

Reallabore als umweltbezogenes Politikinstrument

Kurzstudie im Rahmen der Digitalagenda
des Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz und nukleare Sicherheit

Justus von Geibler und Franziska Stelzer

Herausgeber:

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH
Döppersberg 19
42103 Wuppertal
www.wupperinst.org

Autorinnen und Autoren:

Dr. Justus von Geibler
E-Mail: justus.geibler@wupperinst.org
Dr. Franziska Stelzer
E-Mail: franziska.stelzer@wupperinst.org

Weitere Mitarbeitende:

Dr.-Ing. Stephan Ramesohl
Prof. Dr. Christa Liedtke
Thomas Götz
Flora Dicke

Stand: Dezember 2020

„**Wuppertal Reports**“ sind Abschlussberichte aus Projekten, die von Auftraggebern zur Veröffentlichung freigegeben wurden. Sie sollen mit den Projektergebnissen aus der Arbeit des Instituts vertraut machen und zur kritischen Diskussion einladen. Das Wuppertal Institut achtet auf ihre wissenschaftliche Qualität. Für den Inhalt sind die Autorinnen und Autoren verantwortlich.

Wuppertal, Dezember 2020
ISSN 1862-1953

Dieses Werk steht unter der Lizenz „Creative Commons Attribution 4.0 International“ (CC BY 4.0).
Der Lizenztext ist abrufbar unter: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Das diesem Bericht zugrunde liegende Projekt „Umweltpolitik und Digitalisierung“ wird im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) mit einer geplanten Laufzeit von November 2019 bis August 2021 durchgeführt.

Das Autorenteam dankt folgenden Personen für ihre Beiträge zur Unterstützung der Kurzstudie:

Dr. Florian Kammerer (BMU); Christian Löwe (Umweltbundesamt); Dr. Jörg Mayer-Ries (BMU); Matthias Sauer (BMU); Andrea Schüten-Schwedhelm (BMU); Dr. Holger Seidel (BMU); Rafael Bendszus (BMU); Dr. Susanne Baltes (Bundeskanzleramt); Simon Schäfer-Stradowsky (IKEM – Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität); Prof. Dr. Sabine Schlacke (Westfälische Wilhelms-Universität Münster); Dr.-Ing. Stephan Ramesohl (Wuppertal Institut); Prof. Dr. Christa Liedtke (Wuppertal Institut); Thomas Götz (Wuppertal Institut); Pauline Overath (Wuppertal Institut); Flora Dicke (Wuppertal Institut).

Bitte den Bericht folgendermaßen zitieren:

Geibler, J. v. & Stelzer, F. (2020): Reallabore als umweltbezogenes Politikinstrument: Kurzstudie im Rahmen der Digitalagenda des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Wuppertal Report Nr. 19, Wuppertal Institut.

Zusammenfassung

Der gestiegene Bedeutungsgewinn und die Relevanz von Reallaboren für die Gestaltung einer nachhaltigen Zukunft wird durch den vermehrten Einbezug von Reallabor Konzepten in politischen Strategien und Publikationen deutlich (BMU, 2020a; WBGU, 2016; WGBU, 2019; Wolf et al., 2018). Weniger klar ist bisher, wie Reallabore für eine umweltorientierte Digitalpolitik genutzt werden können.

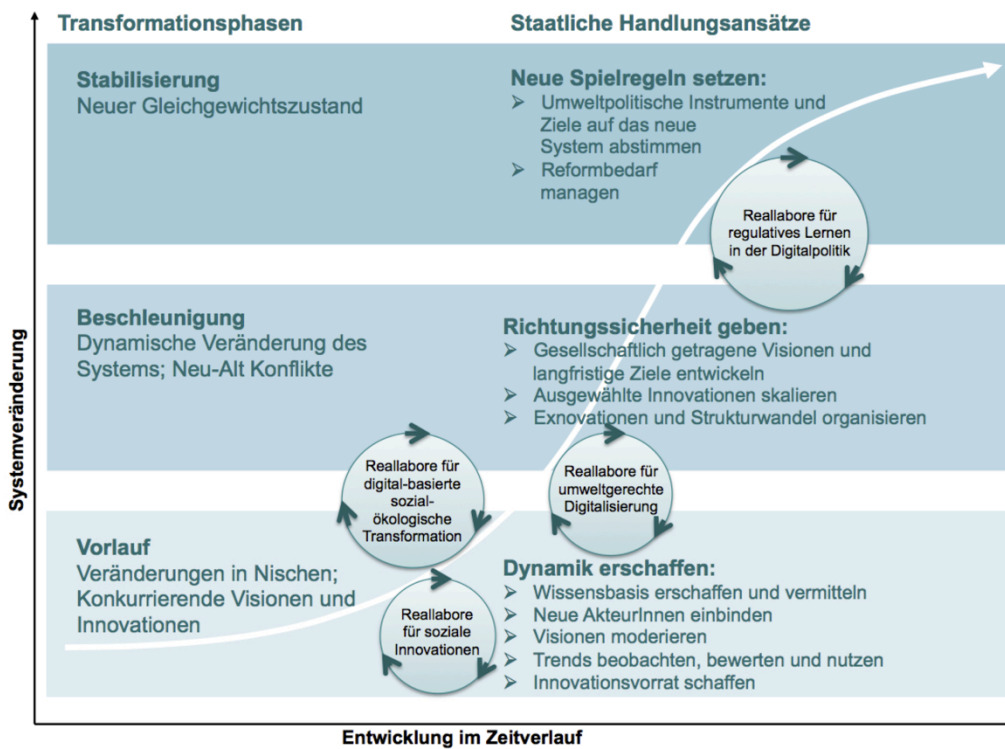
Die vorliegende Kurzstudie „Reallabore als umweltbezogenes Politikinstrument“ stellt konzeptionelle Grundlagen für Reallabore als Politikinstrument einer transformativen Umweltpolitik dar und leitet Handlungsempfehlungen für den zielgerichteten und wirkungsvollen Einsatz von Reallaboren im Rahmen einer umweltorientierten Digitalpolitik ab.

In der Kurzstudie werden im Sinne der Digitalagenda des BMU **Reallabore als „Experimentierräume für digitalbasierte sozialökologische Innovationen, in denen digitale Tools, Anwendungen und neue Kooperationsstrukturen entwickelt und modellhaft getestet werden können“** verstanden. Es werden zunächst drei idealtypische Reallaboransätze mit ihren Schwerpunkten und Kerncharakteristika dargestellt und erläutert. Während Reallabore für soziale Innovationen in transdisziplinärer Kooperation gemeinsam mit zivilgesellschaftlichen Akteuren/-innen, soziale Lösungen für realweltliche Nachhaltigkeitsprobleme in kleinräumigem Maßstab erarbeiten, stellen Reallabore für großskalige, technische Innovationen Testräume zur realweltlichen Erprobung und Demonstration von technischen Innovationen bereit. Reallabore für regulatives Lernen entwickeln und testen alternative rechtliche Anreizmechanismen und unterstützen mit ihren hieraus gewonnenen wissenschaftlichen Erkenntnissen die praktische Politik.

Reallabore greifen mit der Fokussierung auf die Schaffung und Vermittlung von Wissen für nachhaltige Transformationen auf Basis von Experimenten und Ko-Kreation von Lösungsansätzen einen zentralen Handlungsansatz einer transformativen Umweltpolitik auf. Zudem nutzen sie weitere Ansätze der transformativen Umweltpolitik:

1. Einbindung neuer Akteure/-innen; Identifikation, Bewertung und Nutzung von Trends sowie Schaffung eines Innovationsvorrats (Fokus der „*Reallabore für soziale Innovationen*“, vgl. Kap. 3.1).
2. Abstimmung umweltpolitische Instrumente und Ziele auf das neue System der Digitalisierung (Fokus der „*Reallabore für regulatives Lernen*“ (vgl. Kap. 3.3).
3. Organisation von Exnovation für Richtungssicherheit in Beschleunigungsphasen (Fokus der „*Reallabore für umweltgerechte Digitalisierung*“, vgl. Kap. 4.1).
4. Entwicklung gesellschaftlich getragener Visionen und langfristiger Ziele sowie Skalierung ausgewählter Innovationen (Fokus der „*Reallabore für digital-basierte sozial-ökologische Transformation*“, vgl. Kap. 4.2)

Reallabore bauen damit auf bestehenden und bewährten Handlungsansätzen auf und stellen eine Ergänzung und Weiterentwicklung bisheriger Umweltpolitik dar. Sie sind somit geeignet, den Herausforderungen einer nachhaltigen Digitalpolitik zu begegnen, und können daher als ein wichtiges Politikinstrument für die Stärkung und Weiterentwicklung der Umweltpolitik genutzt werden.



Reallabore als Instrumente transformativer Umweltpolitik der Digitalisierung

(Quelle für Hintergrund: Wolff et al. 2018, auf Basis von SRU, 2016)

Um Reallabore im Kontext der Digitalpolitik für umweltpolitischen Ziele besser zu nutzen, werden drei Strategien empfohlen:

- 1) *Förderprogramm für Reallabore der nachhaltigen Digitalisierung,*
- 2) *Wissenstransfer für nachhaltigen Wandel in der Digitalisierung und*
- 3) *Forschung zur digitalen und partizipativen Entwicklung von rechtlichen und planerischen Politikinstrumenten*

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
Inhaltsverzeichnis	6
1 Einleitung	7
2 Was sind Reallabore?	9
3. Merkmale und Beispiele idealtypischer Reallaboransätze	11
3.1 Reallaboransatz für soziale Innovationen in Nischen	11
3.2 Reallaboransatz für großskalige, technische Innovation	13
3.3 Reallaboransatz für regulatives Lernen	14
4 Reallabore für eine umweltgerechte Digitalpolitik: Herausforderungen und Erfolgsfaktoren	16
4.1 Reallabore für eine umweltgerechte Digitalisierung	16
4.2 Reallabore für digital-basierte sozial-ökologische Innovationen	19
4.3 Erfolgsfaktoren für die konkrete Umsetzung von Reallaboren	21
5 Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen für den umweltpolitischen Einsatz von Reallaboren	24
5.1 Reallabore als ein Instrument der transformativen Umweltpolitik	24
5.2 Handlungsstrategien für den umweltpolitischen Einsatz von Reallaboren	25
6 Literaturverzeichnis	31
Anhang: Übersicht über Interviews und Workshops-Teilnehmenden	34

1. Einleitung

In einer zunehmend komplexen Welt sind Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger mit einer großen Unsicherheit hinsichtlich möglicher Auswirkungen ihrer Entscheidungen konfrontiert. Experimentelle Ansätze zum **realweltlichen Testen von sozialen, technischen und regulativen Innovationen** in diversen Handlungsfeldern können diese Unsicherheit reduzieren und dadurch transformative Prozesse optimieren (Bauknecht et al., 2019; WBGU, 2011). Ähnlich einem Markttest können so vor einem großflächigen Einsatz einer sozialen, technischen oder regulativen Maßnahme oder Innovation die Wirkungszusammenhänge und auch unabsehbare oder unerwünschte Effekte sichtbar gemacht und die jeweilige Maßnahme oder Innovation optimiert oder auch zurückgezogen werden.

Vor diesem Hintergrund gewinnt das **Reallabor-Konzept** und die Idee des partizipativen – und explizit auch nicht-technologischen – Experimentierens in realen Anwendungskontexten **im politischen Kontext zunehmend an Bedeutung**. Dies drückt sich unter anderem in einer Reihe von entsprechend benannten Förderprogrammen auf Landes- und Bundesebene sowie verschiedenen Netzwerkentwicklungen („Netzwerk Reallabore“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie [BMWi] und das Netzwerk „Reallabore der Nachhaltigkeit“) oder auch mit der Forderung einer „Kultur des Experimentierens“ (Alcántara et al., 2017) aus. Die **Umweltpolitische Digitalagenda des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)**, die im März 2020 von Umweltministerin Svenja Schulze vorgestellt wurde, benennt Reallabore als Maßnahmen zur Erreichung der Ziele der Agenda (vgl. Kasten unten).

In der Umsetzung von Reallaboren werden **variierende Schwerpunktsetzungen und unterschiedliche Interpretationen durch verschiedene Akteursgruppen** deutlich, darunter auch die Funktion des Reallabors als Konzept zum Experimentieren mit Regulation (Defila & Di Giulio, 2019; Bauknecht et al., 2019). Beispielsweise stellt das „Handbuch für Reallabore“ des BMWi Reallabore im Sinne von „regulatory sandboxes“ als „Testräume für Innovation und Regulierung“ dar, die die besondere Chance bieten, nicht nur über Innovationen zu lernen, sondern auch über deren rechtlichen Rahmen. Living Labs und Reallabore bieten dazu über akteurs- und nutzerintegrierende Formate unter anderem die Möglichkeit, sozio-technische Innovationsinfrastrukturen für umweltgerechte Digitalprodukte, Dienstleistungen und (auch gemeinwohlorientierte) Geschäftsmodelle angepasst an gesellschaftliche Anforderungen zu entwickeln (Baedeker et al., 2017; Liedtke et al., 2020).

In dieser Kurzstudie werden Handlungsempfehlungen für den zielgerichteten und wirkungsvollen Einsatz von Reallabor-Konzepten als Politikinstrument im Rahmen der Digitalpolitik des BMU abgeleitet. Der umweltpolitische Bezug und die gesellschaftlichen Chancen digitaler Innovationen für den sozial-ökologischen Umbau stehen dabei im Fokus. Soziale Innovationen werden dabei explizit mit einbezogen.

Zur Aufbereitung von konzeptionellen Grundlagen wird zunächst betrachtet, welche grundlegenden Reallaboransätze bestehen und wie diese im Kontext umweltbezogener Politikinstrumente genutzt werden können. Es wird dargestellt, inwiefern die einzelnen Reallaboransätze geeignet sind, die Skalierbarkeit einer Idee zu erproben und zu fördern, bzw. ob Kriterien und Verfahrensoptionen für einen erfolgreichen Einsatz für digitalbasierte sozialökologische Innovationen operationalisiert werden können und welche grundlegenden Potentiale sie daher aus umweltpolitischer Sicht bieten.

Reallabore in der Digitalagenda des BMU

In der 2020 erschienenen Digitalagenda des BMU (BMU, 2020a) werden richtungsweisende Maßnahmen umrissen, welche eine nachhaltige Digitalisierung ermöglichen sollen. Dabei werden auch Reallabore als „Experimentierräume für digitalbasierte sozialökologische Innovationen, in denen digitale Tools, Anwendungen und neue Kooperationsstrukturen entwickelt und modellhaft getestet werden können“ aufgegriffen (BMU, 2020a, S. 66). Es werden vier explizite Reallaborprojekte benannt:

1. Reallabor „Vernetzte Modellkommune in der Kreislaufwirtschaft“

Etablierung eines Testfelds zur Erprobung von digitalen Lösungen für eine optimierte Abfalllogistik und -wirtschaft, für Abfallvermeidung und zur Interaktion mit Verbraucherinnen und Verbrauchern.

2. Reallabor „Umweltverträgliche Digitalisierung im Verkehr“

Erprobung der kommunalen Gestaltung eines umweltfreundlichen Verkehrs durch digitale Instrumente: zum Beispiel „Dynamische Echtzeit-Steuerung“ oder „Digitaler Mobilitätsverbund – Auswirkung digitaler Mobilität auf Quartiersebene“ im Rahmen des Wettbewerbs „Zukunft einer nachhaltigen Mobilität für Umwelt- und Klimaschutz im Verkehr“

3. Reallabor „Nachhaltiger Konsum in der Plattformökonomie“

Einrichtung eines Experimentierfeldes zur praktischen Erprobung der Wirksamkeit und technischen Machbarkeit praktischer Regulierungs- und Anreizsysteme für nachhaltigen Konsum; Innovationspartnerschaft mit dem Online-Handel und mit relevanten Stakeholdern

4. Reallabor „Nachhaltige digitale Landwirtschaft“

Erprobung plattformbasierter Ansätze für den Natur- und Umweltschutz sowie neue Ökosystemdienstleistungen als Beitrag zur nachhaltigen Landbewirtschaftung unter ganzheitlicher Landschaftsbetrachtung (komplementär zu Aktivitäten des Bundeslandwirtschaftsministeriums (BMEL)).

2. Was sind Reallabore?

In der Frage, was ein Reallabor genau ist und welche Charakteristika ein Reallabor ausmachen, besteht noch kein verbindlicher Konsens (Rose et al., 2019). **Die große Begriffsvielfalt rund um experimentelle Ansätze mit Nachhaltigkeitsfokus** wird in einer Darstellung des BMWi veranschaulicht (siehe Abb. 1). Im Folgenden wird erläutert, was unter Reallaboren verstanden werden kann, welche Prozesse sie und welche Merkmale die verschiedenen Ansätze prägen.

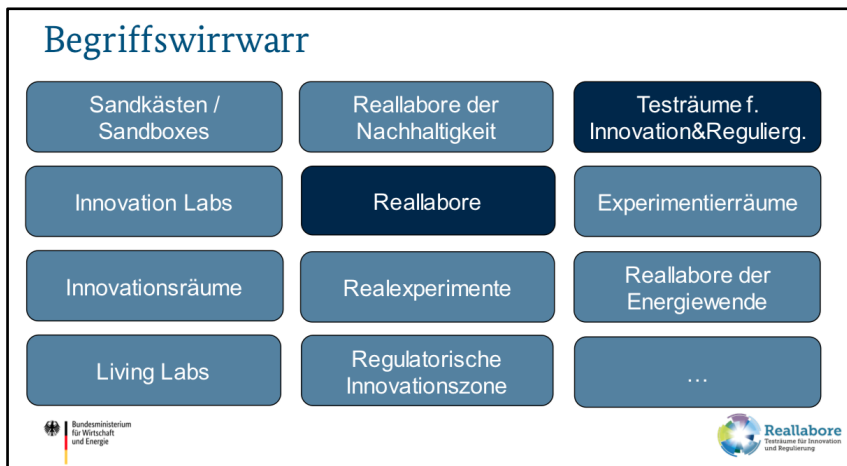


Abbildung 1: Begriffswirrwarr Reallabore (Quelle: Steinberg, 2019)

Einen erhöhten Bekanntheitsgrad erlangte das Reallabor-Konzept mit dem 2016 erschienenen Hauptgutachten des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) zum Thema nachhaltige Transformation der Städte. Hier heißt es „Reallabore sind wissenschaftlich konstruierte Räume einer kollaborativen Nachhaltigkeitsforschung mit Interventionscharakter“ (WBGU, 2016, S. 542). Unter „Laboren“ werden gemeinsame Forschungswerkstätten verstanden, an deren Beginn eine realweltliche Problem- oder Fragestellung steht und deren Ziel das Generieren von System-, Ziel- und Transformationswissen ist. Dabei beziehen sich die in Reallaboren gezogenen Systemgrenzen häufig auf Städte oder deren geographische Subsysteme wie Stadtteile, Quartiere oder Nachbarschaften (WBGU, 2016). In einem ähnlich breiten Verständnis wird von Seiten des Deutschen Bundestages ein Reallabor (englisch: u.a. real-world laboratory oder living lab) allgemein als eine Kooperation zwischen Wissenschaft und Zivilgesellschaft bezeichnet, die das gegenseitige Lernen in einem experimentellen Umfeld ermöglicht (Deutscher Bundestag, 2018a). Für die vorliegende Studie wird sich auf die Begriffsdefinition aus der Digitalagenda des BMU berufen, wonach Reallabore auf Digitalisierung bezogen werden und als **„Experimentierräume für digitalbasierte sozialökologische Innovationen, in denen digitale Tools, Anwendungen und neue Kooperationsstrukturen entwickelt und modellhaft getestet werden können“** definiert werden (BMU, 2020a, S. 66).

Der Prozess, in dem die verschiedenen Reallaboransätze typischerweise umgesetzt werden, folgt einem **zeitlich strukturierten Muster verschiedener Phasen** (vgl. Wanner et al., 2018; BMWi, 2019a; Geibler et al., 2019; Die Bundesregierung, 2020):

- So werden in der **Konzeption- und Design-Phase** Akteure/-innen eingebunden, thematische, räumliche und zeitliche Eingrenzungen vorgenommen, Ziele gemeinsam formuliert und der Ressourceneinsatz geplant.
- Anschließend werden in der **Ko-Produktions-Phase** gemeinsam Interventionen entwickelt und innerhalb von lösungsorientierten „Experimenten“ erprobt. Dabei entsteht ein iterativer Lernprozess in der Regel durch die Reflexion und Nachsteuerung.

- Zuletzt werden in einer **Test- und Evaluationsphase** finale Erprobungen durchgeführt, dabei Ergebnisse gesammelt, ausgewertet und von die jeweiligen Akteure/-innen nach Möglichkeit in ihr jeweiliges System (Wissenschaft, Gesellschaft, Politik, Recht, Technik etc.) transferiert.

Reallabore und Living Labs werden mit verschiedenen Schwerpunkten und Ausprägungen umgesetzt (vgl. Tabelle 1). Die Ansätze unterscheiden sich hinsichtlich des fokalen Gegenstands, des disziplinären Zugangs, der Realweltlichkeit des Experimentierraums, der zentralen Akteure/-innen, der Intensität der Akteursbeteiligung, der Ressourcenausstattung, der Institutionalisierung sowie der Rolle im Politikzyklus¹.

Tabelle 1: Merkmale von Reallaboransätzen und ihre Ausprägungen

Merkmale	Ausprägungen der Merkmale
Fokaler Gegenstand	<ul style="list-style-type: none"> • Staatliche Regulation • Marktanreize • Technische Innovation² • Soziale Innovation
Disziplinärer Zugang	<ul style="list-style-type: none"> • Nachhaltigkeitsorientiert • Anwendungsorientiert • Digitalisierung • Transformation / Innovation • Regulation
Realweltlichkeit des Experimentierraums	<ul style="list-style-type: none"> • Experiment in der „physischen Realwelt“ • Experiment in der „virtuellen/digitalen Realwelt“ • Virtuelle Simulation von Realwelten • Physische Simulation von Realwelten
Zentrale Akteure/-innen	<ul style="list-style-type: none"> • Staatliche Organisationen • Privatwirtschaftliche Organisationen • Öffentliche Bildung und Forschung • Zivilgesellschaftliche Akteure/-innen • Transdisziplinäre Kooperation
Intensität der Akteursbeteiligung	<ul style="list-style-type: none"> • Punktuell bei der Initiierung • Punktuell im Prozess / zeitlich begrenzt • Dauerhafte Beteiligung
Ressourcenausstattung	<ul style="list-style-type: none"> • Gering • Mittel • Hoch
Institutionalisierung	<ul style="list-style-type: none"> • Gering • Mittel • Hoch
Schwerpunkt im Politikzyklus	<ul style="list-style-type: none"> • Problemformulierung • Agenda Setting • Politikformulierung • Implementierung / Vollzug • Evaluation / Terminierung

¹ Der Politikzyklus (oder auch Policy Cycle) unterteilt das politische Handeln von Regierungen in verschiedene Phasen. Zuerst wird ein (politisches) Problem erkannt und anschließend auf die politische Tagesordnung gesetzt (Problemformulierung und Agenda Setting). Bei der Politikformulierung werden konkrete Maßnahmen zur Problemlösung formuliert. Es folgt die Implementationsphase sowie die Evaluation und Terminierung (Schubert & Klein, 2018).

² Der Begriff „technische Innovationen“ schließt hier produktionstechnische und produkttechnische Innovationen ein.

3. Merkmale und Beispiele idealtypischer Reallaboransätze

In diesem Kapitel werden drei Reallabor-Typen vorgestellt, die, basierend auf der neuen, vom BMU entwickelten Reallabor-Definition sowie verwandten Ansätzen, im Bereich der sozialen, technischen und regulativen Innovation konstruiert wurden, um verschiedene Zugänge, wie die Schwerpunktsetzungen und das Spektrum, welches Reallabore abdecken können, zu verdeutlichen (siehe Tabelle 2). An dieser Stelle ist jedoch hervorzuheben, dass diese drei Ansätze als idealtypisch anzusehen sind und Kombinationen ihrerseits sowie weitere Ausprägungen von Reallaboren möglich sind. Nachfolgend werden die drei Ansätze im Einzelnen erläutert.

Tabelle 2: Schwerpunkte der drei idealtypischen Reallaboransätze

(Eigene Darstellung basierend auf Auswertung von Schlüsselstudien zu Reallaboransätzen)

Merkmale	Typus Reallaboransatz für soziale Nischeninnovationen	Typus Reallaboransatz für (groß)-technische Innovationen	Typus Reallaboransatz für regulatives Lernen
Fokaler Gegenstand	Soziale Innovation für realweltliche Probleme	Technische Lösungen für realweltliche Probleme	Staatliche Regulation
Disziplinärer Zugang	Nachhaltigkeitsorientiert, sozialwissenschaftlich	Anwendungsorientiert, ingenieurs- und wirtschaftswissenschaftlich	Regulation
Realweltlichkeit des Experimentierraums	Experimentieren in der „simulierten und physischen Realwelt“	Experimentieren in der „physischen Realwelt“	Experimentieren in der „simulierten und physischen Realwelt“
Zentrale Akteure/-innen	Zivilgesellschaftliche Akteure/-innen	Privatwirtschaftliche Organisationen	Politik / Verwaltung
Ressourcen-Ausstattung	Gering/mittel	Mittel/groß	Gering/mittel
Institutionalisierung / Verstetigung	Gering/mittel	Mittel/groß	Gering/mittel
Schwerpunkt im Politikzyklus	Problemformulierung/ Agenda Setting	Evaluation/ Terminierung	Problemformulierung/ Agenda Setting

3.1 Reallaboransatz für soziale Innovationen in Nischen

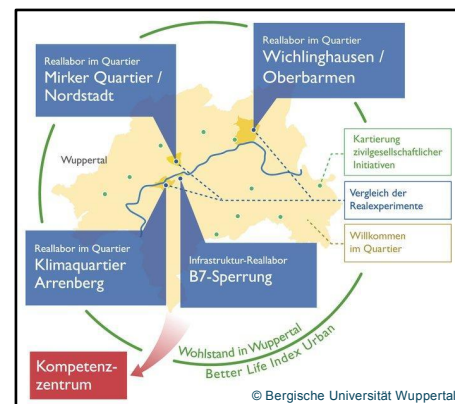
Das Ziel des „Reallaboransatzes für soziale Innovationen in Nischen“ mit einem Fokus auf soziale Innovation ist es, in transdisziplinärer Kooperation gemeinsam mit zivilgesellschaftlichen Akteuren/-innen, soziale Lösungen für realweltliche Nachhaltigkeitsprobleme in kleinräumigem Maßstab zu erarbeiten.³ Durch die Anwendung dieses Reallaboransatzes soll nachhaltige Transformation unterstützt, angestoßen und/oder vorangetrieben werden; ein Nachhaltigkeitsbezug steht klar im Fokus, wobei soziale Aspekte oft dominieren (siehe auch Reallabor Beispiel „Wohlstands-Transformation Wuppertal“ (WTW)). Häufig werden sozialwissenschaftliche Methoden genutzt.

³ Detaillierte Beschreibungen von Charakteristika und Typen von sozialer Innovation finden sich bei Rückert-John et al. (2014).

Die Erprobung der sozialen Innovationen kann dabei sowohl virtuell als auch in der physischen Realwelt erfolgen. Die Zusammenarbeit der Akteure/-innen ist durch Gemeinschaftlichkeit geprägt und transdisziplinär angelegt, das bedeutet, dass Akteure/-innen aus Wissenschaft und Praxis gleichberechtigt und auf Augenhöhe gesellschaftliche Lösungen entwickeln und erproben. Soziale Innovationen mit hoher Eigeninitiative verlangen viel von Beteiligten in ihrer Rolle als „Change Agents“ (Rückert-John et al., 2014). Als „Kooperations-Plattformen“ können Reallabore somit zum Empowerment von Nischenakteuren/-innen beitragen (Alcántara et al., 2017). Die Reallabore sind dabei thematisch (z.B. mit einem Fokus Mobilität) und räumlich (z.B. bezogen auf eine Stadt oder ein Quartier) eingegrenzt. Die wissenschaftliche Begleitung ist in der Regel auf einen bestimmten Zeitraum festgelegt, während die praktische Weiterführung des Reallabors über die ursprüngliche Projektlaufzeit hinaus durchaus möglich ist (Rose et al., 2019). Folgeprojekte und die Etablierung langfristiger Kooperationsstrukturen können die Nachhaltigkeit der Projektergebnisse sichern. Die Ressourcenausstattung dieser Reallabore ist hinsichtlich des Budgetumfangs als eher gering bis mittel einzustufen.

Reallabor Beispiel „Wohlstands-Transformation Wuppertal“ (WTW)

Das Projekt WTW wurde als ein urbanes Transformationslabor für nachhaltiges Wirtschaften in Wuppertal konzipiert und durch das BMBF von 2015-2018 gefördert. Ziel des Projektes war es, forschend einen ressourcenleichten Wohlstand zu fördern, der ökonomische, ökologische und soziale Wohlstandsaspekte in ihren Wechsel- und Langfristwirkungen ganzheitlich integriert. Hierfür wurde in Wuppertal ein urbanes Transformationslabor für nachhaltiges Wirtschaften geschaffen. In diesem haben die Forschenden transdisziplinär und transformativ mit den Bürgerinnen und Bürgern Wuppertals sowie zivilgesellschaftlichen und städtischen Praxisakteuren/-innen zusammengearbeitet. Mithilfe eines partizipativen Prozesses und einer Befragung der Bürgerinnen



und Bürger wurde der Better-Life-Index der OECD auf die Stadt Wuppertal angepasst. Dies diente dazu, ein erweitertes nachhaltigkeitsorientiertes Wohlstandskonzept zu entwickeln und Bewusstsein für dieses zu schaffen. In einzelnen Reallaboren wurden zudem Systemanalysen durchgeführt und gemeinsam mit PraxispartnerInnen Interventionen („Realexperimente“) zur Transformation des lokalen Wohlstandsverständnisses und -niveaus initiiert und wissenschaftlich begleitet. Das Ergebnis waren gemeinsam mit WuppertalerInnen entwickelte Indikatoren des Guten Lebens für Wuppertal, die auch für lokale politische Entscheidungen von Relevanz sind. Zudem wurden folgende Initiativen verstetigt: Transformationsstammtisch, Initiative „Essbarer Arrenberg“ und das Kompetenznetzwerk für Transformation „Transformationsstadt“ (Quelle: Haake et al., 2018)

Die Umsetzung von Reallaboren für soziale Innovationen dient im Politikzyklus vor allem der Problemformulierung und dem Agenda Setting. Größere, direkte Umweltrisiken des Experiments selbst sind bei diesem kleinräumlichen Nischenansatz nicht zu erwarten, in einer späteren Diffusion sozialer Innovationen können jedoch stärkere Umwelteffekte entstehen. Beispielsweise weist das in der Digitalagenda benannte Reallabor „Nachhaltiger Konsum in der Plattformökonomie“ (BMU, 2020a) mehrere Schnittstellen mit dem Reallaboransatz für soziale Innovation auf.

3.2 Reallaboransatz für großskalige, technische Innovation

Das Ziel in „Reallaboren für großskalige, technische Innovationen“ ist es, Testräume zur realweltlichen Erprobung und Demonstration von technischen Innovationen bereitzustellen. Die zentralen Gegenstände der systemisch wirkenden Innovation können beispielsweise neue digitale Technologien, Produkte, Dienstleistungen oder digitale Geschäftsmodelle sein, wie z.B. aktuell in den Bereichen autonome Fahrzeuge, Drohnen oder Schiffe, der Telemedizin oder der technischen Modernisierung der öffentlichen Verwaltung. Langfristig sollen hierdurch konkrete Impulse für die Praxis zur Weiterentwicklung des Innovationsstandorts Deutschland entstehen (siehe Reallabor Beispiel „Schaufenster Intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende“).

Diese Reallabore zeichnen sich durch eine starke Anwendungsorientierung aus, liegen prioritär v.a. im Bereich der Ingenieurs- und Wirtschaftswissenschaften und haben entsprechend generell einen starken technischen Fokus. Unter Nutzung von rechtlichen Ausnahmemöglichkeiten (z.B. mittels Experimentierklauseln (siehe nachfolgenden Kasten) oder Öffnungsklauseln) und Sondergenehmigungen kann in diesen Reallaboren in einem geschützten Raum eine Weiterentwicklung des Rechtsrahmens zur Etablierung der entwickelten Innovationen erfolgen bzw. erprobt werden (BMW, 2019a; BMW, 2019b).

Einsatz von Experimentierklauseln

Manche Aspekte in Experimenten sind nicht mit bestehenden gesetzlichen Regelungen kompatibel. Zum Beispiel ist die Kompensation wirtschaftlicher Nachteile, die aufgrund des Experiments für Beteiligte auftreten, teilweise nicht erlaubt (Kalis & Dittmar, 2019). Damit eine Innovation dennoch im öffentlichen Raum getestet werden kann, während sie sich im geltenden Rechtsrahmen bewegt, werden Testräume (z.B. in Form von Experimentierklauseln) benötigt. Experimentierklauseln sind eine Gesetzestechnik, mit Hilfe derer der Gesetz- oder Verordnungsgeber zur Erprobung eines durchzuführenden Vorhabens, welches zu einem späteren Zeitpunkt auf der Basis der gewonnenen Erfahrungen endgültig normiert werden soll, die Exekutive ermächtigt, von geltendem Recht abzuweichen oder zu dispensieren (Maaß, 2001, S. 149f.). Ein Verständnis von Experimentierklauseln, das für die Laborsituation auf präventiven Schutz verzichtet und umweltrechtliche Schutzgüter nur aus einer nachsorgenden Perspektive schützen möchte, steht dabei immer in einem Spannungsverhältnis zum Vorsorgeprinzip und zu verbindlichen europarechtlichen Vorgaben. Denkbare, gezielte Modifikationen der rechtlichen Rahmenbedingungen sollten ihrem Ziel nach (Nachhaltigkeit, Umweltschutz), ihrem Anwendungsbereich nach (zeitlich und räumlich begrenzt) sowie nach ihrer Einschränkung von Vorgaben (verhältnismäßig) geprüft werden.

Reallabore können als ein solcher begrenzter und gesicherter Raum - einer sogenannten *sandbox*⁴ - dienen. Anstatt zum Beispiel grundsätzlich und weiträumig autonome Fahrzeuge auf öffentlichen Straßen zuzulassen, wird zunächst auf ganz bestimmten Strecken und unter Aufsicht ein autonomes Fahrzeug getestet. Solche Modifikationen in Reallaboren sollten ausnahmsweise zugelassen werden unter der Voraussetzung, dass sie (a) dem öffentlichen Interesse dienen und (b) im Ergebnis zu einer Verbesserung des Umwelt- und Klimaschutzniveaus führen und nicht zu dessen Absenkung. Dabei wird ersichtlich, wie eine Innovation innerhalb des gegebenen rechtlichen und gesellschaftlichen Rahmens funktionieren kann und wo noch Risiken und Verbesserungsbedarf bestehen. So können in Reallaboren für eine Transformation notwendiges, robustes Wissen generiert und nicht absehbare Anpassungsbedarfe identifiziert werden (Wedell et al., 2018). Die Anwendung von Experimentierklauseln in diesen Reallaboransätzen dient somit dazu, „auf einem neuen Sachgebiet Erfahrungen zu sammeln, die später die Grundlage für eine dauerhafte Normierung bilden sollen.“ (Deutscher Bundestag, 2018b, S. 4).

Die Erprobung großskaliger, technischer Innovationen erfolgt üblicherweise in Zusammenarbeit zwischen etablierten Unternehmen der Privatwirtschaft, Forschungseinrichtungen, ggf. mit Politik

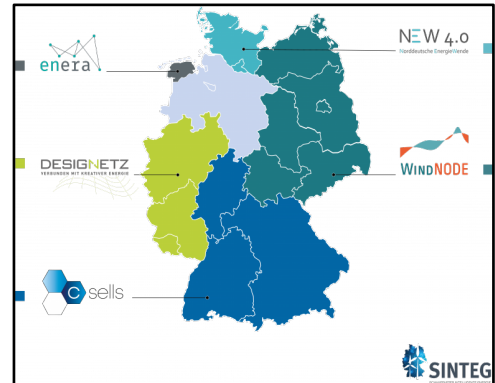
⁴ Eine *sandbox* stellt einen isolierten Bereich dar, innerhalb dessen Änderungen keine Auswirkungen auf die gesamte äußere Umgebung haben. In der IT zum Beispiel versteht man unter einer *Sandbox* eine isolierte Umgebung zur geschützten Ausführung von Software. Vorteilhaft ist dabei, dass man die Software besser kontrollieren kann und diese nicht unbemerkt auf das Grundsystem zugreifen und es verändern oder beschädigen kann (Luber & Schmitz, 2018).

und (Kommunal-)Verwaltungen unter möglichst realen Testbedingungen. Sie ist zeitlich befristet sowie räumlich begrenzt. Sie verfügt oftmals über umfangreiche finanzielle Ressourcen, um die digitalen Innovationen im realitätsnahen Einsatz testen zu können.

Reallabor Beispiel „Schaufenster Intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende“

(SINTEG) (mit 500 Millionen Euro gefördert durch das BMWi; 2017-2021) Ziel des groß angelegten Reallabors SINTEG ist es, innovative Lösungen für ein zukunftsfähiges Energiesystem zu testen, welches in hohem Maße digitalisiert ist und zunehmend auf einer höheren Energieeffizienz und erneuerbaren Energien basiert.

Leitfragen sind: Wie funktioniert ein Energiesystem, in dem Erneuerbare Energien zeitweise 100 Prozent des Stroms liefern? Wie sieht eine effiziente Sektorkopplung von Verkehr, Wärme und Strom aus und welche neuen Geschäftsmodelle bringt die Digitalisierung mit sich? Kurz: Wie gelingt die Energiewende? In fünf Modellregionen (sogenannten Schaufenstern) arbeiten Akteure/-innen aus Wirtschaft, Forschung und der öffentlichen Verwaltung eng zusammen um diese Fragen zu beantworten. So sollen Verfahren und Geschäftsmodelle getestet und in der Praxis erprobte Erfahrungen für die zukünftige Weiterentwicklung des Rechtsrahmens gesammelt werden (BMWi, 2020a). Im Rahmen der beschlossenen Hilfsprogramme der Bundesregierung im Kontext der Corona-Krise sollen die projektbezogene Forschung und damit u.a. auch die SINTEG-Programme und Reallabore ausgeweitet werden um den Umbau der Energiesysteme durch Digitalisierung und Sektorkopplung voranzutreiben. (Quelle: BMWi, 2020)



Hinsichtlich der politischen Wirkungen fokussiert der Ansatz eine Demonstration der technischen Innovationen mit der Perspektive einer zukünftigen weiteren Marktdiffusion, ggf. unter Berücksichtigung geänderter Rahmenbedingungen durch die erprobten regulatorischen Instrumente. Umweltaspekte spielen keine zentrale Rolle bei diesem Reallabor-Ansatz, sie stellen jedoch oftmals einen Hintergrund zur Durchführung dar. Aufgrund der Größe der in der physischen Realwelt implementierten Projekte und häufig anvisierten Diffusion der Innovationen ist jedoch eine tendenzielle Wirkmächtigkeit im Hinblick auf zukünftige Umweltwirkungen zu erwarten. Vor diesem Hintergrund ist eine Nachhaltigkeitsausrichtung in frühen Phasen der Innovation möglich, wie sie beispielsweise im nachhaltigen Living Labs genutzt wird (Erdmann et al., 2018; Baedeker et al., 2017). Der Ansatz weist Schnittstellen mit dem in der Digitalagenda vorgesehenen Reallabor „Umweltverträgliche Digitalisierung im Verkehr“ auf.

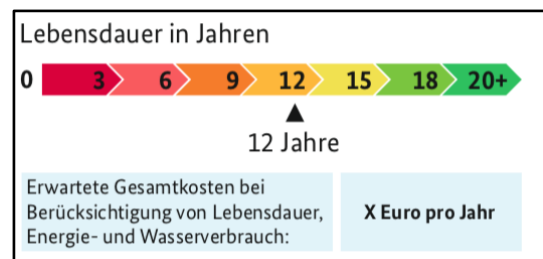
3.3 Reallaboransatz für regulatives Lernen

Das Ziel von „Reallaboransätzen für regulatives Lernen“ ist es, durch Experimentieren neues Wissen zu generieren und regulatorisches Lernen voranzutreiben (Bauknecht et al., 2019). Wissenschaftliche Erkenntnisse können dabei praktische Politik unterstützen, indem mit empirischen Methoden alternative rechtliche Anreizmechanismen entwickelt und praktisch getestet werden. Gegenstand sind geplante Gesetzesänderungen bzw. gesetzliche Neuerungen oder Innovationen auf Verwaltungsebene, welche in einem Vorab-Test oder einer Studie mit den betroffenen Akteuren/-innen erprobt werden (Artinger et al., 2018; Interview 1). Dabei wird getestet, welche Alternativen sich als effektiv erweisen. Anhand der Erkenntnisse werden Lösungsvorschläge erarbeitet, diese können auch Vorschläge für Rechtsänderungen enthalten (Interview 1; siehe auch Reallabor-Beispiel „Lebensdauerlabel für Elektroprodukte“). Das Reallabor kann in der Regel innerhalb des geltenden Rechtsrahmens durchgeführt werden. Ausnahmeregelungen und Experimentierklauseln sind nicht zwingend Teil

eines regulativen Reallabors (Interview 1). Der disziplinäre Zugang erfolgt aus einer regulatorischen Perspektive. Im Gegensatz zu sogenannten „Planspielen“ für regulatives Lernen, die einen Fokus auf Kompetenzvermittlung an die spielenden BürgerInnen legen, ist die primäre Zielgruppe des Reallabors für regulatives Lernen die Politik selbst bzw. die Politikwissenschaft. Je nach der zu testenden Regularie arbeiten verschiedenste Akteure/-innen in einer transdisziplinären Kooperation zusammen (Bauknecht et al. 2019). In der Regel wird eine konkrete thematische, zeitliche und räumliche Eingrenzung vorgenommen, die unter guter rechtlicher Kontrolle ist (Bauknecht et al., 2019).

Reallabor Beispiel „Lebensdauerlabel für Elektroprodukte“ - Untersuchung zur Wirkung einer Lebensdauerangabe für Elektroprodukte auf die Kaufentscheidung (beauftragt durch das BMU, bearbeitet durch die Projektgruppe *wirksam regieren*). Ziel des Politiklabors war es, die Wirkung eines Lebensdauerlabels und **mögliche Alternativen** empirisch zu testen und Evidenz für die Frage der Einführung einer Lebensdauerangabe zu erheben. Durch einen solchen Test im Vorfeld einer möglichen Einführung von Regelungen können wirksame und unwirksame Regelungsalternativen identifiziert und Verbesserungen vorgenommen werden. In dem Politiklabor wurde ein Online-Shop für Elektroprodukte aufgesetzt, in dem Proband/innen entsprechend ihrer Präferenzen entscheiden sollten, welche Produkte sie kaufen würden. Es handelte sich also um eine virtuelle Simulation der Realwelt. Der Test zeigte, welche Kriterien und Angaben für einen Kauf entscheidend sind und welche Alternative eines Labels sich als effektiv erweist (Artinger et al., 2018).

Bildquelle: Artinger et al., 2018, 14



Im Politikzyklus ist dieser Reallaboransatz im Bereich der Problemformulierung und des Agenda Setting zu sehen (Die Bundesregierung, 2020). In dem von Bauknecht et al. (2019) erarbeiteten Konzept von regulatorischen Experimenten spielt der Nachhaltigkeitsbezug sowie die ökologische Relevanz des Experiments eine große Rolle. Bei den Experimenten an sich sind jedoch (nach Einschätzung der AutorInnen) keine großen Umweltwirkungen oder Risiken zu erwarten, während eine dauerhafte Umsetzung neuer oder geänderter Regularien in einer (positiven) Umweltauswirkung resultieren kann⁵.

Der Ansatz weist Schnittstellen mit dem in der Digitalagenda genannten Reallabor zum Thema Nachhaltiger Konsum in der Plattformökonomie auf. Hier ist die Erprobung der Wirksamkeit praktischer Regulierungs- und Anreizsysteme für nachhaltigen Konsum geplant.

⁵ Beispielsweise wird von der in Deutschland eingeführten CO₂-Steuer erwartet, dass sie eine Lenkwirkung entfaltet und somit positive Umweltwirkung in Form einer Senkung der nationalen THG-Emissionen und schlussendlich einer Verlangsamung des anthropogenen Klimawandels herbeiführt (Burger, Lünenbürger & Kühleis, 2019). In einem lokal begrenzten Vorab-Test einer CO₂-Steuer würden aller Wahrscheinlichkeit nach keine großskaligen Umweltwirkungen, wie verringerte nationale THG-Emissionen, erkennbar. Ein solcher Test könnte jedoch verdeutlichen, wie Akteure/-innen in der Gesellschaft auf eine CO₂-Steuer reagieren und aufzeigen, wie eine geplante Steuer in ihrer Wirkung optimiert werden kann.

4. Reallabore für eine umweltgerechte Digitalpolitik Herausforderungen und Erfolgsfaktoren

Der gestiegene Bedeutungsgewinn und die Relevanz von Reallaboren für die Gestaltung einer digitalen Zukunft wird durch den vermehrten Einbezug von Reallabor-konzepten in vielen auch politisch relevanten Publikationen deutlich (BMU, 2020a; WBGU, 2016; WBGU, 2019; Wolf et al., 2018). Weniger klar ist bisher, wie Reallabore für eine umweltgerechte Digitalpolitik genutzt werden können. In diesem Abschnitt wird auf diesbezügliche Herausforderungen und Erfolgsfaktoren auf Basis der Auswertung von ausgewählter Literatur, Expert/-inneninterviews und Workshop-Diskussionen eingegangen (siehe Anhang).

4.1 Reallabore für eine umweltgerechte Digitalisierung

Die Digitalisierung kann zum „Brandbeschleuniger ökologischer Zerstörung“ werden, beispielsweise da, wo die digitale Infrastruktur einen steigenden Energiebedarf hat und digitale Geräte häufig konfliktbehaftete Rohstoffe beinhalten (BMU, 2020a, S. 6; WBGU, 2019; Lange & Santarius, 2018). Eine umweltgerechte Digitalisierung muss den Energiebedarf und den Ressourcenverbrauch digitaler Technologien im Blick halten und reduzieren.

Aufgrund der Vielfältigkeit und starken Vernetzung digitaler Geräte sowie hohen Dynamik der Digitalisierung bestehen viele Herausforderungen für die umweltgerechte Digitalisierung. Wie Jänicke (2010; 2013, cit. in SRU 2016) am Beispiel verschiedener nationaler Klimaschutzziele und des Ausbaus der erneuerbaren Energien gezeigt hat, kann eine wechselseitige Beschleunigung von politischen Zielvorgaben und Maßnahmen, technologischer Innovation und Marktdynamik in den jeweiligen Politikfeldern ein wichtiger Treiber transformativer Prozesse sein (SRU, 2016, 30). Die zentrale politische Aufgabe einer umweltgerechten Digitalisierung ist es, die Umweltpolitik im Rahmen dieser wechselseitigen Beschleunigung der Digitalisierung zu stärken (vgl. Abbildung 2).



Abbildung 2: Politische Aufgabe der umweltgerechten Digitalisierung in der Dynamik zwischen Politik-, Innovations- und Marktzyklus (eigene Darstellung basierend auf Jänicke, 2011)

Zur Stärkung der Umweltpolitik zur Bewältigung neuartiger Herausforderungen über Akzeptanz und Legitimität sind in Anlehnung an Wolff et al. (2019) insbesondere folgende Ansätze relevant:

- a. Schaffung einer politisch relevanten und sozial robusten Wissensbasis,
- b. Stärkung von Akteuren/-innen und Institutionen, z.B. im politischen Wettbewerb,
- c. diskursive Stärkung der Umweltpolitik und
- d. die Thematisierung der ethischen Legitimation der Umweltpolitik.

Diese Ansätze ermöglichen eine vertiefende Auseinandersetzung mit aktuellen Dynamiken und Hindernissen der Umweltpolitik, darunter insbesondere mit Themenfeldern, deren Bearbeitung bislang nur begrenzt Erfolge aufweist (u.a. Eingriffe in Konsum & Lebensstile, Preisfragen entlang der Wertschöpfungskette sowie eine institutionelle Vorrangstellung von Umweltpolitik). Dabei erlauben überzeugende und gut vorbereitete Narrative und Diskurse beispielsweise eine vielfältige Angewandtheit an komplexe, durch gegensätzliche Perspektiven geprägte Themen wie den Klimawandel sowie die Schaffung von Referenzpunkten, die zur Orientierung gesellschaftlicher Akteure/-innen dienen und somit gemeinsames Handeln und damit verbunden die Ausbildung politischer Allianzen möglich machen. Um eine zukunftsfähige Umweltpolitik und die Akzeptanz ihrer positiven „Impacts“ zu stärken, sind eine politisch relevante und sozial robuste Wissensbasis und ein damit einhergehendes Verständnis für die Ursachen/Auswirkungen derzeitiger und zukünftiger Umweltprobleme wichtige Handlungsansätze (Wolff et al., 2019, S. 19). Die Akteursinteraktion (z.B. über Reallabore) ist für einen intensiven Austausch von Stakeholder/-innen mit Bürger/-innen zu Fragen der Umweltpolitik unabdingbar, während darüber hinaus der Aspekt der Ethik die ethische Legitimation dieses Politikbereichs aufgreift und somit hilft, normative Grundlagen offenzulegen und Belange der sozialen Ungleichheit zu integrieren (Wolff et al., 2019).

Die folgende Tabelle 3 stellt für wesentliche politische Herausforderungen einer umweltgerechten Digitalisierung mögliche Beiträge von Reallaboren dar und leitet Erfolgsfaktoren für deren Einsatz ab. Es wird deutlich, dass Reallabore eine Vielzahl von Antworten und Lösungswege für die Reduktion des Energiebedarfs und des Ressourcenverbrauchs digitaler Technologien sowie eine Stärkung von diesbezüglichen umweltpolitischen Maßnahmen bieten können.

Tabelle 3: Potentiale von Reallaboren für eine umweltgerechte Digitalisierung (Eigene Darstellung)

Herausforderungen einer umweltgerechten Digitalisierung	Mögliche Beiträge von Reallaboren und Erfolgsfaktoren
<p>Interdependenzen und Ko-Evolution innerhalb von digitalen Systemen und Wechselwirkungen mit sozialen Systemen</p> <p>Die Vernetzung digitaler Geräte und ihre Wechselwirkungen mit sozialen Systemen erschweren die Analyse von Umweltwirkungen (Workshop 3). Transformationen von Systemen erfordern Veränderungen von Technologien und anderen Systemelementen wie Institutionen, Infrastrukturen oder kulturellen Praktiken. Diese Systemelemente sind umweltpolitischer Steuerung allerdings weniger zugänglich (Wolff et al., 2018, 15).</p>	<p>Transdisziplinäre Teams können in realweltlichen Räumen sozial robustes Wissen zu den Umweltwirkungen schaffen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Systemanalyse unter Beteiligung relevanter Akteure in realweltlichen Umgebungen ermöglicht es, robustes Systemwissen zu komplexen Wechselwirkungen zu entwickeln (Workshop 3). • Der Gestaltungsprozess von Produkten und Dienstleistungen sollte als Ausgangspunkt einer Ressourceneffizienzstrategie dienen. Die Geschäftsmodellentwicklung und Markteinführung sollte schon im Innovationsprozess angelegt werden (KRU, 2014, 6). Die Gestaltung betrifft auch die Exnovation von umweltschädlichen Geräten und Infrastrukturen. <p>Erfolgsfaktoren: Systemanalysen in transdisziplinären Teams mit Umwelt- und Nachhaltigkeitsexpertise fördern. Der Gestaltungsprozess von digitalen Produkten und Dienstleistungen sollte Ausgangspunkt für eine Reduktion von Umweltwirkungen sein.</p>

<p>Wissenslücken zur Vermeidung des Digital Rebound</p> <p>Die Digitalisierung verändert die Gesellschaft und macht sie immer schneller, stärker verbunden und ermöglicht hohe Effizienzsteigerungen, die zu unerwünschten Rebound-Effekten führen können. Für die meisten Erscheinungsformen der Digitalisierung scheint ein starker digitaler Rebound-Effekt die Regel zu sein (Coroamă & Mattern, 2019).⁶</p>	<p>Reallabore können Ansätze zur Vermeidung von Rebound-Effekten der Digitalisierung entwickeln.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zur Vermeidung von Rebound-Effekten ist die Identifikation der Gründe für den aufgetretenen Effekt unabdingbar (de Haan et al., 2015, 91). • Rebound-Effekte, welche sich durch die Digitalisierung ergeben (sog. „digital rebound“ (Coroamă & Mattern, 2019)) können – trotz der inhärenten Ungenauigkeiten bei der empirischen Feststellung von Rebound-Effekten – durch den reflexiven Charakter von Reallaboren (Wanner et al., 2019) und den realweltlichen Beobachtungsraum (Buhl et al., 2017) früher sichtbar werden, gezielt thematisiert und bei der Diffusion einer Innovation nach Möglichkeit vermieden oder reduziert werden. • Eine „Rebound-Effekte -Prüfung“ oder auch die Erprobung von Gegenmaßnahmen (z.B. Suffizienzansätze, Integration externer Kosten) könnten im Reallabor-Prozess verankert und somit früh gezielt nach möglichen Rebound-Effekten gesucht werden. <p>Erfolgsfaktoren: (Sozialwissenschaftliche) Begleitforschung in Reallaboren zur Aufdeckung und Reduzierung/Vermeidung von Rebound-Effekten, Internalisierung externer Kosten zur Eindämmung des Rebound-Effekts.</p>
<p>Fehlende Transparenz und Diskurse zur Ressourcennutzung von digitalen Geräten, Infrastrukturen und Anwendungen</p> <p>Über Transparenz und Diskurse zum Energiebedarf und Ressourcenverbrauch können neue Gestaltungs-, Steuerungs- und Handlungsmöglichkeiten geschaffen werden. Beispielsweise könnte ein digitaler Produktpass, VerbraucherInnen, Industrie und Abfallwirtschaft dabei unterstützen, nachhaltiger zu handeln (Workshop 3).</p>	<p>Reallabore ermöglichen Diskurse zur Entwicklung von Transparenz und Akzeptanz für Lösungen zur Reduktion der Umwelt- und Ressourcennutzung von digitalen Geräten.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Gewinnung von materiellen Ressourcen digitaler Geräte und Infrastrukturen sind z.T. konfliktbehaftet oder mit erheblichen Umweltwirkungen verbunden. Dies lässt sich durch Reallabore nicht lösen, doch bieten Reallabore die Chance, Anreiz- bzw. Informationssysteme wie einen digitalen Produktpass hinsichtlich ihres Wirkungspotentials zu testen, besser auszugestalten und so die Umsetzung zu vereinfachen (Interview 3). Das Beispiel „Lebensdauerlabel für Elektroprodukte“ gibt viele Einsichten zur Umsetzung (siehe oben Kapitel 3.3). • Die Akzeptanz umweltpolitischer Maßnahmen kann gefördert werden, indem die Themen diskursiv gestärkt werden (Wolff et al., 2019, 21). Die diskursive Stärkung sollte nicht bloß als verbesserte Öffentlichkeitsarbeit verstanden werden und die aktive Steuerbarkeit von Diskursen nicht überschätzt werden (Wolff et al., 2019, 100). <p>Erfolgsfaktoren: Reallabore sollten unter Einbindung von in der Öffentlichkeit als legitim und glaubwürdig anerkannten Akteuren/-innen überzeugende Narrative zur Umweltwirkung von digitalen Geräten in den gesellschaftlichen Diskurs einbringen.</p>
<p>Weiterentwicklung der rechtlichen Rahmenbedingungen</p> <p>Die umweltgerechte Digitalisierung erfordert die Anpassung und Weiterentwicklung der rechtlichen Rahmenbedingungen für die Entwicklung und Verbreitung von digitalen Geräten, Software oder digitaler Infrastrukturen, z.B. die Erweiterung der Ökodesignrichtlinie auf Smartphones (BMU, 2020a). Da Anpassungen der rechtlichen Rahmenbedingungen häufig viel Zeit bedürfen, sind alternative Regulierungsräume/-optionen zu explorieren, z.B. nicht-staatliche Gestaltungsansätze wie Selbstverpflichtungen der Industrie.</p>	<p>Reallabore für regulatorisches Lernen können Vorschläge für neue Regularien erarbeiten und ihr Wirkungspotential ex-ante demonstrieren. Eine Verbesserung des Umwelt- und Klimaschutzniveaus sollte hierbei im Fokus stehen.</p> <p>Mit empirischen Methoden werden Vorschläge für alternative Regularien entwickelt und deren Effektivität getestet (Die Bundesregierung, 2020).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Experimentierklauseln sind nicht erforderlich, da das Reallabor oft innerhalb des geltenden Rechtsrahmens durchgeführt werden kann (Interview 1). • Je nach der zu testenden Regularie arbeiten verschiedene Akteure transdisziplinär zusammen (Bauknecht et al., 2019). • Thematische, zeitliche und räumliche Eingrenzung sowie gute rechtliche Kontrolle sind wichtig (Bauknecht et al., 2019). • Die Ergebnisse dienen dem Agendasetting für neue Politikoptionen, z.B. Selbstverpflichtung der Industrie (Interview 4). <p>Erfolgsfaktoren: Ergebnisse regulatorischen Lernens in Reallaboren sollten für Diskurse zu neuen Politikinstrumenten (z.B. neue Selbstverpflichtungen der Industrie) genutzt werden (Interview 4).</p>

⁶ „Wenn Energiesparen den Verbrauch erhöht“ - Haushaltsgeräte verbrauchen heute zwar weniger Strom als noch vor dreißig Jahren. Dafür besitzen wir aber auch mehr Elektrogeräte als früher. Sind Geräte effizienter, tendieren wir außerdem dazu, sie häufiger oder länger zu benutzen (vgl. Madlener, 2013).

4.2 Reallabore für digital-basierte sozial-ökologische Transformation

Digitale Innovationen können als Treiber für den sozial-ökologischen Umbau genutzt werden. Angesichts der vielen nicht vorhersehbaren und schnellen technologischen Entwicklungen bleibt die Frage, wie der sozial-ökologische Umbau digital-gestützt vorangetrieben werden kann, ein mit vielen Unsicherheiten verbundener Such- und Lernprozess.

Staatliches Handeln ist für das Gelingen dieser Transformation unverzichtbar, denn kein/e andere/r AkteurIn hat vergleichbare Ressourcen, um strukturelle Reformen voranzubringen. Die Anforderungen an staatliches Handeln unterscheiden sich in den wesentlichen Phasen eines idealtypischen Transformationsprozesses. Während in der Frühphase der Systemveränderung (*Vorlaufphase*) vielfältigen digitalen (technologischen und sozialen) Innovationen Raum gegeben werden sollte, um eine neue Dynamik zu ermöglichen, stehen später über gesellschaftlich getragene Visionen und staatliche Zielvorgaben Richtungssicherheit (*Beschleunigungsphase*), Stabilisierung und das Setzen neuer Spielregeln und Rahmenbedingungen im Vordergrund (*Stabilisierungsphase*) (vgl. Abb. 3).



Abbildung 3: Einflussmöglichkeiten und Ansätze transformativer Umweltpolitik in Transformationsphasen (Quelle: Wolff et al. 2018, auf Basis von SRU, 2016)

Die Herausforderungen der digital-gestützten sozial-ökologischen Transformation und Erfolgsfaktoren für einen Einsatz von Reallaboren in diesem Kontext sind in der nachfolgenden Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 4: Potentiale von Reallaboren für digital-basierte sozial-ökologische Transformation (Eigene Darstellung)

Herausforderungen digital-basierter sozial-ökologischer Transformation	Mögliche Beiträge von Reallaboren und Erfolgsfaktoren
<p>Konkurrierende Visionen und umstrittene Ziele für digitale (Nachhaltigkeits-)Innovation</p> <p>Nicht nur der Pfad, durch den ein Transformationsfeld nachhaltiger zu gestalten ist, sondern auch die Vision, wie ein nachhaltiges System überhaupt aussehen soll, sind oft (zumindest anfangs) umstritten (Wolff et al., 2018).</p>	<p>Transparente, ergebnisoffene Experimente in Reallaboren können helfen, eine gesellschaftlich akzeptierte Vision für den Wandel und davon abgeleitete Ziele als Quellen für die Orientierung und Legitimation von Veränderungsprozessen zu entwickeln.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reallabore können helfen, komplexe Konstellationen abzubilden und hierdurch bestehende Konflikte offen zu legen, die einer Skalierung entgegenstehen. So kann die Umweltpolitik gestärkt werden (Workshop 2). • In Reallaboren können digitale Innovationen im Bereich der Datensammlung, -verarbeitung und -nutzung getestet und optimiert werden. Interessenskonflikte werden dabei sichtbar und es können dementsprechend Wege gesucht werden, diese zu reduzieren. Ethische Richtlinien sind hierbei zu beachten. • Zivilgesellschaftliche Akteure/-innen und Bürger/-innen können über Einladungen zum Ausprobieren und Erleben von digitalen Innovationen mit einbezogen werden. Durch diese Komponente des Erlebens können mentale Barrieren abgebaut und neue Perspektiven zur Gestaltung einer nachhaltigen Gesellschaft eröffnet werden (Alcántara et al., 2017). Reallabore bieten einen Raum, um einen sachlichen, öffentlichen Diskurs zu führen und einen faktenbasierten Austausch zu fördern. • Da in Reallaboren praktische Erprobung und wissenschaftliche Forschung eng verknüpft sind, lassen sich aus den Erfahrungen Lösungen für gesellschaftliche Herausforderungen z.B. im Bereich Governance ableiten (Wedell et al., 2018). Reallabore können auch zur Testung von Governance-Strukturen fungieren und stellen damit auch einen Demokratisierungsansatz dar (Projektworkshop, 02.07.2020). <p>Erfolgsfaktoren: Partizipativer Einbezug der Bevölkerung in (zugewiesenen) Projektphasen, kommunikativ und visuell aufbereitete Ergebnisse und ihre breite Veröffentlichung sowie der Aufbau von Governance-Strukturen zur Erhöhung der gesellschaftlichen Akzeptanz.</p>
<p>Divergenz zwischen intendiertem und realisiertem Verhalten von Konsument/-innen bei Umweltfragen zu digitalen Nachhaltigkeits-Innovationen</p> <p>Bei Umweltfragen besteht oft eine große Lücke zwischen dem intendierten und schlussendlich realisierten Verhalten (Terlau & Hirsch, 2015). Diese stehen einem sozial-ökologischen Umbau entgegen.</p>	<p>Die Realweltlichkeit des Experimentierens ermöglicht eine bessere Einschätzung von potentiellen Änderungen des Konsumverhaltens (Buhl et al., 2017).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ein realweltlicher, experimenteller Ansatz ist besonders sinnvoll und zielführend, um diese Divergenz ausfindig zu machen und Wege zu finden, wie sie geschlossen werden kann und Lösungsmechanismen wiederum auszutesten (Interview 1). • Reallabore erheben Kontextwissen zur Anwendung von digitalen Innovationen (Workshop 3). <p>Erfolgsfaktoren: Die Analyse systemischer Umweltwirkungen und psychologischer und zeitbasierter Rebound-Effekte als festen Baustein in Reallaboren verankern.</p>
<p>Es braucht Kreativität und innovative Lösungswege.</p> <p>Bestehende technische Infrastrukturen und rechtliche Regelungen stehen einem ökologischen Wandel häufig entgegen. Es benötigt Kreativität und innovative Lösungswege, um diesen Herausforderungen zu begegnen (Workshop 3).</p>	<p>Co-Creation in transdisziplinären Teams erhöht die Kreativität.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durch gesellschaftliches Engagement und die Kollaboration relevanter Akteure/-innen, wie z.B. Wissenschaftler/-innen, Unternehmer/-innen, Anwender/-innen, Konstrukteur/-innen, Designer/-innen mit Bürger/-innen ergeben sich Synergieeffekte, um neue Innovationspotenziale zu erschließen (Workshop 3). • Implementierungsprozesse beschleunigen sich durch eine frühzeitige Erfassung von Nutzer/-innenanforderungen und Anwendungsbedingungen (Workshop 3). <p>Erfolgsfaktoren: Co-Creation in transdisziplinären Teams sollte durch spezifische, z.T. digitale Kreativmethoden (z.B. in Hackathons, Innovation Jams, Social Media Analysen) unterstützt werden.</p>

<p>Neue Geschäftsmodelle für nachhaltige Produkte und Dienstleistungen Innovative (digitale) Geschäftsmodelle, welche positive Umweltwirkungen bewirken können, sind zum Teil im bestehenden Wirtschafts- und Rechtssystem nicht rentabel, wodurch ihre Einführung verhindert wird (Interview 3).</p>	<p>In Reallaboren können Geschäftsmodelle entwickelt und getestet werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geschäftsmodelle, welche - ggf. auch durch den aktuellen Rechtsrahmen - nicht möglich oder rentabel sind, können in Reallaboren entwickelt und ausgetestet werden. Es kann geprüft werden, wie potentielle wirtschaftliche Nachteile kompensiert werden bzw. wie sie sich durch eine Anpassung des Rechtsrahmens zu positiven Effekten hin wenden lassen können (Interview 3). Zum Beispiel werden emissionsarme Produkte und Dienstleistungen durch eine CO₂-Steuer rentabel, auch wenn die Kosten für ihre Produktion bzw. Bereitstellung im Vergleich zum Standard ursprünglich höher und somit unrentabel waren. <p>Erfolgsfaktoren: In Reallaboren über die Zusammenarbeit mit Start-ups und Unternehmen die Testung innovativer (digitaler) Geschäftsmodelle ermöglichen und nachhaltige Geschäftsmodelle gezielt fördern.</p>
<p>Datensammlung und -verwendung Die Digitalisierung vereinfacht die technischen Aspekte der Datensammlung und Auswertung enorm. Damit ergeben sich rechtliche und soziale Fragen zur Verwendung der Daten. Gleichzeitig sind umfassende und aussagekräftige Daten für die Testung von Innovationen und deren Evaluation maßgeblich (Interview 3).</p>	<p>Reallabore müssen Raum bieten, dass Daten gewonnen, aber auch genutzt werden können.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sowohl technisch als auch sozial und regulatorisch bzw. politisch müssen die Voraussetzungen für eine Erfassung und Nutzung der Daten geschaffen werden. Gleichzeitig muss eine Akzeptanz der Zielgruppen für die Datenerfassung gegeben sein (Interview 3). • Auch projektintern sollte früh geklärt werden, wer erhobene Daten wie nutzen darf. Kooperieren beispielsweise Verwaltung und Privatunternehmen und das Privatunternehmen erhebt Daten, welche auch für die beteiligte Verwaltung von Bedeutung sind, so sollten die Nutzungsrechte der erhobenen Daten frühzeitig geklärt werden (Interview 1). <p>Erfolgsfaktoren: Die Datengewinnung und -nutzung sowie die Abklärung der Nutzungsrechte als einen zentralen Baustein in Reallaboren verankern.</p>
<p>Rechtliche Barrieren für digitale Nachhaltigkeitsinnovation Umweltgerechte, digitale Innovationen sind z.T. im bestehenden Rechtsrahmen nicht ökonomisch rentabel oder technisch nicht umzusetzen. Beispielsweise können umweltschädliche Subventionen den Markteintritt von Ressourceneffizienzlösungen behindern (Interview 5; Workshop 3).</p>	<p>Experimentierklauseln ermöglichen es, Anpassungen rechtlicher Barrieren zu erarbeiten und ihr Umweltwirkungspotential ex-ante zu demonstrieren.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reallabore bieten durch die Anwendung von Experimentierklauseln und Sonderverordnungen die Möglichkeit, in einem räumlich und zeitlich abgegrenzten Raum Innovationen zu testen, welche im geltenden Rechtsrahmen nicht umsetzbar wären. Dadurch unterstützen sie regulatives Lernen und positive sowie negative oder unerwünschte Wirkungen einer Rechtsänderung zur Ermöglichung einer Innovation können im vorhinein geprüft werden (Interview 3). • In solchen Reallaboren sollte juristische Expertise früh in den Prozess einbezogen werden, um die rechtlichen Aspekte sachgemäß bearbeiten zu können (Interview 5). • Das Beispiel „SINTEG“ gibt viele Einsichten zur Nutzung von Experimentierklauseln (siehe Kapitel 3.2). • Die parlamentarische Rückbindung (Informations- und Zustimmungspflichten) sollte erfolgen, um keinen „rechtsfreien Raum“ entstehen zu lassen (Interview 5). <p>Erfolgsfaktoren: Die Formulierung und Anwendung von Experimentierklauseln sollten an Voraussetzungen geknüpft werden, die Umwelt- und Nachhaltigkeitsprinzipien umfassen. Es gilt das Vorsorgeprinzip und verbindliche europarechtliche Vorgaben sind einzuhalten.</p>

4.3 Erfolgsfaktoren für die konkrete Umsetzung von Reallaboren

Zur konkreten Umsetzung von Reallaboren im Bereich umweltgerechter Digitalisierung gibt es bei der Planung, Prozessgestaltung und Evaluation von Reallaboren diverse übergreifende Faktoren, welche zu einer erfolgreichen Durchführung beitragen. Tabelle 5 gibt eine Übersicht über allgemeine Erfolgsfaktoren für die Umsetzung von Reallaboren und schließt digitale Ansätze ein. Konkrete Handlungsempfehlungen zum umweltpolitischen Einsatz von Reallaboren werden im nachfolgenden Kapitel 5 vorgestellt.

Tabelle 5: Herausforderungen und Erfolgsfaktoren für die Umsetzung von Reallaboren (Eigene Darstellung basierend auf Rose, Wanner und Hilger, 2019)

Herausforderungen bei der Umsetzung	Erfolgsfaktoren
<p>Divergierende Zielvorstellungen und Fragestellungen seitens der verschiedenen Akteure/-innen</p>	<p>Formulierung der Ziele und konkrete Forschungsfragen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zu Beginn sollten die Ziele und konkreten Forschungsfragen formuliert und schriftlich festgehalten werden (BMW, 2019a, S. 22). • Die Differenzierung von einem primären Ziel und sekundären Zielen eines Reallabors unterstützt Entscheidungsfindungen im weiteren Prozess. So könnte einerseits die Testung einer noch nicht marktreifen, technischen Innovation im Vordergrund stehen oder andererseits die Ermittlung von rechtlichen Hürden bei der Umsetzung einer einsatzbereiten technischen Innovation und deren Bewältigung (Workshop 2). • Es sollte geklärt werden, was als „Erfolg“ bzw. relevante Verbesserung verstanden wird und welche Indikatoren herangezogen werden, um Erfolg zu messen (Interview 1).
<p>Unausgeglichene Verteilung fachlicher Expertise und Akteursrepräsentation</p>	<p>Zusammenstellung eines qualifizierten Arbeitsteams</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Initiation eines RLs ist durch verschiedene Akteursgruppen möglich (z.B. Unternehmen, soziale Vereine, Forschungseinrichtungen). Eine inhaltliche Begleitung durch eine Forschungseinrichtung wird jedoch grundsätzlich empfohlen (Alcántara et al., 2017, S. 40) • Bei der Auswahl des Kernteams sollte auf gute Qualifikationen geachtet werden. Teammitglieder sollten Fachkompetenz sowie Flexibilität, Kenntnisse im wissenschaftlichen Arbeiten eine klare Handlungs- und Prozessorientierung sowie eine ausgeprägte Sozial- und Kommunikationskompetenz mitbringen (Rose et al., 2019, S. 23). Dies ist insb. in RLs wichtig, in denen sehr heterogene Akteursgruppen interagieren. • Auch Expertise zu digitalen Methoden im Reallabor (z.B. Social Media Analysen, Online Diskurse, Online Abstimmungen & Befragungen, digitale Moderation und kollaborative Tools) sollten im Arbeitsteam integriert sein.
<p>Unklare Aufgabenteilung, ineffiziente Teamarbeit</p>	<p>Frühe Klärung der Rollen und Zuständigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rollen und Zuständigkeiten sollten früh geklärt werden. Dies beugt Missverständnissen vor und erleichtert das Zeitmanagement (Alcántara et al., 2017, S. 41; Rose et al., 2019, S. 24). • Es ist empfehlenswert, eine/n zentrale/n Ansprechpartner/-in zu benennen bzw. eine Koordinationsstelle einzurichten (BMW, 2019a, S. 29).
<p>Konflikte und Spannungen durch intransparente Kommunikation und nicht vorhandene Mediationsmöglichkeiten</p>	<p>Etablierung einer kollaborativen Arbeits- und offenen Kommunikationskultur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geeignete Kommunikations- und Partizipationsstrukturen sollten etabliert werden. Regelmäßigen Treffen sowie die Nutzung einer digitalen Plattform, auf der Daten und Dokumente geteilt und Informationen und Nachrichten ausgetauscht werden können, werden empfohlen (Rose et al., 2019, S. 23; Alcántara et al., 2017, S. 42). • Es wird empfohlen, eine gemeinsame Sprache zu finden, in der akademische Begriffe die Ausnahme sind und eine Kommunikation auf Augenhöhe stattfindet (Rose et al., 2019, S. 23; Interview 2). Dieser Prozess kann einige Zeit in Anspruch nehmen, diese darf nicht als „verschwendet“ bewertet werden, sondern sollte als fester und wertvoller Bestandteil eines Reallabors gesehen werden (Interview 2). • Die Interessen, Bedürfnisse, Potentiale aber auch Einschränkungen aller Beteiligten müssen berücksichtigt werden und Gehör finden und ein Gleichgewicht zwischen wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Zielen muss gefunden werden (Bergmann et al., 2020, S.10 ; Alcántara et al., 2017, S. 41; Rose et al., 2019, S. 24). • Ein möglicher Zielkonflikt zwischen dem Produzieren praktischer Ergebnisse und dem Ziel wissenschaftlicher Qualität sollte thematisiert und ausbalanciert werden (Rose et al., 2019, S. 25). • Um eine Kommunikationskultur auf Augenhöhe zu unterstützen, sollte in regelmäßigen internen Reflexionsrunden die eigene Rolle, sowie der Prozess und die Zusammenarbeit reflektiert und besprochen werden (Rose et al., 2019, S. 22-24). Hierfür können auch digitale Tools genutzt werden, die z.B. eine anonyme Meinungsäußerung ermöglichen.
<p>Zivilgesellschaftlicher Widerstand gegen Reallabor</p>	<p>Transparente und kontinuierliche Öffentlichkeitskommunikation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projekte, von denen zum Beispiel die Zivilgesellschaft indirekt betroffen ist oder aktiv miteinbezogen wird, sollten schon früh nach außen kommuniziert werden (Internetauftritt,

	<p>Informationsbroschüren, Plakate sowie öffentliche (Diskussions-)Veranstaltungen, um gesellschaftliche Akzeptanz zu erzeugen. Transparenz und die Einbindung der Zivilgesellschaft in Informations- und Entscheidungsprozesse sind hierbei maßgeblich (Alcántara et al., 2017, S. 42; BMWi, 2019a, S. 25).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bei (regulativen) Experimenten in der Realwelt wird empfohlen, einen Moralkodex zu entwickeln, um Vertrauen in das Verantwortungsbewusstsein der Akteure/-innen zu schaffen und der Ablehnung von Experimenten vorzubeugen (Greenstone, 2009 in Bauknecht et al., 2019, S. 8).
Unzureichende Ressourcenausstattung	<p>Vorausschauendes Ressourcenmanagement und Ressourcensicherung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konkrete Zeitplanung und Abschätzung des Ressourcenbedarfs & Sicherung der Finanzierung des Vorhabens (Alcántara et al., 2017, S. 41; BMWi, 2019a, S. 31; Bergmann et al., 2020, S.13): finanzieller Bedarf z.B. für eine Haftpflichtversicherung des Reallabors; Räumlichkeiten; Personeller Bedarf bzw. Zeitbedarf insgesamt.
Unklarheit über Reallaborplanung, unzureichende wissenschaftliche Begleitung und Evaluation	<p>Orientierung an klaren Experimentierkonzepten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Orientierung an klaren Experimentierkonzepten bzw. Reallabor-Ablaufschemas wird empfohlen (Rose et al., 2019; Bergmann et al., 2020). Sie bietet strukturierende Elemente, trotzdem sollte sie anpassungsfähig bleiben (Bergmann et al., 2020, S. 13). • Abschließende Wirkungsmessung sollte fester Bestandteil im Reallabor sein (Interview 1).
Widerstände gegen Experimente, fehlende Kultur des Scheiterns und konkrete Maßnahmenentwicklung in der politischen Programmentwicklung statt offene Zielformulierung	<p>Förderung der Offenheit für eine Experimentierkultur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Der „Mut zum Experimentieren“ muss gegeben sein und experimentelles Lernen sollte als solches anerkannt werden. Dazu gehört, dass auch Scheitern akzeptiert und als Erfahrung anerkannt wird (Interview 1; Interview 2). Dies erfordert es auch, eine Ergebnisoffenheit zum Prozessbeginn zu schaffen (Interview 2). • Fokus im Reallabor sollte auf Lernprozessen liegen, insb. was konkret gelernt bzw. herausgefunden werden soll (Interview 1). • Eine enge Abstimmung zwischen den verschiedenen politischen Ressorts unterstützt die Möglichkeiten und die Reichweite des Experimentierens (Interview 2). • Entwicklung von politischen Programmen oder Gesetzen sollten direkt in Experimentier-Freiräume einbezogen und mitgedacht werden (Interview 2).
Vorwurf der Verschwendung von Steuergeldern	<p>Berücksichtigung öffentlicher Interessen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Werden öffentliche Gelder für die Umsetzung von Reallaboren verwendet, kann der Vorwurf entstehen, dass Gelder verschwendet werden, um Experimente mit unsicherem Ausgang durchzuführen (Projektworkshop 2). In diesem Fall ist eine gute Kommunikation nach außen umso wichtiger, um zu verdeutlichen, welche Chancen und Vorteile Reallabore und das Erproben von Innovationen mit sich bringen.
Reallaborvorhaben sind im Rahmen des geltenden Rechts nicht möglich, bieten jedoch weitreichende Chancen für eine nachhaltige Transformation	<p>Einbezug rechtlicher Aspekte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nationales und supranationales Recht muss selbstverständlich eingehalten werden (Bauknecht et al., 2019, S. 8). Der Vorbehalt und Vorrang des Gesetzes, das Bestimmtheitsgebot sowie der Gleichheitsgrundsatz müssen geachtet werden (Bauknecht et al., 2019, S. 9; BMWi, 2019a, S. 65-66). • Fragen der beihilferechtlichen Konformität und Haftung sollten im Vorhinein geklärt werden (Bauknecht et al., 2019a, S. 44-48). Dabei ergeben sich deutliche Unterschiede durch den/die initierende/n AkteurIn sowie den Ort der Durchführung und die Realweltlichkeit des Reallabors. Sind z.B. keine öffentlichen Gelder oder Grundstücke betroffen, ändern sich rechtliche Anforderungen. • Zur Ermöglichung von experimentellem Vorgehen z.B. in Unternehmenskooperationen ist eine Rechtssicherheit zentral (Interview 2). • Es sollten frühzeitig Optionen der Verstetigung mitgedacht werden, um entwickelte Blaupausen in die Normalität überführen zu können (Interview 2). Eine umfassende Evaluierung sollte zuvor erwogen sowie die Passfähigkeit ins regulatorische System geprüft werden. • Im Rahmen der Programmentwicklung sind Experimentierklauseln frühzeitig mitzudenken oder ganzheitlich in einem Experimentierparagrah im Programm festzulegen (Interview 2).

5. Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen für den umweltpolitischen Einsatz von Reallaboren

Aus den Ergebnissen der Kurzstudie, ergänzenden Literaturanalysen und den Diskussionen mit Expert/-innen und im Projektteam lassen sich eine Reihe von Schlussfolgerungen und Strategien für den Einsatz von Reallaboren im Rahmen einer umweltorientierten Digitalpolitik ableiten.

5.1 Reallabore als ein Instrument der transformativen Umweltpolitik

Reallabore, die sich im Rahmen einer transformativen Nachhaltigkeitsforschung entwickelt haben, können als wichtiges Politikinstrument für die Weiterentwicklung der Umweltpolitik genutzt werden. Sie greifen mit ihren wesentlichen Charakteristika und ihrer Fokussierung auf die Schaffung und Vermittlung von Wissen für nachhaltige Transformationen auf Basis von Experimenten und Ko-Kreation von Lösungsansätzen einen zentralen Handlungsansatz einer transformativen Umweltpolitik auf. Zudem nutzen sie weitere Ansätze der transformativen Umweltpolitik:

1. Einbindung neuer Akteure/-innen; Identifikation, Bewertung und Nutzung von Trends sowie Schaffung eines Innovationsvorrats (Fokus der „Reallabore für soziale Innovationen“, vgl. Kap. 3.1).
2. Abstimmung umweltpolitischer Instrumente und Ziele auf das neue System der Digitalisierung (Fokus der „Reallabore für regulatives Lernen“ (vgl. Kap. 3.3).
3. Organisation von Exnovation für Richtungssicherheit in Beschleunigungsphasen (Fokus der „Reallabore für umweltgerechte Digitalisierung“ vgl. Kap. 4.1).
4. Entwicklung gesellschaftlich getragener Visionen und langfristiger Ziele sowie Skalierung ausgewählter Innovationen (Fokus der „Reallabore für digital-basierte sozial-ökologische Transformation“ vgl. Kap. 4.2)

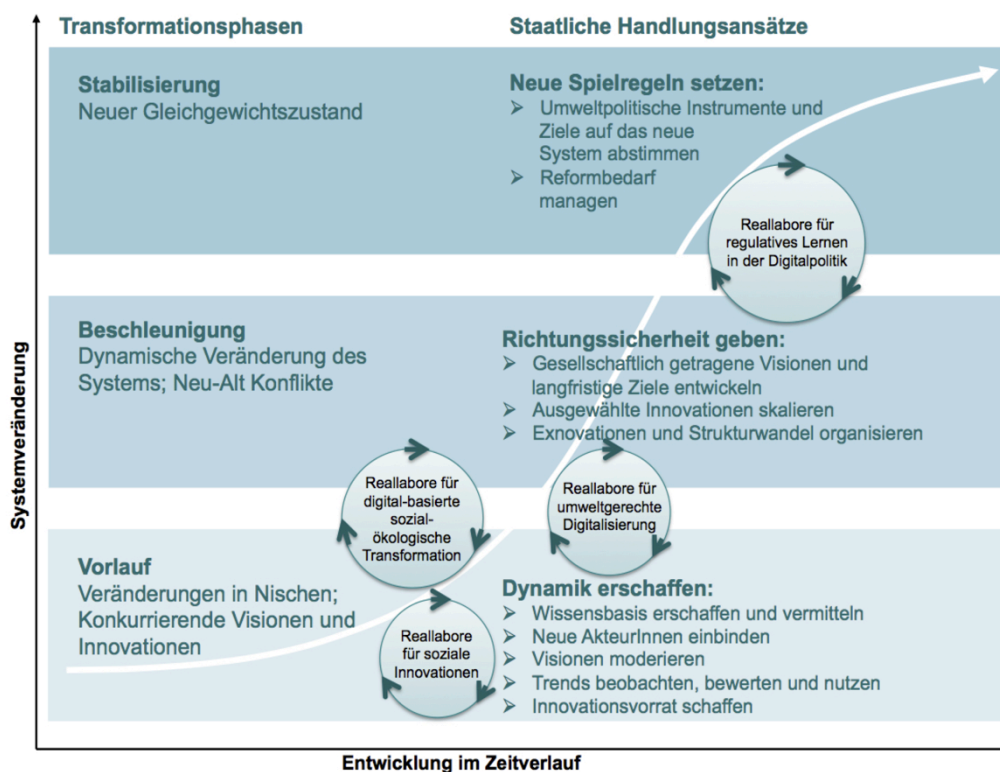


Abbildung 4: Reallabore als Instrumente transformativer Umweltpolitik der Digitalisierung (eigene Darstellung, Quelle für Hintergrund: Wolff et al. 2018, auf Basis von SRU, 2016)

Zur Förderung von Dynamik in Innovations- und Diffusionsprozessen können Reallabore insbesondere zur Gestaltung nachhaltiger Produkt- und Dienstleistungsinnovationen und Entwicklung sozialer Innovationen genutzt werden. Durch frühzeitiges Erfassung von Anwendungsbedingungen für neue Produkte und Dienstleistungen können dabei Diffusionsprozesse beschleunigt und besser auf Nachhaltigkeit ausgerichtet werden (Erdmann et al., 2018; Liedtke, et al, 2019). Zur Gestaltung der Rahmenbedingungen bzw. Spielregeln für die Digitalisierung könnten Reallabore, und insbesondere die Reallabore für regulatives Lernen, über die Mechanik der Ko-Kreation, der transdisziplinären Dialoge und Partizipation insbesondere die Akzeptanz und Legitimität umweltpolitischer Maßnahmen stärken. Dies kann z.B. über die Schaffung einer politisch relevanten und sozial robusten Wissensbasis, die Stärkung von Akteuren/-innen und Institutionen, z.B. im politischen Wettbewerb, und die Förderung von Diskursen zu Maßnahmen der Umweltpolitik erfolgen (vgl. Abb. 5).

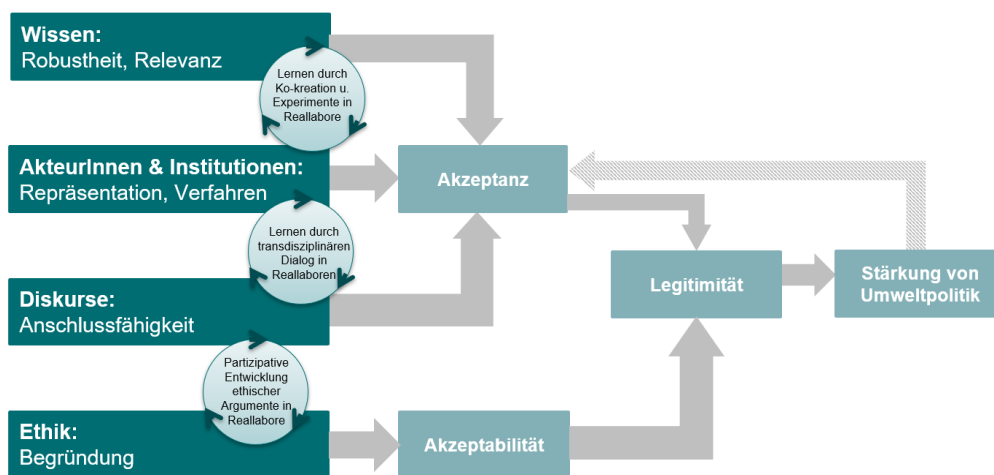


Abbildung 5: Ansatzpunkte und Beiträge von Reallaboren für eine Erhöhung der Akzeptanz und Akzeptabilität von Umweltpolitik (Eigene Darstellung basierend auf Wolff et al., 2019)

Eine durch das Instrument der Reallabore unterstützte transformative Umweltpolitik stellt somit eine Ergänzung und Weiterentwicklungsmöglichkeit bisheriger Umweltpolitik dar. Sie baut auf bestehenden und bewährten Handlungsansätzen auf. Dazu zählt z.B. die Entwicklung mittel- bis langfristiger Strategien und Programme (strategische Umweltpolitik) oder die Kombination unterschiedlicher Politikmaßnahmen und Instrumententypen (vgl. Wolff et al., 2018).

5.2 Handlungsstrategien für den umweltpolitischen Einsatz von Reallaboren

Um Reallabore im Kontext der Digitalpolitik im umweltpolitischen Sinne besser zu nutzen, werden die folgenden drei Strategien vorgeschlagen (vgl. auch Abb. 6):

1. Förderprogramm für Reallabore der nachhaltigen Digitalisierung
2. Wissenstransfer für nachhaltigen Wandel in der Digitalisierung
3. Forschung zur digitalen und partizipativen Entwicklung von rechtlichen und planerischen Politikinstrumenten

Strategien für den umweltpolitischen Einsatz von Reallaboren

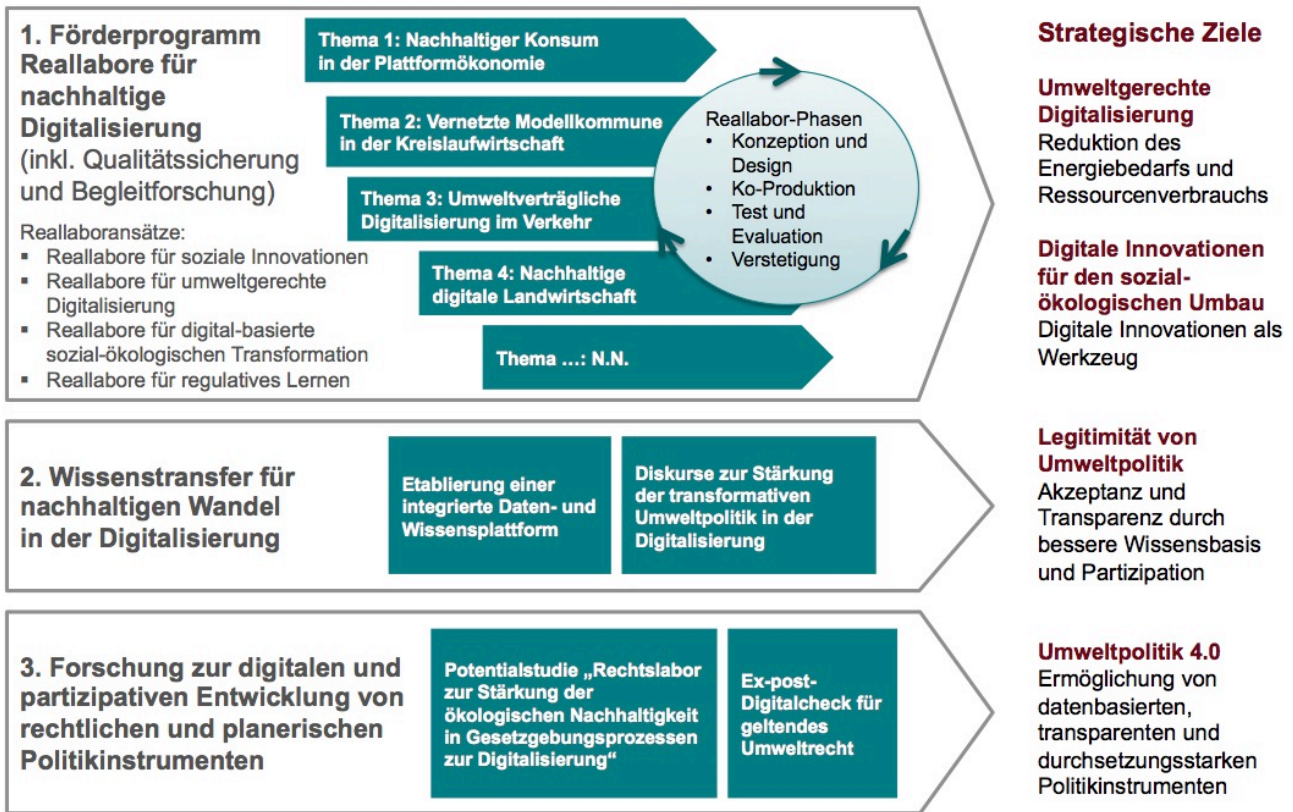


Abbildung 6: Strategien für den Einsatz von Reallaboren im Rahmen einer umweltorientierten Digitalpolitik (Eigene Darstellung, Quelle für Reallaborthemen: BMU, 2020; Quelle für strategische Ziele: BMU, 2020, SRU 2019)

Strategie I: „Förderprogramm für Reallabore der nachhaltigen Digitalisierung“

Die Schaffung eines langfristig angelegten Förderprogramms für Reallabore der nachhaltigen Digitalisierung ermöglicht die Umsetzung und Koordination von umweltorientierten Reallaborprojekten. Diese adressieren besonders umweltrelevante Aspekte der Digitalisierung und umfassen auch die in der Digitalagenda des BMU geplanten Reallabor-Maßnahmen (in den Bereichen „Industrie 4.0 und Kreislaufwirtschaft“, „Mobilität“, „Nachhaltiger Konsum“ und „Naturschutz, Land- und Wasserwirtschaft“, vgl. BMU 2020a, S. 6). Die Etablierung von Begleitforschungsprojekten dient der Qualitätssicherung sowie der Bündelung und Aufbereitung von Wissens- und Erfahrungsschätzen der Reallaborarbeit (Parodi et al., 2018) und Living-Lab-Forschung (Erdmann et al. 2018).

Ziele:

- Beiträge zur Reduktion des Energiebedarfes und des Ressourcenverbrauches digitaler Technologien
- Förderung von digitalen Innovationen für den sozial-ökologischen Umbau in relevanten Handlungsfeldern
- Datengestützte Identifikation neuer staatlicher und nicht-staatlicher Gestaltungs-, Steuerungs- und Handlungsmöglichkeiten für eine nachhaltige Gestaltung von digitalen Produkten und Dienstleistungen

Umsetzungsschritte zur Strategie I:

1. Förderprogramm initiieren

Zeithorizont: kurzfristig, Zielgruppen: Unternehmen, Wissenschaft, Zivilgesellschaft, Intermediäre

Der Aufbau eines mittel- bis langfristigen Förderprogramms „Reallabore der nachhaltigen Digitalisierung mit oben genannten Zielen wird initiiert. Reallabore sind in diesem Förderprogramm der zentrale Ansatz zur Entwicklung und Testung technischer, sozialer und rechtlicher Innovationen. Die Reallabor-Spezifika des BMU orientieren sich an qualitätsgesicherten Experimentierkonzepten und Prozessschritten von Reallaboren (Rose et al., 2019; Bergmann et al., 2020). Bereits bestehende Förderformate (wie beispielsweise die KI-Leuchttürme für Umwelt, Klima, Natur und Ressourcen) sind fortzuführen und mit dem aufzubauenden Förderprogramm zu verknüpfen.

2. Festlegung formatspezifischer Förderzeiträume und -bedingungen

Zeithorizont: kurzfristig, Zielgruppen: Unternehmen, Wissenschaft, Zivilgesellschaft, Intermediäre

Für die Reallaborprojekte, wie sie in der Digitalagenda skizziert sind, wird eine Laufzeit von mindestens fünf Jahren (3 + 2 Jahre) empfohlen, um „den beträchtlichen Zeiträumen gesellschaftlicher Transformationsprozesse als auch dem internen Transaktions- und Kommunikationsaufwand der Reallaborarbeit Rechnung zu tragen“ (Parodi et al., 2018, S. 1/2). Das Programm schafft Flexibilität, in dem nicht nur zu festen Zeitpunkten (bei thematischen Schwerpunktsetzungen), sondern auch jederzeit Förderungen beantragt werden können. Bescheide erfolgen möglichst zeitnah um aktuelle Möglichkeitsfenster für Reallabore zu nutzen. Da die Konsolidierungsphase in Reallaboren sehr entscheidend ist, ist eine Finanzierung dieser Vorphase in Betracht zu ziehen (Parodi et al., 2018). Eine Verlängerungsoption zur Fortführung bereits angestoßener Transformationsprozesse ist ebenfalls zu prüfen (Alcántara et al., 2017). Die Optionen der Diffusion, Übertragbarkeit und Verstetigung sollten zentrale Aspekte in Ausschreibungen bilden, um die Konzeptentwicklung und Antragstellung von Beginn an konsequent an der Überführung der Reallabor-Blaupausen in die Normalität auszurichten. Es sind qualitative und quantitative Kriterien zur Qualitätssicherung und Messung der Wirksamkeit/des Erfolgs zu verankern. Vor einer Verstetigung ist eine umfassende Evaluierung zentral sowie eine Prüfung bezüglich der Optionen zur Einfügung ins regulatorische System.

3. Spezifikation der Themen und Reallaboransätze der jeweiligen Ausschreibung

Zeithorizont: kurzfristig, Zielgruppen: Unternehmen, Wissenschaft, Zivilgesellschaft, Intermediäre

In diesem Schritt erfolgt die Spezifikation der thematischen Ziele einzelner Ausschreibungen im Förderprogramm. Dabei werden thematische Bereiche identifiziert, in denen große Umweltentlastungspotenziale über Reallabore erwartet werden, wie z.B. Mobilität, Landwirtschaft, Kreislaufwirtschaft, Konsum. Die Themen werden im Dialog mit den Agendateams im BMU und mit externen Akteuren/-innen entwickelt, ggf. im Format der Umweltwerkstätten. Dabei wird auch spezifiziert, welcher Reallaboransatz in den Projekten genutzt werden soll.

4. Qualitätssicherung durch externe Begleitforschung

Zeithorizont: mittelfristig, Zielgruppe: Wissenschaft

Eine externe Begleitforschung ist als zentrale Rahmenbedingung sicherzustellen, um über das Reallabor-Format als Instrument der Umweltpolitik zu lernen und bei Bedarf das Format und seine Ausgestaltung im Bereich der Ausschreibungsgestaltung anzupassen.

Strategie II: „Wissenstransfer für nachhaltigen Wandel in der Digitalisierung“

Der Aufbau einer dauerhaften Daten- und Wissensplattform, Netzwerkentwicklung und die Entwicklung von zielgruppengerechten Kommunikationsmaßnahmen stützen die transformative Umweltpolitik im Rahmen der Digitalisierung. Eine dauerhafte Koordinationsplattform bietet die Möglichkeit des Erfahrungsaustausches, der Profilbildung und des Aufbaus von projekt-übergreifenden Kooperationen und integrierten Daten- und Wissensstrukturen. Zielgruppengerechte Kommunikationsmaßnahmen dienen der Schaffung einer sozial robusten Wissensbasis, zur Erhöhung der Akzeptanz und Akzeptabilität von nachhaltigkeitsorientierter Digitalpolitik.

Ziele:

- Systemische Entwicklung der umweltpolitischen Reallabor-Landschaft
- Erfahrungsaustausch, Profilbildung und projekt-übergreifende Kooperationen und integrierte Daten- und Wissensstrukturen
- Schaffung einer sozial robusten Wissensbasis zur Stärkung der transformativen Umweltpolitik in der Digitalisierung
- Diskurs- und Kompetenzentwicklung über zielgruppenspezifische Veranstaltungen und Beratungsangebote sowie Bildungskonzepte und -materialien

Umsetzungsschritte zur Strategie II:

1. Etablierung einer integrierten Daten- und Wissensplattform

Zeithorizont: mittelfristig, Zielgruppe: Wissenschaft, KMUs, Start-ups, Zivilgesellschaft, Intermediäre

Da eine Bereitstellung von Wissen und Datengrundlagen für effektivere Innovationsprozesse in zukunftsorientierten Technologiefeldern sorgt (z.B. zu Künstlicher Intelligenz, Landwirtschaft, Industrie 4.0, Mobilität, Kreislaufwirtschaft), ist eine **dauerhafte Koordinationsplattform** zur Beratung von Wissenschaftsakteuren/-innen und zur Vernetzung der BMU-Reallabor-Projekte mit bestehenden Reallabor- und Living-Lab-Strukturen aufzubauen und zu betreuen (Erdmann et al., 2018). Eine Form, eine solche Plattform zu institutionalisieren (vgl. auch Wolf et al. 2019, S. 21), wäre die Etablierung einer eigenständigen Instanz z.B. in Form einer Agentur (beispielsweise mit dem Titel „Agentur für transformative Umweltpolitik in der Digitalisierung“). Eine solche Agentur dient der systemischen Entwicklung der umweltpolitischen Reallabor-Landschaft und würde in Zusammenarbeit mit Bund und Land sicherstellen, dass die Potentiale des Reallaborinstruments für eine transformative Umweltpolitik für eine nachhaltige Digitalisierung ausgeschöpft werden können.

Die Plattform/Agentur bietet die Möglichkeit des Erfahrungsaustausches, der Profilbildung und des Aufbaus von projekt-übergreifenden Kooperationen. Ergänzend ist der Aufbau von **integrierten Daten- und Wissensstrukturen** für eine smarte Digitalisierung zu verantworten, welche beispielsweise auch in Bürger/-innenbeteiligungsprojekten genutzt werden können. Hierbei können auch Bürger/-innen- und Haushaltspanels genutzt und entwickelt werden. Die Privatwirtschaft ist bei Datenbereitstellung stärker in den Dienst zu nehmen (WBGU, 2019).

Langfristig bietet die Plattform zudem die Unterstützung bei der Diskurs- und **Kompetenzentwicklung** mit zielgruppenspezifischen Veranstaltungen und Beratungsangeboten (z.B. in Form von Mentoring (BMW i, 2020b; UBA, 2016), **Bildungskonzepten und -materialien** für eine umweltgerechte Digitalisierung.

2. Diskurs zur Stärkung der transformativen Umweltpolitik in der Digitalisierung

Zeithorizont: mittelfristig, Zielgruppe: KMUs, Start-ups, Zivilgesellschaft, Intermediäre

Mit zielgruppengerechten Kommunikationsmaßnahmen und Diskursen soll die transformative Umweltpolitik und nachhaltigkeitsorientierte Experimentierkultur im Rahmen der Digitalisierung unterstützt werden. Die Kommunikationsmaßnahmen sind hierbei sowohl für interne als auch externe Zielgruppen zu entwickeln. Ziel ist es, über die **Schaffung einer sozial robusten Wissensbasis**, das Aufgreifen gesellschaftlicher Trends in der Kommunikation und das **Einbinden neuer**

Akteure/-innen und Institutionen (mit neuen Rollen), um gesellschaftliche Teilhabe und Diskurse zu fördern und die **Akzeptanz und Akzeptabilität von Umweltpolitik zu erhöhen** und diese damit zu stärken (Wolff et al. 2018).

Neben der **Aufrechterhaltung eines Diskurses zu Zielen und Maßnahmen der umweltpolitischen Digitalagenda** ist auch die Entwicklung von digital nachhaltigen, gesellschaftlichen Leitbildern anzustoßen. Als **begleitende Formate** könnten z.B. fachspezifische Veranstaltungen genutzt werden, um wirtschaftliche, politische, wissenschaftliche und zivilgesellschaftliche Akteure/-innen, die bisher keine Bezüge zu Nachhaltigkeits- und Reallaborformaten haben, einzubinden. Kommunikativ aufbereitete Narrative über nachhaltige Best Practices in der Digitalisierung in Nischen könnten eingesetzt werden, um ein Reflektieren über nicht nachhaltige Strukturen und Praktiken anzustoßen (Stichwort: Exnovation). Mehr Aufmerksamkeit für das Format und bereits laufende Projekte kann durch Preise und Auszeichnungen generiert werden (UBA, 2016). Intern soll mit Kommunikationsmaßnahmen und Austauschformaten die Verantwortung der Ressorts für die Umweltfolgen ihres Handelns gestärkt und die Kohärenz zwischen Politikzielen verbessert werden. Diskurse können dabei auch Fragen der „Governance des experimentellen Forschens“ und ethische Fragen zu neuen digitalen Möglichkeiten, z.B. neue Anwendungen künstlicher Intelligenz auf Basis persönlicher Daten, aufgreifen.

Strategie III: Forschung zur digitalen und partizipativen Entwicklung von rechtlichen und planerischen Politikinstrumenten

Die Potentiale der Reallabore und anderer (digitaler) Beteiligungsformen zur Anpassung rechtlicher und planerischer Politikinstrumente werden auf Basis einer Ex-post-Analyse für geltendes Umweltrecht exploriert. Gleichzeitig erfolgt eine Strategiebildung zur besseren Integration rechts- und politikwissenschaftlicher Expertise in die Reallaborpraxis. Das BMU baut seine Kompetenzen und Instrumente zum regulativen Lernen (z.B. über Experimentierklauseln) systematisch aus. Dabei geht es u.a. auch darum, die grundrechtlichen Freiheiten von Verursachern und Betroffenen von Umweltzustandsverschlechterungen in ein Gleichgewicht zu bringen und die Rechtsposition von Umweltbelasteten zu stärken.

Ziele:

- Stärkere Verankerung ökologischer Nachhaltigkeit in Gesetzgebungsprozessen und schnellere Integration von Wissen aus Nachhaltigkeits- und Transformationsforschung in politische Prozesse
- Evidenz zur Wirksamkeit digitaler und partizipativer Ausgestaltungsmöglichkeiten rechtlicher und planerischer Politikinstrumente durch realweltliche Erprobungen
- Kompetenzbildung zur digitalen Beteiligung von BürgerInnen in rechtlichen und planerischen Politikprozesse

1. Potentialstudie „Rechtslabor zur Stärkung der ökologischen Nachhaltigkeit in Gesetzgebungsprozessen zur Digitalisierung“

Zeithorizont: kurzfristig, Zielgruppe: Wissenschaft, Umweltpolitik

Zur Stärkung ökologischer Nachhaltigkeit in Gesetzgebungsprozessen zur Digitalisierung sollte der Einfluss von Interessensgruppen und der Umgang mit Gesetzesentwürfen transparenter werden. Vor diesem Hintergrund sollte im Rahmen einer Studie die Potentiale eines Rechtslabors zur Stärkung der ökologischen Nachhaltigkeit in Gesetzgebungsprozessen zur Digitalisierung untersucht werden. Dabei sollte analysiert werden, wie Maßnahmen zur Verankerung ökologischer Nachhaltigkeit im Gesetzgebungsprozess (vgl. SRU, 2019) mit Hilfe von Reallaboren für regulatorisches Lernen exploriert werden können und welche Potentiale sich für umweltpolitische Zielsetzungen ableiten lassen. Dabei geht es insbesondere um das Potential von Wissen und Evidenz zur Wirksamkeit von alternativen regulativen Gestaltungs- und Umsetzungsmöglichkeiten durch realweltliche Erprobungen. Dies kann z.B. die Verankerung ökologischer Kriterien in Experimentierklauseln

betreffen. Beispielsweise könnten mit Hilfe digitaler, partizipativer Ansätze Vorschläge für ökologische Kriterien, Anwendungsbereiche und Grenzen von Experimentierklauseln diskutiert sowie ihre Akzeptanz erprobt werden. Im Rahmen der Potentialstudie sollte auch untersucht werden, ob ein beratendes, unterstützendes Gremium dienlich ist, welches mit Rechtsexpert/-innen u.a. aus den Bereichen Umweltrecht, Experimentierklauseln sowie Expert/-innen der transformativen Umweltpolitik, der Verhaltens- und Bürgerwissenschaften und Digitalisierung besetzt ist.

2. Ex-post-Digitalcheck für geltendes Umweltrecht

Zeithorizont: mittelfristig, Zielgruppe: Wissenschaft, Umweltpolitik

Im Sinne der umweltpolitischen Digitalstrategie des BMU sollte sich das BMU im Rahmen der Datenstrategie des Bundes dafür einsetzen, über den geltenden Standard des Umweltinformationsrechts hinaus, durch neue gesetzliche Regelungen Daten privater Akteure/-innen im Rahmen der verfassungsrechtlichen Zulässigkeit zugänglich zu machen, wenn ihre Nutzung im öffentlichen Interesse ist (vgl. auch BMU, 2020, 71). Damit alternative Regelungen oder neue digitale Umsetzungsmöglichkeiten ihr Potenzial für den Umgang mit Daten, dem Monitoring und dem Vollzug entfalten können, sollte die Ressortforschung des BMU einen Ex-post-Digitalcheck für geltendes Umweltrecht (vgl. BMU, 2020, 71) aufgreifen und dabei ausgewählte Gestaltungs- und Umsetzungsmöglichkeiten in einem Reallaborprozess erproben. Beispielsweise kann so die Wirksamkeit von neuen digital-unterstützten Umsetzungsmöglichkeiten im Politikvollzug unter Beteiligung von Praxisakteuren/-innen vor einer breiten Umsetzung früh realweltlich erprobt und bewertet werden. Der Einbezug von Praxisakteuren/-innen, z.B. aus Verwaltung und Wirtschaft, Bürgerinnen und Bürgern, zur Unterstützung von Gesetzgebungsprozessen ist in jedem Fall zeitlich begrenzt und erfolgt ausschließlich phasenweise über ausgewählte Beteiligungsformate. Zur Ergänzung von bewährten Formaten, wie z.B. Diskussionsrunden oder Planspielen, können unter Anwendung des Reallaboransatzes entscheidungsunterstützende Erkenntnisse zur gesellschaftlichen Akzeptanz und Wirkung alternativer Anreizmechanismen gewonnen und wissensbasierte Grundlagen zu ihrer möglichen Umsetzung geschaffen werden. Somit sollten beim anvisierten Digitalcheck die Potentiale von Reallaboren als unterstützendes Instrument für die Schaffung von sozial-robustem Wissen für das regulative Lernen einbezogen werden.

6. Literaturverzeichnis

- Alcántara, S., Lindner, D., Löwe, C., Kuhn, R. & Puttrowaitet, E. (2017). *Die Kultur des Experimentierens. In Reallaboren Nachhaltigkeit gemeinsam schaffen*. Reallabor für nachhaltige Mobilitätskultur, ZIRIUS, Universität Stuttgart. Abrufbar unter: <http://www.r-n-m.net/wp-content/uploads/2018/03/Forschen-mit-Realexperimenten.pdf>
- Artinger, S., Baltés, S., Jarchow, C., Petersen, M. & Schneider, A.M. (2018). *Lebensdauerlabel für Elektroprodukte. Untersuchung zur Wirkung einer Lebensdauerangabe für Elektroprodukte auf die Kaufentscheidung*. Berlin: Die Bundesregierung, wirksam regieren.
- Baedeker, C., Liedtke, C. & Welfens, M. J. (2017). *Green Economy as a Framework for Product-Service Systems Development: The Role of Sustainable Living Labs*. In: Keyson, D. V., Guerra-Santin, O., & Lockton, D. (Hrsg.): *Living Labs: Design and Assessment of Sustainable Living*. Springer International Publishing Switzerland, 2017, 35-51
- Bauknecht, D., Bischoff, T., Bizer, K., Heyen, D., Führ, M., Gailhofer, P., Proeger, T. & Von der Leyen, K. (2019). *Exploring the pathways: Regulatory experiments for Sustainable Development – an interdisciplinary approach*. ifh Working Paper No. 22/2019.
- Bergmann, M., Schöpke, N., Marg, O., Stelzer, F., Lang, D.J., Bossert, M., Gantert, M., Haeussler, E., Marquardt, E., Piontek, F.M., Potthast, T., Rhodius, R., Rudolph, M., Ruddat, M., Seebacher, A. & Sussmann, N.. (2020). *Transdisciplinary Sustainability Research in Real-World Labs - Success Factors and Methods for Change*. Sustainability Science (Manuskript eingereicht zur Veröffentlichung).
- BMF (2020). *Corona-Folgen bekämpfen, Wohlstand sichern, Zukunftsfähigkeit stärken*. Ergebnis Koalitionsausschuss 3. Juni 2020. Berlin: Bundesministerium der Finanzen
- BMU (2020a). *Umweltpolitische Digitalagenda*. Berlin: Bundesministerium für Umwelt und nukleare Sicherheit
- BMU (2020b). *Wir schafft Wunder: Fortschritt sozial und ökologisch gestalten*. Berlin: Bundesministerium für Umwelt und nukleare Sicherheit
- BMW (2019a). *Freiräume für Innovationen. Das Handbuch für Reallabore*. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.
- BMW (2019b). *Reallabore – Testräume für Innovation und Regulierung*. Abrufbar unter: <https://www.bmw.de/Redaktion/DE/Dossier/reallabore-testraeume-fuer-innovation-und-regulierung.html>
- BMW (2020a). SINTEG Programm. SINTEG. <https://www.sinteg.de/programm/>
- BMW (2020b). *Das Netzwerk Reallabore Ergebnisse der Mitgliederbefragung 2019/2020 Stand: 24. Februar 2020*. Berlin: BMW.
- Buhl, J., von Geibler, J., Echternacht, L., & Linder, M. (2017). Rebound effects in Living Labs: Opportunities for monitoring and mitigating re-spending and time use effects in user integrated innovation design. *Journal of Cleaner Production*, 151, 592-602.
- Bulkeley, H., & Castán Broto, V. (2013). Government by experiment? Global cities and the governing of climate change. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 38(3), 361–375. <https://doi.org/10.1111/j.1475-5661.2012.00535.x>
- Burger, A., Lünenbürger, B. & Kühleis, C. (2019). CO₂-Bepreisung in Deutschland. Ein Überblick über die Handlungsoptionen und ihre Vor- und Nachteile. UBA Factsheet, (2019), Dessau-Roßlau: Umweltbundesamtes.
- Clausen, J. & Fichter, K. (2019). *Governance radikaler Umweltinnovationen: Theoretische Grundlagen und Forschungskonzeption*. Berlin: Borderstep Institut.
- Coroamă, V. C., & Mattern, F. (2019). *Digital Rebound—Why Digitalization Will Not Redeem Us Our Environmental Sins*. In 6th International Conference on ICT for Sustainability. Lappeenranta, Finland: CEUR Workshop Proceedings.
- Defila, R. & Di Giulio, A. (2019). *Wissenschaftspolitische Empfehlungen zum Forschungs- und Förderformat Reallabor*. Basel: Universität Basel.
- de Haan, P., Kahlenborn, W., Marth, H., Peters, A., & Semmling, E. (2015). *Rebound-Effekte: Ihre Bedeutung für die Umweltpolitik*. UBA TEXTE, 31(2015), 112, Dessau-Roßlau: Umweltbundesamtes.

Deutscher Bundestag (2018a). *Reallabore, Living Labs und Citizen Science-Projekte in Europa*. Berlin: Deutscher Bundestag.

Deutscher Bundestag (2018b). *Sachstand. Experimentierklauseln in der grenzüberschreitenden kommunalen Zusammenarbeit*. Berlin: Deutscher Bundestag.

Die Bundesregierung (2020). *wirksam regieren - Arbeitsweise*. Berlin: Die Bundesregierung. Abrufbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/wirksam-regieren/arbeitsweise>

Di Giulio, A. & Defila R. (im Erscheinen): *Charakterisierung eines kompakten, transdisziplinären und transformationsorientierten Dialogformats für die Bearbeitung von Nachhaltigkeitsthemen. Studie im Auftrag der wpn2030*. Basel: Universität Basel, Departement Umweltwissenschaften

Erdmann, L., Geibler, J. v., Dönitz, E., Stadler, K. & Zern, R. (2018). *Roadmap Living Labs für eine Green Economy 2030. Langfassung mit Roadmaps in den Konsumfeldern Wohnen, Einkaufen und Mobilität. Ergebnis des Arbeitspakets 7 (AP 7.4) des INNOLAB Projekts*. Karlsruhe und Wuppertal: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI; Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie.

Geibler, J. v., Piwowar, J., & Greven, A. (2019). *The SDG-Check: Guiding Open Innovation towards Sustainable Development Goals*. Technology Innovation Management Review, 9(3).

Haake, Hans; Maibaum, Katrin; Rose, Michael; Schleicher, Katharina; Spiker, Olivia; de Stena, Ulrike; Wanner, Matthias (2018). *Wohlstandstranformation Wuppertal*. Wuppertal: Zentrum für Transformationsforschung und Nachhaltigkeit (TransZent).

Jänicke (2011): *The Acceleration of Innovation in Climate Policy - Lessons from Best Practice*. Forschungszentrum für Umweltpolitik, Freie Universität Berlin.

Kalis, M. und Dittmar, L. (2019). Quo vadis, Energiewenderecht? Energierechtliche Zukunftsgestaltung. *Artike.TATuP - Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis*, 8 (3), S. 48-53, 2019.

Lange, S., & Santarius, T. (2018). *Smarte grüne Welt? Digitalisierung zwischen Überwachung, Konsum und Nachhaltigkeit*. Oekom Verlag.

Liedtke, C., Köhlert, M., Huber, K. & Baedeker C. (2019). *Transition Design Guide. Design für Nachhaltigkeit. Gestalten für das heute und Morgen. Ein Guide für Gestaltung und Entwicklung in Unternehmen, Städten und Quartieren, Forschung und Lehre*. Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie.

Liedtke, C., Baur, N., Dehmel, S., Grimm, V., Kenning, P., Micklitz, H. W., Specht-Riemenschneider, L. & Scharioth, S. (2020). *Nachhaltigen Konsum und nachhaltige Produktion ermöglichen. Empfehlungen für die Verbraucherpolitik*. Berlin: Sachverständigenrat für Verbraucherfragen.

Luber, S. & Schmitz, P. (2018). *Was ist eine Sandbox?* Security Insider. Abgerufen am 08.07.2020 unter: <https://www.security-insider.de/was-ist-eine-sandbox-a-740133/>

Netzwerk Reallabore (2020). *Reallabore der Nachhaltigkeit*. <https://www.reallabor-netzwerk.de>

Madlener, R. (2013). *Rebound-Effekt: "Wenn Energiesparen den Verbrauch erhöht"*. UBA, Green Radio. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

Parodi, O., Ley, A., Fokdal, J. & Seebacher, A. (2018). *Empfehlungen für die Förderung und den Aufbau von Reallaboren. Ein Positionspapier der BaWü-Labs*. Die Reallabore Baden-Württemberg.

KRU (Ressourcenkommission am Umweltbundesamt) (2015). *Ressourcenleicht leben und wirtschaften: Standortbestimmung der Ressourcenkommission am Umweltbundesamt (KRU)*. Dessau-Roßlau.

Rose, M., Wanner, M. & Hilger, A. (2019). *Das Reallabor als Forschungsprozess und-infrastruktur für nachhaltige Entwicklung: Konzepte, Herausforderungen und Empfehlungen*. Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie.

Rückert-John, J., Jaeger-Erben, M. & Schäfer, M. (2014). *Soziale Innovationen im Aufwind. Ein Leitfaden zur Förderung sozialer Innovationen für nachhaltigen Konsum*. Dessau: Umweltbundesamt.

Schäpke, N., Stelzer, F., Bergmann, M., Singer-Brodowski, M., Wanner, M., Caniglia, G. & Lang, D.J. (2017). *Reallabore im Kontext transformativer Forschung*. IETSR Discussion Papers.

- Schäpke, N.; Stelzer, F.; Caniglia, G.; Bergmann, M.; Wanner, M.; Singer-Brodowski, M.; Loorbach, D.; Olsson, P.; Baedeker, C.; Lang, D. J. *Jointly Experimenting for Transformation? Shaping Real-World Laboratories by Comparing Them*. GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society, Volume 27, Supplement 1, 2018, pp. 85-96(12)
- Schubert, K. & Klein, M. (2018). *Das Politiklexikon*. 7., aktual. u. erw. Aufl. Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung.
- Specht-Riemenschneider, L., Dehmel, S., Kenning, P., Liedtke, C., Hans-W. Micklitz & Scharioth, S. (2020). *Grundlegung einer verbrauchergerechten Regulierung interaktionsmittler Plattformfunktionalitäten*. Berlin: Sachverständigenrat für Verbraucherfragen.
- Steinberg, P. (2019): *Reallabore als Beitrag zu einer modernen Ordnungspolitik. Stand und weitere Planung*. Präsentation auf der 1. Netzwerk-Veranstaltung Reallabore.
- SRU (2019): *Demokratisch regieren in ökologischen Grenzen – Zur Legitimation von Umweltpolitik*. Sondergutachten des Sachverständigenrates für Umweltfragen. Berlin.
- Terlau, W. & Hirsch, D. (2015). *Sustainable Consumption and the Attitude-Behaviour-Gap Phenomenon - Causes and Measurements towards a Sustainable Development*. Journal on Food System Dynamics, Vol. 6, No 3 (2015), pp. 159-174.
- UBA (2016). *Nachhaltiger Konsum durch soziale Innovationen – Konzepte und Praxis*. Umweltbundesamt: Dessau
- Voytenko, Y., McCormick, K., Evans, J., & Schliwa, G. (2016). Urban living labs for sustainability and low carbon cities in Europe: towards a research agenda. Journal of Cleaner Production, 123, 45–54. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.053>
- Wanner, M., Stelzer, F., Baedeker, C., Fishedick, M., Liedtke, C., Venjakob, J. & Schneidewind U. (2019). *Reallabore - Perspektiven für ein Forschungsformat im Aufwind*. Reallabore-InBrief. Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie.
- Wanner, M., Hilger, A., Westerkowski, J., Rose, M., Stelzer, F., & Schäpke, N. (2018). *Towards a Cyclical Concept of Real-World Laboratories: A Transdisciplinary Research Practice for Sustainability Transitions*. *DisP – The Planning Review*, 54(2), 94-114
- WBGU (2011). *Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation*. Berlin: Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen.
- WBGU (2016). *Der Umzug der Menschheit: Die transformative Kraft der Städte*. Berlin: Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen.
- WBGU (2019). *Ein europäischer Weg in unsere gemeinsame digitale Zukunft*. Berlin: Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen.
- Wedell, P., Albert, D., Schäfer-Stradowsky, S., Kraft, A.H., Borner, J., Schmidt, A., Boje, H., Venjakob, J., Kochems, J., Grosse, B., Herrmann, L., Jahnke, P., Uhlemeyer, B., Küster, M., Brohmann, B., Kallenbach-Herbert, B., Schmeink, V. & Daubner, D. (2018). *ENavi: Die Reallabor-Methode in der Anwendung*. Bonn: Kopernikus-Projekt.
- von Wirth, T., Fuenfschilling, L., Frantzeskaki, N., & Coenen, L. (2018). Impacts of urban living labs on sustainability transitions: mechanisms and strategies for systemic change through experimentation. *European Planning Studies*, 27(2), 229–257. <https://doi.org/10.1080/09654313.2018.1504895>
- Wolff, F., Heyen, D.A., Brohmann, B., Griebshammer, R., Jacob, K. & Graaf, L. (2018). *Transformative Umweltpolitik: Nachhaltige Entwicklung konsequent fördern und gestalten*. Dessau: Umweltbundesamt.
- Wolff, F., Brohmann, B., Fischer, C., Griebshammer, G., Heyen, D.A., Jacob, K., Graaf, L., Pregernig, M., Espinosa, C., Potthast, T., Meisch, S., Kerr, M., Richerzhagen, C., Bauer, S., Brandi, C. (2019). *Perspektiven für Umweltpolitik: Ansätze zum Umgang mit neuartigen Herausforderungen*. Umweltbundesamt (Hrsg.), 83/2019, Dessau-Roßlau.

Anhang

Übersicht Interviews und Workshop-Teilnehmenden

Für die Kurzstudie wurden 5 Interviews und 4 Workshops durchgeführt.

Interviewpartner/-innen (alphabetisch sortiert)

Dr. Susanne Baltes, stv. RL Wirksam Regieren, Bundeskanzleramt

Thomas Götz, Co-Leiter des Forschungsbereichs Energiepolitik, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH; Abteilung Energie-, Verkehrs- und Klimapolitik

Dr. Stephan Ramesohl, Co-Leiter des Forschungsbereichs Digitale Transformation; Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH; Abteilung Kreislaufwirtschaft

Simon Schäfer-Stradowsky, Geschäftsführer IKEM – Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität

Prof. Dr. Sabine Schlacke; Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Umwelt- und Planungsrecht

Workshop 1 : Kick-off Meeting, 10. Juni 2020

Teilnehmer/-innen: Andrea Schüten-Schwedhelm (BMU, Z III 3); Jörg Mayer-Ries (BMU); Matthias Sauer (BMU); Christian Löwe (UBA); Justus von Geibler (WI); Christa Liedtke (WI); Franziska Stelzer (WI); Thomas Götz (WI); Flora Dicke (WI)

Workshop 2: Abstimmungsgespräch zur Kurzstudie, 2. Juli 2020

Teilnehmer/-innen: Andrea Schüten-Schwedhelm, Holger Seidel (BMU, G I 3), Christian Löwe (UBA, Z 2.3), Justus von Geibler (WI, SCP), Thomas Götz (WI, POL), Flora Dicke (WI, SCP)

Workshop 3: Interner Workshop am Wuppertal Institut, 4. August 2020

Teilnehmer/-innen: Justus von Geibler, Franziska Stelzer, Flora Dicke (WI, SCP)

Workshop 4: Abstimmungsgespräch zur Kurzstudie, 13.8.2020

Teilnehmer/-innen: Andrea Schüten-Schwedhelm, Rafael Bendszus (BMU, Z III 3); Justus von Geibler; Christa Liedtke; Franziska Stelzer; Miriam Reutter (WI, SCP); Stephan Ramesohl (WI, CE)