (positive und negative) Ergebnisse und Wirkungen offengelegt?

# Zusammenwirken der Prozessdimensionen

Die fünf Prozessdimensionen stehen zunächst eigenständig als wichtige Elemente im Kontext ethischer und nachhaltiger FTI. Jede Dimension hat ihre eigenen charakteristischen Merkmale und Ziele, die dazu beitragen, verantwortungsbewusste und gesellschaftlich akzeptable Ergebnisse in FTI-Prozessen zu fördern. Zugleich existieren die Dimensionen nicht isoliert voneinander, sondern beeinflussen sich auf verschiedene Weise und können sich positiv verstärken (siehe **Abbildung 1**).

Die Dimension der Transparenz ist insbesondere mit den Dimensionen Reflexion und Inklusion verknüpft<sup>23</sup>. So ermöglicht die transparente und offene Darstellung von Reflexions- und Entscheidungsgrundlagen deren Hinterfragung und Diskussion. Gleichzeitig kann Transparenz als Voraussetzung für einen Dialog und die Schaffung von Vertrauen sowie gegenseitigem Verständnis zwischen den im FTI-Prozess beteiligten Akteuren gesehen werden.

Die Dimension der Inklusion ist mit allen anderen RRI-Dimensionen eng verbunden<sup>24</sup>. Einerseits können durch eine entsprechende Inklusion von verschiedenen Akteuren und/oder Repräsentant:innen der Öffentlichkeit gesellschaftlich wünschenswerte Ergebnisse wie auch mögliche Risiken besser antizipiert werden. Gleichzeitig kann eine inklusive Prozessgestaltung auch neue beziehungsweise alternative Pfade aufzeigen, mit denen gewünschte Einflüsse und Ergebnisse erzielt werden könnten. Neben der Antizipation wird der Inklusion auch eine unterstützende Funktion im Hinblick auf reflektierende Prozesse bescheinigt, wonach öffentlicher Dialog sowie auch generell kollaborative Konzepte die Reflexion verbessern können<sup>25</sup>. Als wesentlich kann außerdem die Verknüpfung von Inklusion und Responsivität herausgestellt werden. So ist der Nutzen des er-

haltenen Inputs der Stakeholder in hohem Maße vom Umgang mit diesem abhängig, vor allem davon, inwieweit Wissen, Ideen und Einschätzungen der Stakeholder tatsächlich in den weiteren Forschungsverlauf einbezogen werden.

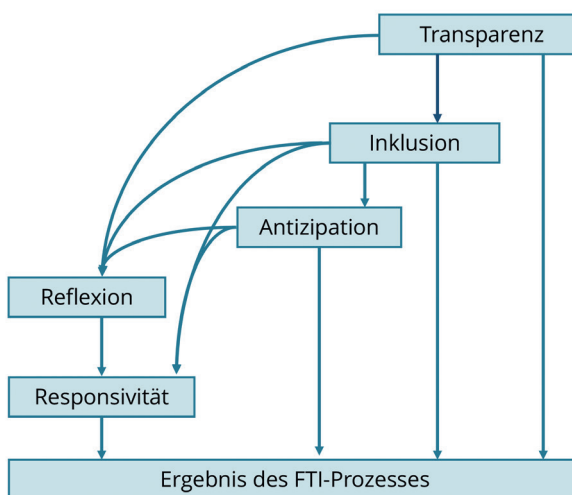


Abbildung 1: Überblick über Verknüpfungen zwischen den Prozessdimensionen und ihr Bezug zur Produktebene (Darstellung nach Fraaije & Flipse 2020)

Zwischen Antizipation und Reflexion besteht eine enge Verbindung<sup>26</sup>. Ausgeprägte antizipatorische Prozesse und damit der Versuch einer systematischen Identifikation möglicher Auswirkungen und Alternativen ermöglichen eine gute Ausgangsbasis für eine vertiefte Reflexion der antizipierten Inhalte hinsichtlich ihrer tatsächlichen Relevanz und verbundener Hintergründe. In der Literatur wird außerdem vereinzelt auf eine potenzielle Verknüpfung zwischen Antizipation und Responsivität hingewiesen. Antizipation unterstützt demnach, da sie einen Überblick über alternative Entwick-

lungspfade und Auswirkungen bietet, das Treffen verantwortungsvoller Entscheidungen und ermöglicht es auf der Grundlage des erworbenen Wissens entsprechend zu intervenieren<sup>27</sup>. Es ist dabei jedoch zu beachten, dass Antizipation allein schnell zu einer übermäßigen Komplexität führen kann. Um Komplexität zu begrenzen, sollte zunächst eine Reflexion der antizipierten Inhalte hinsichtlich ihrer tatsächlichen Relevanz und damit verbundener Hintergründe erfolgen. Reflexion ist ein wichtiger Brückenkopf zwischen Antizipation und Responsivität<sup>28</sup>. Reflexion selbst ermöglicht dabei über seine Verbindung zur Responsivität indirekt die Entwicklung verantwortungsbewusster Innovationen. Aus den bisherigen Erläuterungen zeigt sich bereits, dass die Dimension der Responsivität direkt oder auch indirekt von den anderen Dimensionen beeinflusst wird.

Aus den wechselseitigen Wirkungszusammenhängen lässt sich auch aus anderer Sicht die Relevanz der einzelnen Dimensionen hervorheben. So ist der Nutzen umfangreicher reflexiver Prozesse und Methoden nur eingeschränkt, wenn dafür relevante Akteure nicht herangezogen werden. Eine Reflexion von Vorgehen und Methodik mit relevanten und sorgfältig ausgewählten Akteuren ist wiederum wenig sinnvoll, wenn beispielsweise grundlegende Annahmen, Inhalte und Ergebnisse diesen gegenüber nicht transparent und nachvollziehbar dargestellt werden. Die wechselseitige Beeinflussung zwischen den RRI-Dimensionen ist ein komplexes Zusammenspiel, dem die Durchführenden von FTI-Prozessen eigens entsprechende Sorgfalt widmen sollten.

<sup>23</sup> Fraaie & Flipse 2020

<sup>24</sup> Burget et al. 2017

<sup>25</sup> Flipse et al. 2013; van der Burg 2009

<sup>26</sup> Burget et al. 2017; Robinson 2009

<sup>27</sup> Fraaie & Flipse 2020; de Jong et al. 2015

<sup>28</sup> Burget et al. 2017; Robinson 2009

# 04

## Indikatoriksystem zur Operationalisierung der Gestaltungsdimensionen auf Prozessebene

**Die fünf Prozessdimensionen Inklusion, Reflexion, Antizipation, Responsivität und Transparenz bilden die Basis des Indikatoriksystems, das im Folgenden weiter erläutert wird.**

Jede Dimension umfasst eine Reihe von thematisch zugeordneten Einzelindikatoren, welche auf der im vorherigen Abschnitt (**Kapitel 3**) aufgezeigten Kategorisierung der Leitaspekte und Leitfragen für die jeweilige Dimension basieren. Um die Bewertung anhand der Indikatoren möglichst transparent zu gestalten und die Subjektivität der Bewertung zu begrenzen, enthält das Indikatoriksystem sogenannte Rubrik-Skalen, welche Erwartungen und Standards für die Erfüllung der jeweiligen Indikatoren formulieren. Das Indikatoriksystem umfasst damit eine vierstufige Bewertungsskala, die den Grad der Erfüllung der einzelnen Indikatorfelder widerspiegelt. Die unterste Skaleneinstufung "niedrig" zeigt an, dass der entsprechende RRI-Aspekt nicht oder nur gering ausgeprägt ist, während "sehr hoch" darauf hinweist, dass der Aspekt sehr gut ausgeprägt ist.

Das hier dargestellte Indikatoriksystem ist dadurch gekennzeichnet, dass die wesentlichen RRI-Aspekte abgebildet werden und eine generische Anwendung ermöglicht wird. Während die verschiedenen RRI-Dimensionen für jede Energietechnologie oder jeden Anwendungsfall berücksichtigt werden sollten, kann das optimale Niveau von Indikatorausprägungen oder auch generell die Relevanz von Indikatoren variieren. So kann beispielsweise das, was als 'angemessenes' Niveau der Stakeholder-Beteiligung definiert wird, zwischen verschiedenen Technologien durchaus unterschiedlich sein.<sup>29</sup> Die Indikatoren sind daher in generischer Ausrichtung so angelegt, dass sie eine Untersuchung anleiten, ob im FTI-Prozess geeignete methodische Ansätze integriert oder geplant sind, die eine spezifische prozessinterne

Integration und Bewertung der RRI-Aspekte ermöglichen. Welche Methoden oder Prozesse in welchem Umfang im FTI-Prozess sinnvoll sind, ist dann eine Frage, die unter Berücksichtigung des jeweiligen Falles, also der betrachteten Energietechnologie oder eines ihrer Geschäftsmodelle, zu beantworten ist. Im Folgenden werden die Indikatoren für die fünf Gestaltungsdimensionen vorgestellt.

<sup>29</sup> Van de Poel 2020, S. 351

# Antizipation

Das Indikatorsystem umfasst drei Indikatoren zur Bewertung antizipativer Elemente in FTI-Praktiken (siehe **Tabelle 7**). Indikator **ANT1** zielt auf die Frage ab, ob beziehungsweise wie eine Identifizierung der erwünschten Wirkungen und Ergebnisse innerhalb des FTI-Prozesses geplant ist. Verantwortungsvolle FTI-Prozesse sollten allerdings sowohl beabsichtigte als auch unbeabsichtigte Auswirkungen berücksichtigen. Dementsprechend adressiert Indikator **ANT2** die Identifizierung und Berücksichtigung potenziell unerwünschter be-

ziehungsweise problematischer Wirkungen und Ergebnisse. Der Fokus der Betrachtung, sowohl in Indikator **ANT1** als auch **ANT2**, sollte dabei auf der Identifizierung beabsichtigter und unbeabsichtigter, langfristiger wirtschaftlicher, ökologischer und sozialer Folgen und Auswirkungen und damit den wesentlichen produktseitigen Betrachtungsaspekten von RRI liegen: Ethische Akzeptabilität, Nachhaltigkeit sowie soziale Erwünschtheit. Der dritte Indikator (**ANT3**) thematisiert, dass auch alternative FTI-Pfade berücksichtigt werden sollten. Dies deckt einen häufig betonten Aspekt der Antizipation ab, demzufolge auch alternative Wege zu

Tabelle 7

## Indikatoren zur Antizipation

### Ermittlung und Definition der erwünschten Auswirkungen und Ergebnisse (ANT1)

- sehr hoch* Eine strukturierte, regelmäßige analytische Überprüfung der gewünschten Auswirkungen und Ergebnisse in Bezug auf die Ankerpunkte ist vorgesehen
- hoch* Die Verwendung eines zumindest in Ansätzen strukturierten Prozesses zur Ermittlung und Identifikation wünschenswerter Auswirkungen und Ergebnisse ist vorgesehen
- moderat* Erklärte Bereitschaft zur Ermittlung und Identifikation wünschenswerter Auswirkungen und Ergebnisse, ohne klare Methoden oder Verfahren zu benennen
- niedrig* Pauschale Annahme wünschenswerter Auswirkungen und Ergebnisse, ohne klare Bemühungen, mögliche Wirkungen und Ergebnisse zu untersuchen

### Identifizierung und Berücksichtigung problematischer Auswirkungen und Ergebnisse (ANT2)

- sehr hoch* Eine strukturierte, regelmäßige analytische Überprüfung von problematischen oder unbeabsichtigten Auswirkungen und Ergebnissen in Bezug auf die Ankerpunkte ist vorgesehen
- hoch* Die Verwendung eines zumindest in Ansätzen strukturierten Prozesses zur Ermittlung und Identifikation potenziell problematischer oder unbeabsichtigter Auswirkungen und Ergebnissen ist vorgesehen
- moderat* Erklärte Bereitschaft zur Ermittlung und Identifikation potenziell problematischer oder unbeabsichtigter Auswirkungen und Ergebnisse, ohne klare Methoden oder Verfahren zu benennen
- niedrig* Pauschale optimistische Prognose für zukünftige Projektergebnisse, ohne klare Bemühungen, Risiken zu identifizieren oder mögliche zukünftige Szenarien zu untersuchen

### Identifizierung und Prüfung alternativer Pfade (ANT3)

- sehr hoch* Eine strukturierte, regelmäßige analytische Überprüfung alternativer Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationswege ist vorgesehen
- hoch* Die Verwendung eines zumindest in Ansätzen strukturierten Prozesses zur Identifikation und Prüfung alternativer Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationswege ist vorgesehen
- moderat* Erklärte Bereitschaft zur Identifikation und Prüfung alternativer Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationswege, ohne klare Methoden oder Verfahren zu benennen
- niedrig* Pauschale optimistische Prognose für das gewählte Vorgehen, ohne klare Bemühungen, alternative Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationswege zu identifizieren

den identifizierten wünschenswerten Ergebnissen oder alternative Pfade im Allgemeinen innerhalb des FTI-Prozesses identifiziert oder berücksichtigt werden sollten (dieser Aspekt wird im **Anhang** am Beispiel von Batterietechnologien veranschaulicht).

## Reflexion

Innerhalb der Dimension der Reflexion wurden sechs Einzelindikatoren entwickelt (siehe **Tabelle 8**). Indikator **REF1** bezieht sich hierbei zunächst auf eine kritische Reflexion in Bezug auf die Problemstellung. Potenziell divergierende Problemdefinitionen, die kursieren, und gesellschaftliche Werte, die solche Definitionen prägen, sollten als ein wesentlicher Baustein für eine vertiefte Reflexion und

Untersuchung der aktuellen Situation berücksichtigt werden. Neben der Problemdefinition sollten auch die jeweiligen Annahmen, Entscheidungen und Handlungen als Elemente des FTI-Prozesses einer kritischen Reflexion unterzogen werden (Indikator **REF2**). Dies wird auch dadurch unterstrichen, dass Reflexionsprozesse dabei helfen sollen, die sozialen und ethischen Implikationen des Handelns besser zu verstehen. Für die Reflexion ist es zudem wichtig, dass sich die FTI-Akteure ihrer eigenen Verantwortung und Rechenschaftspflicht bewusstwerden, was im Indikatoriksystem über den Indikator **REF3** umgesetzt wird. In engem Zusammenhang damit steht die kritische Reflexion über Werte und Motivationen (Indikator **REF4**). Schließlich ist es Teil des Reflexionsprozesses und ein Aspekt von RRI, Bemühungen zu unternehmen,

Tabelle 8

### Indikatoren zur Reflexion

#### Kritische Reflexion der Problemstellung und /-definition (REF1)

- sehr hoch* Eine strukturierte, regelmäßige Überprüfung der Problemdefinition ist vorgesehen
- hoch* Verwendung eines zumindest in Ansätzen strukturierten Prozesses zur Reflexion über die Problemdefinition ist vorgesehen
- moderat* Informeller, einmaliger oder ad-hoc-Prozess zur Untersuchung der Problemdefinition
- niedrig* Kein erklärtes Interesse zur Reflexion der Problemdefinition

#### Kritische Reflexion von Annahmen, Entscheidungen und Handlungen (REF2)

- sehr hoch* Eine strukturierte, regelmäßige Überprüfung von Annahmen, Entscheidungen und Handlungen ist vorgesehen
- hoch* Verwendung eines zumindest in Ansätzen strukturierten Prozesses zur Reflexion Überprüfung von Annahmen, Entscheidungen und Handlungen ist vorgesehen
- moderat* Informeller, einmaliger oder ad-hoc-Prozess zur Untersuchung von Annahmen, Entscheidungen und Handlungen
- niedrig* Kein erklärtes Interesse zur Reflexion von Annahmen, Entscheidungen und Handlungen

#### Kritische Reflexion der zugrunde liegenden Verantwortlichkeiten (REF3)

- sehr hoch* Eine strukturierte, regelmäßige Überprüfung der zugrunde liegenden Verantwortlichkeiten ist vorgesehen
- hoch* Verwendung eines zumindest in Ansätzen strukturierten Prozesses zur Reflexion der zugrunde liegenden Verantwortlichkeiten ist vorgesehen
- moderat* Informeller, einmaliger oder ad-hoc-Prozess zur Untersuchung der zugrunde liegenden Verantwortlichkeiten
- niedrig* Kein erklärtes Interesse zur Reflexion der zugrunde liegenden Verantwortlichkeiten

## Indikatoren zur Reflexion

**Kritische Reflexion der zugrunde liegenden Werte und Motivationen der beteiligten Akteure (REF4)**

- sehr hoch* Eine strukturierte, regelmäßige Überprüfung der zugrunde liegenden Werte und Motivationen der beteiligten Akteure ist vorgesehen
- hoch* Verwendung eines zumindest in Ansätzen strukturierten Prozesses zur Reflexion der zugrunde liegenden Werte und Motivationen der beteiligten Akteure ist vorgesehen
- moderat* Informeller, einmaliger oder ad-hoc-Prozess zur Untersuchung der zugrunde liegenden Werte und Motivationen der beteiligten Akteure
- niedrig* Kein erklärtes Interesse zur Reflexion der zugrunde liegenden Werte und Motivationen der beteiligten Akteure

**Kritische Reflexion von möglichen Unsicherheiten und Einschränkungen (REF5)**

- sehr hoch* Eine strukturierte, regelmäßige Überprüfung von möglichen Unsicherheiten und Einschränkungen ist vorgesehen
- hoch* Verwendung eines zumindest in Ansätzen strukturierten Prozesses zur Reflexion möglicher Unsicherheiten und Einschränkungen ist vorgesehen
- moderat* Informeller, einmaliger oder ad-hoc-Prozess zur Überprüfung möglicher Unsicherheiten und Einschränkungen
- niedrig* Kein erklärtes Interesse zur Reflexion von möglichen Unsicherheiten und Einschränkungen

**Analyse relevanter Akteure (REF6)**

- sehr hoch* Ein klar definierter methodischer Ansatz für die Analyse potenziell sachkundiger, betroffener und interessierter Akteure liegt vor
- hoch* Es gibt konsistente Ideen darüber, wie potenziell sachkundige, betroffene und interessierte Akteure identifiziert und analysiert werden sollen
- moderat* Informeller, einmaliger oder ad-hoc-Prozess zur Analyse potenziell sachkundiger, betroffener und interessierter Akteure
- niedrig* Kein erklärtes Interesse zur Analyse potenziell sachkundiger, betroffener und interessierter Akteure

sich bestehender Unsicherheiten und Beschränkungen bewusst zu werden und die Implikationen daraus zu verstehen. Dabei geht es um die gezielte Identifizierung und Berücksichtigung sowohl kontextueller als auch institutioneller Einschränkungen, was durch den Indikator **REF5** erfasst wird. Der sechste Indikator schließlich umfasst den Grad der Reflexion in Bezug auf die einzubeziehenden Stakeholder sowie die betroffenen Akteure und Personen (**REF6**).

## Inklusion

Die Indikatoren in Bezug auf Inklusion decken drei zentrale Themenfelder ab (siehe **Tabelle 9**): 1) den "Grad der beteiligten Interdisziplinarität", 2) "Wo Stakeholder einbezogen werden" und 3) "Wie Stakeholder einbezogen werden". Indikator **INK1** befasst sich mit der Frage, ob die relevanten Interessengruppen oder andere relevante gesellschaftliche Akteure oder Personen in ausreichender Vielfalt und Anzahl beteiligt sind. Zu berücksichtigen ist dabei auch die Einbeziehung unterschiedlicher (Fach-)Disziplinen, eine möglicherweise sinnvolle Einbeziehung der Öffentlichkeit und/oder demografische Vielfalt. Der Indikator **INK2** fragt



## Indikatoren zur Inklusion

**Einbeziehung von Akteuren und Stakeholdern (INK1)**

- sehr hoch* Einbeziehung der Stakeholder in ausreichender Anzahl und Vielfalt, die anhand spezifizierter Auswahlkriterien/Methoden (z. B. in Bezug auf Wissen, Perspektiven) und unter Berücksichtigung der Ankerpunkte als relevant identifiziert wurden
- hoch* Es ist vorgesehen, die relevantesten Stakeholder-Gruppen basierend auf spezifizierten Auswahlkriterien und Methoden (z. B. in Bezug auf Wissen, Perspektiven) einzubeziehen
- moderat* Erklärte Absicht, verschiedene Stakeholder auf der Grundlage eher willkürlicher oder nicht spezifizierter Auswahlkriterien einzubeziehen
- niedrig* Die Einbeziehung der Stakeholder spielt keine oder nur eine sehr geringe Rolle und wird in Bezug auf Strategie und Methodik nicht weiter spezifiziert

**Art der Einbindung von Akteuren und Stakeholdern (INK2)**

- sehr hoch* Die verwendeten Methoden zur Einbindung der Stakeholder ermöglichen eine Beteiligung der Stakeholder und eine Diskussion mit beziehungsweise zwischen diesen
- hoch* Die verwendeten Methoden zur Einbindung der Stakeholder ermöglichen eine Beteiligung der Stakeholder und eine begrenzte Diskussion mit beziehungsweise zwischen diesen
- moderat* Die verwendeten Methoden für die Einbindung der Stakeholder ermöglichen eine Beteiligung der Stakeholder ohne weitere Diskussion
- niedrig* Reine informative Einbindung der Stakeholder ohne die Möglichkeit, zu diskutieren oder eigene Beiträge zu leisten

**Regelmäßigkeit und Systematik der Einbindung von Akteuren und Stakeholdern (INK3)**

- sehr hoch* Offenes und aktives Suchen nach kontinuierlichem kritischem Input, Feedback und Feed-Forward von Stakeholdern
- hoch* Einbeziehen und Integrieren von Stakeholder-Ansichten an verschiedenen Punkten entlang des Forschungs- und Innovationsprozesses
- moderat* Die Kommunikation mit den Stakeholdern findet nur in begrenztem Maße und/oder erst gegen Ende des Forschungs- und Innovationsprozesses statt
- niedrig* Eine Kommunikation mit den Stakeholdern ist nicht vorgesehen

zusätzlich danach, wie und in welchem Umfang die Akteure und Stakeholder einbezogen werden. RRI-Qualitätsindikatoren beziehen sich hier auf die Verwendung geeigneter Methoden zur Stakeholder-Beteiligung sowie eine gemeinsame Diskussion mit den Stakeholdern über die Auswahl geeigneter Beteiligungsmethoden. Entsprechend soll hier bewertet werden, ob es systematische Bemühungen und überzeugende Methoden für die Einbindung von Stakeholdern gibt. Der Indikator **INK3** schließlich bezieht sich auf Frage, inwiefern die Akteure und Stakeholder im FTI-Prozess kontinuierlich und systematisch einbezogen werden.

**Responsivität**

Für die Dimension der Responsivität wurden zwei Indikatoren konzipiert (siehe **Tabelle 10**). Der erste Indikator **RES1** untersucht generell die Fähigkeit und Möglichkeit zur Veränderung nach interner Reflexion und externem Feedback. Grundsätzlich fallen auch die organisatorische und individuelle Bereitschaft, Ansichten und Einstellungen zu überdenken und Rollenverantwortlichkeiten zu ändern, in diesen Bereich. Der zweite Indikator, **RES2**, ergänzt den ersten Indikator, indem er untersucht, wie mit eingehendem Feedback umgegangen wird

## Indikatoren zur Responsivität

### Möglichkeit zur Veränderung nach interner Reflexion und externem Feedback (RES1)

<i>sehr hoch</i>	Nachgewiesenes Potenzial für die Fähigkeit zur Anpassung als Reaktion auf reflexive Praxis und externes Feedback
<i>hoch</i>	Klare Hinweise auf die Fähigkeit zur Anpassung als Reaktion auf reflexive Praxis und externes Feedback
<i>moderat</i>	Erklärte Bereitschaft zur Anpassung als Reaktion auf reflexive Praxis und externes Feedback
<i>niedrig</i>	Keine Anzeichen für Potenzial zur Anpassung als Reaktion auf reflexive Praxis und externes Feedback

### Umgang mit Feedback (RES2)

<i>sehr hoch</i>	Nachvollziehbare Methoden zur Einbindung von Feedback sind Teil des FTI-Prozesses
<i>hoch</i>	Es gibt konsistente Darstellungen dazu, wie Feedback eingebunden werden soll
<i>moderat</i>	Es wird angegeben, dass eingehendes Feedback eingearbeitet wird, ohne klare Methoden oder Verfahren zu nennen
<i>niedrig</i>	Es gibt keine Hinweise darauf, dass eingehendes Feedback in den FTI-Prozess einbezogen werden soll

und ob Methoden zu dessen Berücksichtigung Teil des FTI-Prozesses sind. RRI-Qualitätskriterien umfassen hierfür die allgemeine Aufgeschlossenheit gegenüber Feedback und das Vorhandensein von Strukturen zur Einholung und Berücksichtigung von Feedback.

## Transparenz

Für die Dimension der Transparenz wurden im Indikatoriksystem sechs Indikatoren formuliert (siehe **Tabelle 11**). Einer der wesentlichen ersten Schritte besteht darin, dass die Praxisdetails des FTI-Prozesses ehrlich und nachvollziehbar dargestellt werden sollten. Zu den Praxisdetails gehören Finanzen und Methoden, Ziele und Interessen wie auch Werte und ethisch-soziale Entscheidungsgrundlagen. Darauf aufbauend prüft der Indikator **TRA1**, inwieweit eine Bereitschaft besteht, diesbezüglich relevante Informationen zu veröffentlichen beziehungsweise inwieweit eine solche Veröffentlichung im Laufe des FTI-Prozesses vorgesehen ist. Es kann der Fall sein, dass bestimmte Praxisinformationen nicht öffentlich zugänglich gemacht werden können, zum Beispiel aus rechtlichen Gründen oder anderen Gründen der Vertraulichkeit. In einem solchen Fall sollten die jeweiligen

Gründe der Vertraulichkeit benannt und transparent gemacht werden; ein Aspekt, der in Indikator **TRA2** geprüft wird. Indikator **TRA3** konzentriert sich auf die Frage, inwieweit eine transparente Kommunikation der Rolle und Beteiligung der am Forschungsprozess beteiligten Akteure vorgesehen ist. Im Sinne der Transparenz ist es nicht nur wichtig, deutlich zu machen, wie die Akteure in die FTI-Prozesse eingebunden sind, sondern auch, wie mit den Beiträgen der beteiligten Stakeholder umgegangen wird und inwieweit diese bei Entscheidungen im FTI-Prozess berücksichtigt werden. Indikator **TRA4** untersucht daher, inwieweit es Transparenz bezüglich entsprechender Konzepte oder der erklärten Bereitschaft gibt, den erhaltenen Input zu berücksichtigen. Ein weiteres Qualitätskriterium für Transparenz ist das Teilen und Veröffentlichen von Ergebnissen (Endergebnisse wie auch Vor- und Zwischenergebnisse). Indikator **TRA5** prüft ein entsprechendes Engagement und das Vorhandensein eines Veröffentlichungsplans. Indikator **TRA6** schließlich untersucht, inwieweit eine klare und offene Kommunikation in Bezug auf Verantwortlichkeiten und Eigentumsrechte stattfindet.

## Indikatoren zur Transparenz

### Offenlegung von Praxisdetails (TRA1)

- sehr hoch* Eine ehrliche und nachvollziehbare Darstellung von Zielen, Methoden sowie Interessen und beteiligten Akteuren ist erfolgt oder vorgesehen
- hoch* Eine zumindest eingeschränkte Darstellung von Zielen, Methoden sowie Interessen und beteiligten Akteuren ist vorgesehen
- moderat* Erklärte Bereitschaft, begrenzt Informationen zu Zielen, Methoden, Finanzen und Interessen zu teilen
- niedrig* Keine Bereitschaft oder keine vorliegenden Informationen zur Transparenz bezüglich der Praxisdetails

### Kommunikation der Grenzen der Offenlegung (TRA2)

- sehr hoch* Ein klares Konzept für die Kommunikation von Unsicherheiten und Einschränkungen, die für verschiedene Interessengruppen relevant sein können, wird dargelegt
- hoch* Die Kommunikation von Unsicherheiten und Einschränkungen, die von den beteiligten Akteuren als wesentlich angesehen werden, ist vorgesehen
- moderat* Erklärte Bereitschaft, begrenzt Informationen in Bezug auf Einschränkungen und Unsicherheiten zu teilen
- niedrig* Keine Bereitschaft oder keine vorliegenden Informationen zu Transparenz in Bezug auf Einschränkungen und Unsicherheiten

### Kommunikation der Rolle und Einbindung der Akteure (TRA3)

- sehr hoch* Ein klares Konzept, wie die Rolle und Einbindung relevanter Akteure kommuniziert werden sollen, liegt vor
- hoch* Eine zumindest eingeschränkte Darstellung von Rolle und Beteiligung der relevanten Akteure ist vorgesehen
- moderat* Erklärte Bereitschaft, über die Rolle und die Beteiligung der relevanten Akteure zu informieren, ohne klare Methoden oder Verfahren zu benennen
- niedrig* Keine Bereitschaft oder keine vorliegenden Informationen zu Transparenz in Bezug auf die Rolle und Einbindung relevanter Akteure

### Transparenz über die Integration des Stakeholder-Inputs (TRA4)

- sehr hoch* Ein klares Konzept, wie die Integration von Stakeholder-Input kommuniziert werden soll, liegt vor
- hoch* Eine zumindest eingeschränkte Darstellung der Integration von Stakeholder-Input ist vorgesehen
- moderat* Erklärte Bereitschaft, über die Integration von Stakeholder-Input zu informieren, ohne klare Methoden oder Verfahren zu benennen
- niedrig* Keine Bereitschaft oder keine vorliegenden Informationen zu Transparenz in Bezug auf die Integration von Stakeholder-Input

### Teilen und Verbreiten der Ergebnisse (TRA5)

- sehr hoch* Es liegt ein Konzept vor, das eine Offenlegung von vorläufigen, Zwischen- und endgültigen Ergebnissen für die involvierten und/oder betroffenen Stakeholder vorsieht
- hoch* Es ist geplant, ausgewählte Ergebnisse mit einigen involvierten und/oder betroffenen Stakeholdern in verschiedenen Phasen (vorläufige, Zwischen- und endgültige Ergebnisse) zu teilen
- moderat* Erklärte Bereitschaft, in begrenztem Maße Ergebnisse zu teilen
- niedrig* Keine Bereitschaft oder keine vorliegenden Informationen zu Transparenz in Bezug auf Ergebnisse

### Transparenz in Bezug auf Verantwortlichkeiten und Eigentumsrechte (TRA6)

- sehr hoch* Klar definierte und offen kommunizierte Delegations- und Eigentumsverhältnisse
- hoch* Eine zumindest eingeschränkte Darstellung der bestehenden und anvisierten Delegations- und Eigentumsverhältnisse ist vorgesehen
- moderat* Erklärte Bereitschaft, begrenzt Informationen in Bezug auf Delegations- und Eigentumsverhältnisse zu teilen
- niedrig* Keine Bereitschaft oder keine vorliegenden Informationen zu Transparenz in Bezug auf Delegations- und Eigentumsverhältnisse

# 05

## Webapplikation zur Anwendung des Indikatoriksystems

Um die Anwendung des Indikatoriksystems zu unterstützen, wurde eine Webapplikation entwickelt ([www.v4innovate.de/tools/rri-self-assessment/](http://www.v4innovate.de/tools/rri-self-assessment/)).

Sie ermöglicht es, den Grad der Berücksichtigung wesentlicher RRI-Aspekte im Rahmen geplanter und laufender FTI-Prozesse zu prüfen und eventuelle Anpassungsmöglichkeiten zu identifizieren. Damit können zum Beispiel Forschungseinrichtungen oder Technologieunternehmen prüfen, inwieweit die Planung eines FTI-Prozesses oder ein schon laufender FTI-Prozess die Prinzipien aus dem RRI-Konzept bereits berücksichtigt.

Auf der Startseite der Webapplikation erhalten die Nutzer:innen eine kurze Einführung, wonach die fünf Dimensionen anhand der jeweiligen Indikatoren bewertet werden können (siehe **Abbildung 2**).



Abbildung 2: Webapplikation Indikatoriksystem: Startseite

Die Bewertung folgt dabei dem für das Indikatoriksystem konzipierten und im vorherigen Abschnitt (**Kapitel 4**) dargestellten Rubrik-Ansatz (siehe **Abbildung 3**).

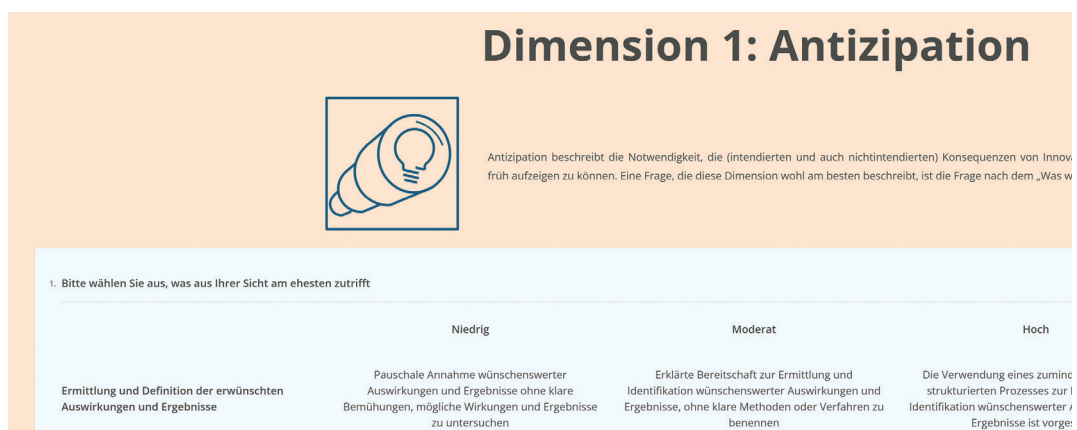


Abbildung 3: Webapplikation Indikatoriksystem: Rubrik „Antizipation“

Nachdem alle fünf Dimensionen bearbeitet wurden, führt ein Klick auf „Fertig“ zur Berechnung und Präsentation des Gesamtergebnisses (siehe **Abbildung 4**).

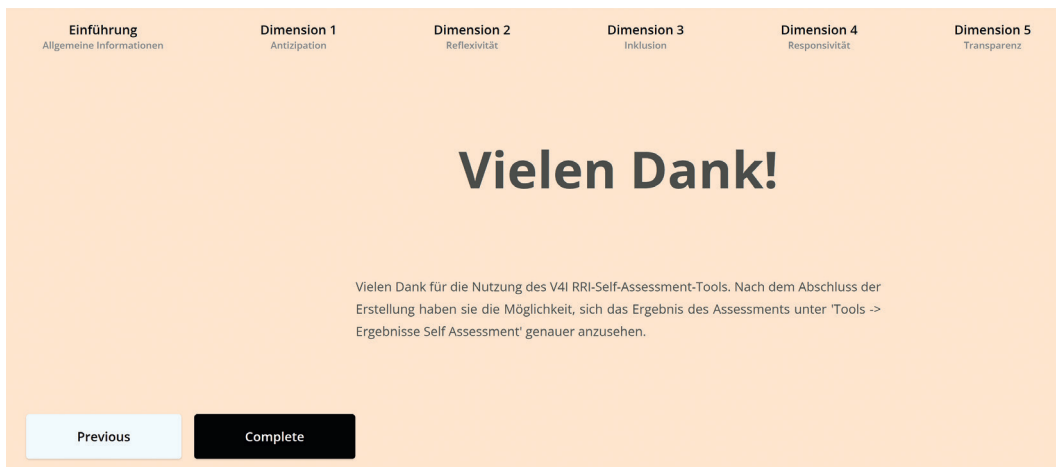


Abbildung 4: Webapplikation Indikatoriksystem: Seite vor der Ergebnisdarstellung

Im Rahmen der Ergebnisdarstellung wird basierend auf den vorausgegangenen Bewertungen für jede Dimension eine Punktzahl berechnet, die eine vereinfachte Abschätzung des Umsetzungsgrads von RRI-Aspekten erlaubt. Hierdurch können insbesondere die Dimensionen identifiziert werden, für die eine Verbesserung der RRI-Aspekte besonders sinnvoll erscheint. Ergänzend hierzu wird auch in grafischer Form das Zusammenwirken zwischen den Dimensionen herausgestellt, um mögliche Wirkungskaskaden identifizieren und basierend auf den Einflüssen bessere Entscheidungen treffen zu können (siehe **Abbildung 5** und **Abbildung 6**).

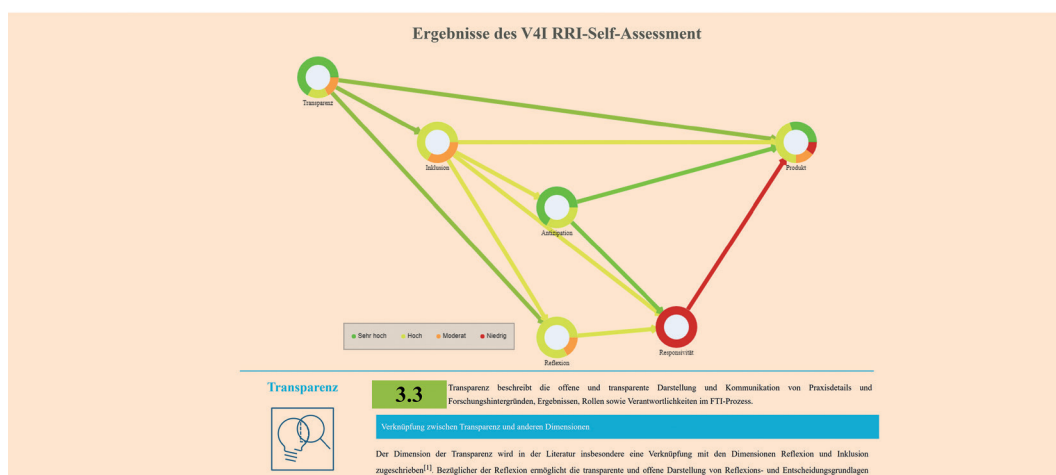


Abbildung 5: Webapplikation Indikatoriksystem: Grafische Ergebnisdarstellung

Je nach Anwendungsfall kann es erforderlich sein, an den Indikatoren und deren Ausprägung Anpassungen vorzunehmen. Dies kann beispielsweise der Fall sein, wenn Indikatorausprägungen präziser auf die vorliegende Technologie beziehungsweise Bewertungssituation zu-

## Transparenz



### 3.3

Transparenz beschreibt die offene und transparente Darstellung und Kommunikation von Forschungshintergründen, Ergebnissen, Rollen sowie Verantwortlichkeiten im FTI-Prozess.

#### Verknüpfung zwischen Transparenz und anderen Dimensionen

Der Dimension der Transparenz wird in der Literatur insbesondere eine Verknüpfung mit den Dimensionen Reflexion und Kommunikation zugeschrieben<sup>[1]</sup>. Bezüglich der Reflexion ermöglicht die transparente und offene Darstellung von Forschungshintergründen die Reflexion und Diskussion<sup>[2]</sup>. Dies betrifft einerseits insbesondere die Praxisdetails (TRA1), die transparent dargestellt werden können. Weiterhin kann aber auch zwischen anderen Indikatoren eine Verbindung ausgenutzt werden, um die Darstellung von Forschungsprozessen, die Klarheit über Haftung und Eigentumsverhältnisse schaffen<sup>[3]</sup>, was es ermöglicht, die Verantwortlichkeiten mit anderen Akteuren reflektieren zu können. Transparenz wird auch ein unterstützender Faktor für die Inklusion nachgesagt<sup>[1]</sup>. So kann sie als wesentliche Grundlage für einen sinnvollen Dialog sowie für ein gegenseitiges Verständnis zwischen den im F&I-Prozess beteiligten Akteuren gesehen werden<sup>[3]</sup>.

Abbildung 6: Webapplikation Indikatoriksystem: Ergebnisdarstellung für die einzelnen Dimensionen

Die Dimensionen können geschnitten oder bestimmte RRI-Aspekte stärker oder weniger stark fokussiert werden sollen. Für das Beispiel der Batterietechnologien betrifft dies beispielsweise Konkretisierungen hinsichtlich Fragen der Ethik bezüglich der Nebenwirkungen der Ressourcengewinnung und der damit verbundenen Risiken für Arbeiter:innen und lokale Gemeinschaften. Dazu bietet das Werkzeug Anpassungsmöglichkeiten des Standardfragebogens und damit die Konzipierung eines individuellen Bewertungswerkzeugs (siehe **Abbildung 7**).

Neben Anpassungen an den bestehenden Indikatoren können auch neue Indikatoren hinzugefügt und bestehende gelöscht werden. Innerhalb der Anpassungsmöglichkeiten werden hierzu als Hilfestellung Leitfragen aus der RRI-Literatur bereitgestellt, an denen sich die Nutzenden orientieren können. Außerdem könnte auch die Beschreibung der Dimensionen angepasst werden, um diese auf spezifische Zielgruppen zuzuschneiden. Nach Abschluss der Anpassungen kann die angepasste Webapplikation zur Anwendung des Indikatoriksystems im HTML-Format heruntergeladen, geteilt und auf gleiche Weise wie die Standard-Webapplikation verwendet werden.

Frage	Niedrig	Moderat	Hoch	
Ermittlung und Definition der erwünschten Ergebnisse	Pauschale Annahme wünschenswerter Auswirkungen und Ergebnisse ohne klare Bemühungen, mögliche Wirkungen und Ergebnisse zu untersuchen	Erklärte Bereitschaft zur Ermittlung und Identifikation wünschenswerter Auswirkungen und Ergebnisse, ohne klare Methoden oder Verfahren zu benennen	Die Verwendung eines zumindest in Ansätzen strukturierten Prozesses zur Ermittlung und Identifikation wünschenswerter Auswirkungen und Ergebnisse ist vorgesehen	Eine s Über Ergeb vorgese
Identifizierung und Berücksichtigung potentieller Risiken	Pauschale optimistische Prognose für zukünftige Projektergebnisse, ohne klare Bemühungen, Risiken zu identifizieren oder mögliche zukünftige Szenarien zu untersuchen.	Erklärte Bereitschaft zur Ermittlung und Identifikation potentiell problematischer oder unbeabsichtigter Auswirkungen und Ergebnissen, ohne klare Methoden oder Verfahren zu benennen	Die Verwendung eines zumindest in Ansätzen strukturierten Prozesses zur Ermittlung und Identifikation potentiell problematischer oder unbeabsichtigter Auswirkungen und Ergebnissen ist vorgesehen	Eine s Über unbe Bezug
Identifizierung und Prüfung alternativer Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationswege	Pauschale optimistische Prognose für das gewählte Vorgehen, ohne klare Bemühungen, alternative Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationswege zu identifizieren	Erklärte Bereitschaft zur Identifikation und Prüfung alternativer Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationswege, ohne klare Methoden oder Verfahren zu benennen	Die Verwendung eines zumindest in Ansätzen strukturierten Prozesses zur Identifikation und Prüfung alternativer Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationswege ist vorgesehen	Eine s Über und Ir

Frage hinzufügen

Previous Next

Abbildung 7: Webapplikation Indikatoriksystem: Anpassungsmöglichkeiten

**06**

**Ausblick**



Der vorliegende Leitfaden zielt darauf ab, die Aufmerksamkeit für das RRI-Konzept zu fördern, seine Bedeutung für die Entwicklung von Energiewendetechnologien und das Gelingen der Energiewende herauszustellen und FTI-Akteure gezielt darin zu unterstützen, forschungs- und innovationsbezogene Entscheidungen und Prozesse entlang von RRI-Kriterien auszugestalten.

Bisher ist RRI in Deutschland als eigenständiges Konzept zur Ausgestaltung und Steuerung von Forschungs- und Entwicklungsprozessen nicht stark verbreitet. Es sind aber auf verschiedenen Ebenen Initiativen zu verzeichnen, das Konzept zu integrieren, und es bestehen inhaltliche Anknüpfungspunkte für RRI sowohl in der Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik wie im Unternehmensbereich (siehe **Kapitel 01**).

**Die Diffusion und Praxisanwendung des RRI-Konzepts im Bereich Energiewendetechnologien und anderen FTI-Bereichen könnten unter anderem durch folgende Maßnahmen unterstützt werden.**

▶ Auf Politikebene könnten die bereits bestehenden, der RRI-Essenz und ihren Grundprinzipien teilweise entsprechenden Strukturen, Prozesse und Aktivitäten als Komponenten einer gesellschaftlich verantwortlichen FTI-Politik identifiziert und aufeinander abgestimmt so weiterentwickelt und kommuniziert werden, dass sie einen nachhaltigen Wandel von institutionellen Strukturen und Handlungsweisen im Sinne von RRI unterstützen.<sup>30</sup>

▶ So könnte eine Verankerung von RRI in der FTI-Landschaft dadurch gefördert werden, dass RRI-nahe Forschungskonzepte wie transformative, transdisziplinäre oder ko-kreative Ansätze und entsprechende Forschungsformate wie Reallabore weiter gestärkt werden. Transformative und transdisziplinäre Forschungsansätze zielen auf die Entwicklung praktischer Lösungen für gesellschaftliche Realprobleme und orientieren sich an kooperativ-reflexiven Forschungsgrundsätzen, die auf eine frühzeitige Zusammenarbeit aller relevanten, wissenschaftlichen und außerwissenschaftlichen Wissensträger:innen abstellen. Reallabor-Ansätze ermöglichen zeitlich und räumlich begrenzte Experimentierräume, in denen innovative Ideen praxisnah entwickelt, erprobt und erforscht werden. Sie bedienen sich vorzugsweise des transdisziplinären Forschungsmodus und binden zumeist unterschiedlichste Akteure aus Wissenschaft, Praxis und Allgemeinbevölkerung ein. Experimentierräume des gemeinsamen Lernens, Forschens und Gestaltens können als Inkubatoren für technologische Lösungsoptionen und technologischen Wandel wirken, wenn sie weiterentwickelt, vernetzt und förderpolitisch gestärkt werden.<sup>31</sup>

#### Hinweise aus den Workshops

Es ist zu begrüßen, dass das Format der Reallabore in Zukunft weiterverfolgt werden soll. Reallabore bieten eine gute Möglichkeit, Gesellschaft in den Innovationsprozess einzubinden und im Rahmen von Großprojekten gemeinsam technologische und andere Innovationen zu testen, was unter normalen Marktbedingungen kaum möglich wäre. Angesichts des enormen Zeitdrucks, unter dem die Energiewende steht, bräuchte es mehr dieser anwendungsorientierten Experimentierräume.

► Es könnten verstärkt Prozesse aufgesetzt werden, durch die alle beteiligten Akteure RRI-Kompetenzen etwa zu transdisziplinärem Forschen, Methoden der Technikfolgenabschätzung, der Vorausschau (*Foresight*) oder Beteiligung erwerben können. Es könnten zum Beispiel die Nachfrage und Nutzung von innovations- und förderpolitischen Instrumenten, mit denen Partizipation ermöglicht und produktiv in den FTI-Prozess eingebettet wird, durch einen gezielten Aufbau von Partizipationsfertigkeiten aller Beteiligten gestärkt werden. Dies könnte die Anerkennung der Beteiligung verschiedener außerwissenschaftlicher Akteure in FTI und in FTI-Politik seitens Politik, Verwaltung, Wissenschaft und Unternehmen befördern.<sup>32</sup>

#### Hinweise aus den Workshops

Eine breitere Beteiligung der organisierten Zivilgesellschaft in FTI erfordert Ressourcenunterstützung wie auch Kapazitätsaufbau. Es braucht zum Beispiel den Aufbau von Wissen und Fähigkeiten über die Anwendung von Methoden wie die strategische Vorausschau und die Entwicklung von Szenarien und darüber, wie zivilgesellschaftliche Akteure mit anderen Stakeholdern in einem FTI-Prozess auf Augenhöhe agieren können. In der Wirtschaft werden solche Methoden regelmäßig und seit langer Zeit in eigenen Abteilungen eingesetzt, in der organisierten Zivilgesellschaft darf Wissen über solche Methoden nicht einfach vorausgesetzt werden.

► Beratungsgremien der Politik oder einzelner FTI-Förderorganisationen, innerhalb derer Empfehlungen für künftige Förderschwerpunkte ausgearbeitet werden, könnten verstärkt Expertise aus der organisierten Zivilgesellschaft (zum Beispiel Sozialverbände, Menschenrechtsorganisationen, Umweltverbände) einbeziehen. Damit könnten bereits auf strategischen Entscheidungsebenen eine höhere Perspektivenvielfalt und eine breitere Entscheidungsgrundlage für die Auswahl und Ausgestaltung künftiger FTI-Förderungsschwerpunkte geschaffen werden. Außerdem könnte darüber die Beteiligung von Akteuren der organisierten Zivilgesellschaft in FTI stärker motiviert werden.

#### Hinweise aus den Workshops

Eine strukturelle Verankerung der Beteiligung der organisierten Zivilgesellschaft in Beratungsgremien im FTI-System, wie sie für Akteure aus Wirtschaft und Politik bereits besteht, kann sich positiv auf die Bereitschaft und Befähigung zivilgesellschaftlicher Akteure auswirken, in FTI-Prozessen mitzuwirken, etwa als Forschungspartner:innen in transdisziplinären Forschungsprojekten.

► Für die Anwendung im Privatsektor und Unternehmensbereich wäre weiter an handhabbaren Konzepten zu arbeiten, wie RRI nachhaltig in betriebliche Organisations- und Managementprozesse integriert werden kann, mit Vorteilen für Gesellschaft und dem Unternehmen selbst.

► Das Bildungssystem könnte ein Ansatzpunkt für die Entwicklung günstigerer Rahmenbedingungen für eine Verankerung von RRI in FTI sein. RRI-Ansätze könnten in die akademische und berufliche Ausbildung integriert werden.

### Hinweise aus den Workshops

Je früher die Berührung mit dem RRI-Konzept erfolgt, desto schneller kommen die Menschen vom „wir müssen das Konzept anwenden“ ins „können“ und „wollen“. Eine frühe Heranführung an das Konzept und eine systematische Unterstützung bei der praktischen Anwendung können das Risiko mindern, dass Forschende und Innovator:innen auf RRI-relevante Förderbedingungen mit „Box-Ticking“ reagieren, also mit einer oberflächlichen Erfüllung der Förderbedingungen, ohne den tatsächlichen Wert der RRI-basierten Maßnahmen zu erkennen und zu heben.

► Es könnten verstärkt Bemühungen erfolgen, Ansätze zu entwickeln, wie Zielkonflikte nach demokratischen Grundsätzen aufgelöst werden können. RRI-Indikatoren wie die hier vorgestellten helfen, Zielkonflikte, in unserem Anwendungsfall in Bezug auf die Entwicklung und den Einsatz von Energiewendetechnologien, offenzulegen. Es bräuchte Foren, in denen die Komplexität der Entscheidungsgrundlagen für die Entwicklung und Umsetzung der Technologien für die breitere Gesellschaft abgebildet werden kann, und Ansätze, wie ein demokratischer Umgang mit den Zielkonflikten praktisch umgesetzt und in die Breite der Gesellschaft kommuniziert werden kann. Die Verfügbarkeit solcher Foren und Ansätze könnte sich positiv auf die politische und gesellschaftliche Resonanzfähigkeit von komplexen Ergebnissen aus RRI-gestützter Forschung auswirken und die Berücksichtigung der Ergebnisse bei der Technologiesteuerung, -entwicklung und -umsetzung unterstützen.

<sup>30</sup> Lindner et al. 2016, S. 144

<sup>31</sup> Das Reallabore-Gesetz, das gemäß Koalitionsvertrag der Bundesregierung (20. Legislaturperiode) geschaffen werden soll und zu dem das BMWK im Sommer 2023 eine breite Konsultation durchgeführt hat, könnte dieses Forschungs- und Innovationsformat nachhaltig stärken. Ziel des Reallabore-Gesetzes ist es, einheitliche und innovationsfreundliche Rahmenbedingungen für Reallabore zu bieten und neue Freiräume zur Erprobung von Innovationen zu ermöglichen. Im Rahmen des 7. Energieforschungsprogramm sind Reallabore der Energiewende eine Programmsäule, die insbesondere dazu dienen soll, innovative Techniken (zum Beispiel Wasserstofftechnologien) im realen Umfeld und industriellen Maßstab zu erproben und weiterzuentwickeln.

<sup>32</sup> Auf den V4InnovatE-Workshops wurde die *tdAcademy* als ein Beitrag zur Kompetenzförderung angeführt. Die Forschungs- und Community-Plattform zur Förderung des transdisziplinären Forschungsmodus verfolgt als ein Ziel den verstärkten Kompetenzaufbau für Anwender:innen eines transdisziplinären Forschungsansatzes und von partizipativen und transformativen Ansätzen. Gefördert wird das Projekt vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Strategie „Forschung für Nachhaltigkeit“ (FONA); [td-academy.org](http://td-academy.org). Das BMBF verfolgt mit der in 2023 veröffentlichten „Partizipationsstrategie Forschung“ unter anderem die Absicht, das *Capacity-Building* im Partizipationsbereich zu intensivieren; [www.bmbf.de/SharedDocs/Downloads/de/2023/partizipationsstrategie.html](http://www.bmbf.de/SharedDocs/Downloads/de/2023/partizipationsstrategie.html)

# Quellen und Referenzen

Untenstehend sind die Fachveröffentlichungen aufgeführt, auf die im vorliegenden Leitfaden verwiesen wird. Sie sind wichtige Quellen des Indikatorsystems und des Leitfadens.

Borup, M., Brown, N., Konrad, K., & Van Lente, H. (2006). The sociology of expectations in science and technology. *Technol. Anal. Strategic Manag.* 18, 285-298. doi: 10.1080/09537320600777002

Burget, M., Bardone, E., & Pedaste, M. (2017). Definitions and conceptual dimensions of responsible research and innovation: A literature review. *Sci. Eng. Ethics* 23, 1-19. doi: 10.1007/s11948-016-9782-1

Carbajo, R., & Cabeza, L. F. (2018). Renewable energy research and technologies through responsible research and innovation looking glass: Reflexions, theoretical approaches and contemporary discourses. *Applied Energy*, 211, 792-808. doi: 10.1016/j.apenergy.2017.11.088

Collingridge, D. (1980). *The Social Control of Technology*. New York, NY: St. Martin's Press.

European Commission, Directorate-General for Research and Innovation (2014). *Responsible Research and Innovation - Europe's Ability to Respond to Societal Challenges*. Publications Office.

European Union (2010). Consolidated version of the Treaty on European Union, Official Journal of the European Union 53, C83, 30. März 2010, Art. 3, S. 13. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2010:083:FULL:EN:PDF> (Abruf am 12.09.2023)

Fraaije, A., & Flipse, M. (2020). Synthesizing an implementation framework for responsible research and innovation. *J. Responsible Innov.* 7, 113-137. doi: 10.1080/23299460.2019.1676685

Kupper, F., Klaassen, P., Rijnen, M., Vermeulen, S., & Broerse, J. (2015). *Report on the Quality Criteria of Good Practice Standards in RRI*. Amsterdam: RRI Tools.

Lindner, R., Goos, K., Güth, S., Som, O., & Schröder, T. (2016). „Responsible Research and Innovation“ als Ansatz für die Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik – Hintergründe und Entwicklungen. TA-Vorstudie. Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB). doi: 10.5445/IR/1000133371

Lubberink, R., & Blok, V. (2017). Lessons for responsible innovation in the business context: A systematic literature review of responsible, social and sustainable innovation. *Practices* 31, 9050721. doi: 10.3390/su9050721

Owen, R., Stilgoe, J., Macnaghten, P., Gorman, M., Fisher, E., & Guston, D. (2013). A framework for responsible innovation, in *Responsible Innovation*, Hg. R. Owen, J. Bessant, & M. Heintz (Chichester: John Wiley & Sons, Ltd), 27-50. doi: 10.1002/9781118551424.ch2

Owen, R., Macnaghten, P., & Stilgoe, J. (2012). Responsible research and innovation: From science in society to science for society, with society. *Sci. Public Policy* 39, 751-760. doi: 10.1093/scipol/scs093

Sarewitz, D., & Nelson, R. (2008). Three rules for technological fixes. *Nature* 456, 871-872. doi: 10.1038/456871a

Stilgoe, J., Owen, R., & Macnaghten, P. (2013). Developing a framework for responsible innovation. *Res. Pol.* 42, 1568-1580. doi: 10.1016/j.respol.2013.05.008

Van de Poel, I. (2020). RRI measurement and assessment: Some pitfalls and a proposed way forward, in *Assessment of Responsible Innovation* Hg. E. Yaghmaei, & I. van de Poel (London: Routledge) 339-360. doi: 10.4324/9780429298998-25

Von Schomberg, R. (2013). A vision of responsible research and innovation. In *Responsible Innovation*, Hg. R. Owen, J. Bessant, & M. Heintz (Chichester: John Wiley & Sons, Ltd), 51-74. doi: 10.1002/9781118551424.ch3

Wickson, F., & Carew, A. (2014). Quality criteria and indicators for responsible research and innovation: Learning from transdisciplinarity. *J. Responsible Innov.* 1, 254-273. doi: 10.1080/23299460.2014.963004

Zwart, H., Landeweerd, L., & Van Rooij, A. (2014). Adapt or perish? Assessing the recent shift in the European research funding arena from 'ELSA' to 'RRI'. *Life Sci. Soc. Policy* 10, 1-19.

**Im zweiten Teil des Anhangs “II. Antizipation alternativer Pfade am Beispiel Batterietechnologien“ wird auf folgende Quellen verwiesen:**

Amnesty International (2016). “This is what we die for”. Human Rights Abuses in the Democratic Republic of the Congo Power the Global Trade in Cobalt. London. Verfügbar unter: <https://www.amnesty.org/en/documents/afr62/3183/2016/en/> (Abruf am 12.09.2023).

Beylot, A., & Villeneuve, J. (2017). Accounting for the environmental impacts of sulfidic tailings storage in the Life Cycle Assessment of copper production: A case study. *Journal of Cleaner Production* 153, 139-145. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.03.129

Christensen, P.A., Anderson, P.A., Harper, G.D., Lambert, S.M., Mrozik, W., Rajaeifar, M.A., Wise, M.S., & Heidrich, O. (2021). Risk management over the life cycle of lithium-ion batteries in electric vehicles. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 148, 111240. doi: 10.1016/j.rser.2021.111240

Dehghani-Sani, A.R., Tharumalingam, E., Dusseault, M.B., & Fraser, R. (2019). Study of energy storage systems and environmental challenges of batteries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 104, 192–208. doi: org/10.1016/j.rser.2019.01.023

Frankel, T.C., & Whoriskey, P. (2016). Tossed aside in the ‘white gold’ rush. Indigenous people are left poor as tech world takes lithium from under their feet. *Washington Post*, 19.12.2016. Verfügbar unter: <https://www.washingtonpost.com/graphics/business/batteries/tossed-aside-in-the-lithium-rush/> (Abruf am 12.09.2023).

Joy, P., & Azzopardi, T. (2019). Water Use in Atacama Salt Flat Trips Up Chilean Lithium Miner. *Bloomberg Law*, 31.12.2019. Verfügbar unter: <https://news.bloomberglaw.com/environment-and-energy/water-use-in-atacama-salt-flat-trips-up-chilean-lithium-miner> (Abruf am 12.09.2023).

Opray, M. (2017). Nickel mining: the hidden environmental cost of electric cars. *The Guardian*, 24.08.2017. Verfügbar unter: <https://www.theguardian.com/sustainable-business/2017/aug/24/nickel-mining-hidden-environmental-cost-electric-cars-batteries> (Abruf am 12.09.2023).

Reuter, B. (2016). Assessment of sustainability issues for the selection of materials and technologies during product design: a case study of lithium-ion batteries for electric vehicles. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)* 10, 217-227. doi: 10.1007/s12008-016-0329-0

Sherwood, D. (2018). A water fight in Chile’s Atacama raises questions over lithium mining. *Reuters*, 18.10.2018. Verfügbar unter: <https://www.reuters.com/article/us-chile-lithium-insight-idUSKCN1MS1L8> (Abruf am 12.09.2023).

Thies, C., Kieckhäfer, K., Spengler, T.S., & Sodhi, M.S (2019). Assessment of social sustainability hotspots in the supply chain of lithium-ion batteries. *Procedia CIRP* 80, 292-297. doi: 10.1016/j.procir.2018.12.009

Whoriskey, P. (2016). In your phone, in their air. A trace of graphite is in consumer tech. In these Chinese villages, it’s everywhere. *Washington Post*, 02.10.2016. Verfügbar unter: <https://www.washingtonpost.com/graphics/business/batteries/graphite-mining-pollution-in-china/> (Abruf am 12.09.2023).

# Anhang

## *I. Methodenoptionen für die RRI-Gestaltungsdimensionen auf Prozessebene*

Für die folgenden Tabellen gilt: Die zuerst angeführten, farblich dargestellten Methoden entsprechen den Ansätzen, welche nach dem Review von Carbajo & Cabeza (2018) in der Energieforschung (inklusive der Energietechnologieforschung) bereits eingesetzt werden. Die nachfolgend ergänzend angeführten Ansätze stellen weitere Methodenoptionen dar.

Tabelle 12

## Überblick über mögliche Antizipationsmethoden

<i>Methode</i>	<i>Kurzbeschreibung</i>
<b>Constructive technology assessment</b>	Eine Methode zur Identifikation und Analyse potenzieller sozialer, wirtschaftlicher, politischer und ökologischer Auswirkungen neuer Technologien, um ein besseres Verständnis zu erlangen und Empfehlungen für ihre Entwicklung und Einführung zu geben
<b>Cost-benefit analysis</b>	Eine Methode zur Bewertung der Kosten und Vorteile eines Projekts oder einer Entscheidung, um ihre finanziellen und gesellschaftlichen Auswirkungen zu verstehen
<b>Foresight</b>	Eine Methode zur systematischen Analyse von langfristigen Entwicklungen, um mögliche zukünftige Szenarien zu identifizieren und Entscheidungen in der Gegenwart zu unterstützen
<b>Horizon scanning / Trendanalysen</b>	Eine Methode zur Identifikation und Überwachung von Trends und Entwicklungen in einer bestimmten Branche oder einem bestimmten Sektor, um zukünftige Risiken und Chancen frühzeitig zu erkennen
<b>Impact assessment</b>	Eine Methode zur Bewertung der Auswirkungen einer geplanten Entscheidung, Politik oder eines Projekts auf die Umwelt, die Gesellschaft und die Wirtschaft, um die Risiken und Chancen zu verstehen
<b>Life-cycle assessment</b>	Eine Methode zur Bewertung der Umweltauswirkungen eines Produkts oder einer Dienstleistung über den gesamten Lebenszyklus hinweg, einschließlich Herstellung, Nutzung und Entsorgung
<b>Risk assessment</b>	Eine Methode zur Bewertung von potenziellen Risiken und Schäden, die mit bestimmten Entscheidungen, Produkten oder Dienstleistungen verbunden sind
<b>Risk Management</b>	Eine Methode zur Identifikation, Bewertung und Steuerung von Risiken, um potenzielle Schäden zu minimieren und Chancen zu maximieren
<b>Roadmapping</b>	Eine Methode zur strategischen Planung und Visualisierung von Technologieentwicklungen und deren Anwendungen in der Zukunft
<b>Upstream public engagement</b>	Eine Methode zur Einbindung von Stakeholdern und Öffentlichkeit in der frühen Phase von Forschungsprojekten, um ihre Bedenken, Werte und Interessen zu berücksichtigen
<b>Antizipatorische Governance</b>	Ein Ansatz, bei dem eine Governance-Strategie entwickelt wird, um mit Unsicherheiten und Risiken im Zusammenhang mit zukünftigen Technologien oder Entwicklungen umzugehen
<b>Backcasting</b>	Zukunftsorientierter Ansatz zur Planung von Maßnahmen, bei dem ein Zielbild definiert wird und dann rückwärts Schritte zur Erreichung dieses Ziels identifiziert werden
<b>Partizipative Vorausschau</b>	Methodischer Ansatz zur Identifikation und Bewertung von Zukunftsentwicklungen unter Einbeziehung verschiedener Akteure
<b>Policy Delphi</b>	Eine Methode zur partizipativen Erarbeitung von Zukunftsszenarien und politischen Optionen durch Expert:innen
<b>Social Impact Assessment</b>	Eine Methode zur Bewertung der sozialen Auswirkungen von Projekten oder Maßnahmen
<b>Simulationen</b>	Eine Methode, um Szenarien zu entwickeln und auf unerwartete Ereignisse zu reagieren, indem verschiedene Strategien simuliert und ihre Auswirkungen auf das Technologieentwicklungsprojekt bewertet werden

## Überblick über mögliche Reflexionsmethoden

<i>Methode</i>	<i>Kurzbeschreibung</i>
<b>Codes of conduct</b>	Verhaltensregeln, die in FTI zur Reflexion und Sicherung von ethischen Standards dienen
<b>Ethische Technologiebewertung (Ethical technology assessment)</b>	Eine Methode zur Bewertung von Technologien hinsichtlich ihrer ethischen und sozialen Auswirkungen und Risiken
<b>Externe Bewertung</b>	Eine Methode zur Einholung von Feedback und Bewertungen von Expert:innen außerhalb eines FTI-Projekts, um eine objektive Bewertung des Projekts zu erhalten
<b>Midstream Modulation</b>	Eine Methode, die vorsieht, die Entwicklung von Technologien im laufenden Prozess zu beeinflussen und zu modifizieren, um ethische, soziale und ökologische Herausforderungen zu berücksichtigen
<b>Mind Mapping</b>	Diese Methode eignet sich gut für die Generierung und Visualisierung von Ideen und Konzepten in einer kollaborativen Umgebung
<b>Moratorien</b>	Zeitliche Aussetzung von bestimmten Technologieanwendungen, um Zeit für eine fundierte Reflexion und Evaluierung der Risiken und Auswirkungen zu gewinnen
<b>Multi-/Interdisziplinärer Forschungsansatz</b>	Ein Ansatz, der verschiedene wissenschaftliche Disziplinen integriert, um eine umfassendere und integrative Analyse von Forschungsfragen zu ermöglichen
<b>Open Innovation</b>	Diese Methode nutzt das Wissen und die Ideen von Personen außerhalb des Teams oder der Organisation, um innovative Lösungen zu generieren
<b>Retrospektive Reflektion</b>	Eine Methode zur Analyse der Vergangenheit, um zu verstehen, was gut funktioniert hat und was verbessert werden kann
<b>Selbstreflexion</b>	Eine Methode, bei der die Forschenden ihre eigenen Annahmen, Voreingenommenheiten und Erfahrungen reflektieren, um sicherzustellen, dass diese Faktoren das Projekt nicht beeinflussen
<b>Transdisziplinärer Forschungsansatz</b>	Ein Ansatz, der über die wissenschaftlichen Disziplinen hinausgeht und verschiedene Akteure und Perspektiven in den Forschungsprozess integriert, um praxisorientierte Lösungen für komplexe Probleme zu erarbeiten
<b>User Experience Design</b>	Diese Methode konzentriert sich darauf, Produkte und Dienstleistungen zu entwickeln, die die Bedürfnisse und Erwartungen der Benutzer:innen erfüllen



## Überblick über mögliche Inklusionsmethoden

<i>Methode</i>	<i>Kurzbeschreibung</i>
<b>Bürgerjurys</b>	Ein partizipativer Ansatz, bei dem eine Gruppe von Bürger:innen in einem strukturierten Prozess ihre Meinungen und Empfehlungen zu einem bestimmten Thema abgibt
<b>Citizen science</b>	Eine Methode, bei der Bürger:innen aktiv an wissenschaftlichen Projekten teilnehmen und Daten sammeln, um Forschungsergebnisse zu unterstützen oder zu generieren
<b>Co-evolutionäre Ansätze</b>	Ein Ansatz, bei dem Technologieentwicklung und gesellschaftliche Veränderungen gemeinsam betrachtet werden, um die Wechselwirkungen zwischen Technologie und Gesellschaft zu berücksichtigen
<b>Constructive Technology Assessment</b>	Ein Ansatz, bei dem Wissenschaftler:innen, Stakeholder und Expert:innen gemeinsam eine Technologie oder ein Produkt in einer frühen Entwicklungsphase bewerten und Empfehlungen geben
<b>Crowdsourcing</b>	Einbindung einer breiten Masse von Personen zur Lösung von Problemen oder zur Generierung von Ideen durch offene Aufrufe und die Nutzung von Online-Plattformen
<b>Deliberative mapping</b>	Ein partizipativer Ansatz, bei dem die Teilnehmer:innen gemeinsam eine Karte oder einen Plan entwickeln und dabei verschiedene Optionen und Kriterien diskutieren und abwägen
<b>Deliberative polling</b>	Ein partizipativer Ansatz, bei dem eine repräsentative Gruppe von Bürger:innen sich im Rahmen eines strukturierten Prozesses über ein bestimmtes Thema informiert und dann Empfehlungen abgibt
<b>Fokusgruppen</b>	Eine qualitative Forschungsmethode, bei der eine Gruppe von Personen zu einem bestimmten Thema befragt wird, um deren Meinungen, Erfahrungen und Einstellungen zu verstehen
<b>Konsens-Konferenzen</b>	Ein partizipativer Ansatz, bei dem eine Gruppe von Teilnehmenden gemeinsam Konsens zu einem bestimmten Thema erarbeitet
<b>Multi-stakeholder partnerships</b>	Partnerschaften zwischen verschiedenen Akteuren, um gemeinsam Lösungen für komplexe Probleme zu finden und umzusetzen
<b>Nutzerzentrierte Innovation</b>	Ein Innovationsansatz, bei dem die Bedürfnisse und Erfahrungen der Nutzer:innen im Mittelpunkt des Entwicklungsprozesses stehen
<b>Open innovation</b>	Ein Innovationsansatz, bei dem Unternehmen und Organisationen externe Quellen nutzen, um Ideen und Technologien zu generieren oder weiterzuentwickeln
<b>Open source innovation</b>	Ein Innovationsansatz, bei dem eine Technologie oder ein Produkt frei zugänglich gemacht wird, um die Zusammenarbeit und Innovation durch eine breitere Gruppe von Entwickler:innen und Anwender:innen zu fördern
<b>Participatory agenda setting</b>	Partizipativer Ansatz zur Festlegung von Forschungsagenden, bei dem unterschiedliche Interessensgruppen einbezogen werden
<b>Participatory Technology Assessment</b>	Partizipative Technologiebewertung, bei der verschiedene Akteure und Perspektiven berücksichtigt werden
<b>Partizipative Forschung</b>	Ein Ansatz, bei dem Bürger:innen oder Stakeholder aktiv in den Forschungsprozess einbezogen werden, um deren Erfahrungen und Perspektiven zu berücksichtigen
<b>Partizipative Innovation</b>	Ein Innovationsansatz, bei dem die Nutzer:innen oder Stakeholder aktiv in den Entwicklungsprozess einbezogen werden
<b>Public/Stakeholders advisory</b>	Einrichtung von Gremien, die die Einbeziehung von öffentlichen Interessen und Perspektiven bei Forschungs- und Entscheidungsprozessen sicherstellen sollen

## Überblick über mögliche Inklusionsmethoden

<i>Methode</i>	<i>Kurzbeschreibung</i>
<b>Science shops</b>	Eine Einrichtung, die Wissenschafts- und Technologieexpertise für gemeinnützige Zwecke zugänglich macht, indem sie Bürgergruppen und gemeinnützigen Organisationen kostenlosen Zugang zu wissenschaftlichen Informationen, Fachwissen und Ressourcen ermöglicht
<b>Upstream engagement</b>	Partizipative Einbindung von Akteuren und Interessensgruppen in Forschungs- und Innovationsprozesse bereits in einem frühen Stadium
<b>Co-Design</b>	Eine Methode, bei der Forschende und Stakeholder gemeinsam ein Forschungsprojekt entwerfen, um sicherzustellen, dass die Bedürfnisse der Stakeholder berücksichtigt werden
<b>Community-Based Participatory Research</b>	Eine Methode, bei der Forschende und Mitglieder der Gemeinschaft zusammenarbeiten, um gemeinsam Forschungsfragen zu entwickeln und das Forschungsprojekt durchzuführen
<b>Culturally Responsive Research</b>	Eine Methode, bei der Forschende die kulturellen Hintergründe und Perspektiven der beteiligten Personen berücksichtigen, um sicherzustellen, dass die Forschung für alle Beteiligten zugänglich und relevant ist
<b>Empowerment Evaluation</b>	Partizipativer Ansatz zur Bewertung von Programmen und Projekten, bei dem die Teilnehmenden befähigt werden, ihre eigenen Ziele zu definieren, Maßnahmen zu entwickeln und die Umsetzung zu bewerten
<b>Intersectional Research</b>	Eine Methode, bei der die verschiedenen Formen der Marginalisierung und Diskriminierung, die in der Forschung behandelt werden sollen, berücksichtigt werden, um eine inklusive Forschungsumgebung zu schaffen
<b>Participatory Action Research</b>	Gemeinsame Forschung mit betroffenen Gruppen, um deren Bedürfnisse und Perspektiven zu berücksichtigen und gemeinsam Lösungen zu erarbeiten

## Überblick über mögliche Responsivitätsmethoden

<i>Methode</i>	<i>Kurzbeschreibung</i>
<b>Regulierungsstandards</b>	Ein partizipativer Ansatz, bei dem eine Gruppe von Bürger:innen in einem strukturierten Prozess ihre Meinungen und Empfehlungen zu einem bestimmten Thema abgibt
<b>Research integrity</b>	Eine Methode, bei der Bürger:innen aktiv an wissenschaftlichen Projekten teilnehmen und Daten sammeln, um Forschungsergebnisse zu unterstützen oder zu generieren
<b>Value-sensitive design</b>	Ein Ansatz, bei dem Technologieentwicklung und gesellschaftliche Veränderungen gemeinsam betrachtet werden, um die Wechselwirkungen zwischen Technologie und Gesellschaft zu berücksichtigen
<b>Stage-Gates</b>	Ein Ansatz, bei dem Wissenschaftler:innen, Stakeholder und Expert:innen gemeinsam eine Technologie oder ein Produkt in einer frühen Entwicklungsphase bewerten und Empfehlungen geben
<b>Alternative intellectual property regimes</b>	Einbindung einer breiten Masse von Personen zur Lösung von Problemen oder zur Generierung von Ideen durch offene Aufrufe und die Nutzung von Online-Plattformen
<b>Rapid Prototyping</b>	Eine Methode, die es ermöglicht, schnell verschiedene Lösungen und Prototypen zu entwickeln und zu testen, um schnell auf Feedback und Erkenntnisse zu reagieren
<b>Scrum</b>	Ein agiler Ansatz für das Projektmanagement, der von cross-funktionalen Teams verwendet wird, um schnell und effektiv auf sich ändernde Anforderungen und Umstände zu reagieren
<b>Agiles Projektmanagement</b>	Anpassung des Forschungsprozesses an sich ändernde Anforderungen und Gegebenheiten, um die Flexibilität und Effektivität des Projekts zu erhöhen
<b>Adaptive Governance</b>	Eine Methode zur flexiblen Anpassung von Governance-Strukturen an sich ändernde Umstände
<b>Rückkopplungsmechanismen</b>	Rückkopplungsmechanismen können in den Forschungsprozess integriert werden, um Feedback von Stakeholdern zu erhalten und auf unerwartete Ereignisse zu reagieren
<b>Kontinuierliches Monitoring</b>	Kontinuierliches Monitoring von Daten und Ergebnissen ermöglicht es, Veränderungen und Probleme frühzeitig zu erkennen und darauf zu reagieren
<b>Early Warning Systems</b>	Early Warning Systems können eingesetzt werden, um unerwartete Ereignisse frühzeitig zu erkennen und zu bewerten und um angemessene Reaktionen zu planen
<b>Krisenmanagement</b>	Krisenmanagement-Strategien können eingesetzt werden, um auf unerwartete Ereignisse schnell zu reagieren und Schäden zu minimieren
<b>Flexible Projektplanung</b>	Flexibilität bei der Planung von Forschungsprojekten ermöglicht es, auf unerwartete Ereignisse zu reagieren und schnellere Anpassungen an den Forschungsprozess vorzunehmen

## Überblick über mögliche Transparenzmethoden

<i>Methode</i>	<i>Kurzbeschreibung</i>
<b>Alternative Intellectual Property (IP) Regimes</b>	Alternative Formen des Schutzes von geistigem Eigentum, die im Gegensatz zu traditionellen IP-Regimen, wie Patente, Urheberrechte und Marken, stehen; Diese alternativen Regime können die Eigentumsrechte von Wissen und Innovationen in einer Weise schützen, die besser auf die Bedürfnisse der Gesellschaft und der Umwelt reagiert
<b>Forschungsdatenmanagement</b>	Ein systematischer Ansatz zur Organisation, Sicherung, Speicherung, Dokumentation, Archivierung und Bereitstellung von Daten, um sicherzustellen, dass sie langfristig zugänglich und nutzbar bleiben
<b>Open Access</b>	Veröffentlichung wissenschaftlicher Publikationen frei zugänglich im Internet, um deren Lesbarkeit und Zugänglichkeit zu erhöhen
<b>Open Data</b>	Bereitstellung von Forschungsdaten für die öffentliche Nutzung und Weiterverwendung, um Transparenz und Reproduzierbarkeit von Forschungsergebnissen zu gewährleisten
<b>Open Notebook Science</b>	Eine Praxis, bei der Forschende ihre Forschungsprozesse und -daten in Echtzeit öffentlich zugänglich machen, um Transparenz und Kollaboration zu fördern
<b>Open peer review</b>	Offene Begutachtung von wissenschaftlichen Publikationen durch die wissenschaftliche Gemeinschaft, um die Transparenz und Gerechtigkeit im Peer-Review-Prozess zu verbessern
<b>Pre-registration</b>	Eine Methode, bei der Forschende ihre Hypothesen, Methoden und Analysepläne vorab öffentlich registrieren, um Transparenz und Reproduzierbarkeit zu fördern
<b>Reproduzierbarkeitsaudits</b>	Eine Methode, bei der unabhängige Forschende versuchen, die Ergebnisse einer Studie durch Wiederholung der Analyse oder der Datenbeschaffung zu reproduzieren, um die Qualität und Glaubwürdigkeit von Forschungsergebnissen zu überprüfen
<b>Transparente Forschungspraktiken</b>	Ein Rahmen, der eine Vielzahl von Praktiken wie Transparenz bei der Datenerhebung, Verwendung von Kontrollgruppen, Vorabregistrierung, offene Daten und Offenlegung von Interessenskonflikten umfasst, um die Transparenz und Qualität von Forschungsergebnissen zu erhöhen

## *II. Antizipation alternativer Pfade am Beispiel Batterietechnologien*

Im Folgenden wird der Indikator ‚Antizipation alternativer Pfade‘ anhand von Batterietechnologien veranschaulicht, die als Anwendungsbeispiel dienen.

Batterien ermöglichen es, Strom beispielsweise im Auto und in privaten und öffentlichen Gebäuden zwischenspeichern und flexibel zu nutzen.

Bei Batterien variieren mögliche negative Auswirkungen zwischen den Lebenszyklusphasen Materialgewinnung, Herstellung, erstes Leben, zweites Leben und Lebensende<sup>33</sup>. Aktuelle Studien bescheinigen hierbei insbesondere den Phasen der Materialgewinnung<sup>34</sup> sowie dem Lebensende<sup>35</sup> ein erhöhtes Risikopotenzial, während dieses vor allem während der ersten Nutzungsphase (erstes Leben) als vergleichsweise gering angesehen werden kann<sup>36</sup>. Folgende Problembereiche werden unter anderem in der Literatur thematisiert:

- Im Kontext der Rohstoffgewinnung in ärmeren Ländern bestehen starke ethische Bedenken. Hier kann insbesondere die Situation der Kobaltgewinnung als alarmierend eingeschätzt werden.<sup>37</sup> In der Demokratischen Republik Kongo, wo ein großer Teil der weltweiten Kobaltgewinnung erfolgt, wird von gefährlichen Arbeitsbedingungen sowie Ausbeutung und Rechteinschränkung der Arbeiter:innen und von Kinderarbeit berichtet.<sup>38</sup>
- Ein weiteres im Rahmen der Rohstoffgewinnung auftretendes und speziell die lokalen Gemeinden betreffendes Problem sind die Verknappung und Kontamination des örtlichen Trinkwassers. So werden im Rahmen der Lithiumgewinnung, je nach genutztem Verfahren, große Mengen an Frischwasser für die Solebehandlung benötigt. Im Bezug hierauf wird aus Chile und Argentinien berichtet, dass eine exzessive Anwendung solcher Verfahren dazu führt, dass die einheimische Bevölkerung nicht mehr über genügend Wasser für Viehzucht, Nahrungsmittelanbau und Lebensunterhalt verfügt.<sup>39</sup>
- Die Gewinnung von Nickel und Graphit sind zudem mit einer Verschmutzung des Grundwassers verbunden und können hierbei zu einer Kontamination des Trinkwassers sowie einem Absterben von Nutzpflanzen führen.<sup>40</sup>

In einem beispielhaften Projektantrag werden zur Dimension Antizipation folgende Angaben gemacht:

Der vorgesehene Pfad über die Nutzung des Lithiummanganeisenphosphats scheint nach vorherrschender wissenschaftlicher Meinung sehr vielversprechend zu sein. Auch um mögliche zusätzliche Kosten zu vermeiden, wird der Fokus entsprechend auf diese Lösung gelegt.

Abbildung 8: Ausschnitt aus beispielhaftem Projektantrag für die Bewertung der Dimension Antizipation

Unter Zuhilfenahme der entwickelten Rubrik kann nun eine Bewertung der Dimension Antizipation (speziell Indikator 3, siehe **Kapitel 5**) vorgenommen werden. Alternative Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationswege werden im oben gezeigten Beispiel eher vernachlässigt.

---

#### Identifizierung und Prüfung alternativer Pfade (ANT3)

*sehr hoch* Eine strukturierte, regelmäßige analytische Überprüfung alternativer Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationswege ist vorgesehen

---

*hoch* Die Verwendung eines zumindest in Ansätzen strukturierten Prozesses zur Identifikation und Prüfung alternativer Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationswege ist vorgesehen

---

*moderat* Erklärte Bereitschaft zur Identifikation und Prüfung alternativer Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationswege, ohne klare Methoden oder Verfahren zu benennen

---

*niedrig* Pauschale optimistische Prognose für das gewählte Vorgehen, ohne klare Bemühungen, alternative Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationswege zu identifizieren

<sup>33</sup> Christensen et al. 2021; Dehghani-Sanij et al. 2019

<sup>34</sup> Beylot & Villeneuve 2017; Thies et al. 2019

<sup>35</sup> Christensen et al. 2021

<sup>36</sup> Christensen et al. 2021

<sup>37</sup> Reuter 2016

<sup>38</sup> Amnesty International 2016

<sup>39</sup> Frankel & Whoriskey 2016; Joy & Azzopardi 2019; Sherwood 2018

<sup>40</sup> Opray 2017; Whoriskey 201





Verantwortungsvolle  
Technikinnovation  
für die Energiewende

[www.v4innovate.de](http://www.v4innovate.de)

*Projektpartner:*



[www.zsw-bw.de](http://www.zsw-bw.de)



UNIVERSITY OF  
HOHENHEIM

[www.uni-hohenheim.de](http://www.uni-hohenheim.de)

The logo for Dialogik features the word 'DIALOGIK' in a blue, sans-serif font. Above the word is a horizontal line with an arrow pointing to the left, and below it is a horizontal line with an arrow pointing to the right.

DIALOGIK

gemeinnützige Gesellschaft für Kommunikations-  
und Kooperationsforschung mbH

[www.dialogik-expert.de](http://www.dialogik-expert.de)

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages