

Stefan Böschen

Reallabore: Digitalexperimente als Chance für Nachhaltigkeit durch eine erweiterte Fehlerkultur?

Intelligente Fehler zu machen, ist eine große Kunst.
Federico Fellini

1. Einleitung: Schöne neue Welt von Reallaboren

Reallabore stellen avancierte Experimentalanordnungen dar. Hierbei spielten zunächst förderpolitische Maßnahmen eine zentrale Rolle, und sie finden sich in der Zwischenzeit nicht nur in der Forschungsagenda von Hochschulen sowie im politischen Planungsinstrumentarium von Kommunen wieder, sondern prägen diese mitunter schon. Pointiert gesprochen lassen sich Reallabore als Orte der De-Zentrierung wissenschaftlicher Wissensproduktion vom akademischen Kontext in ganz unterschiedliche gesellschaftliche Räume begreifen. Eine solche Dezentrierung soll eine kontextsensible Wissensproduktion erlauben, um Wissen und Innovation im Sinne von Open oder Responsible Research and Innovation zu konfigurieren (dazu: von Schomberg/Hankins 2019). Mehr noch: Sie sind Orte, an denen durch die Öffnung zur „Gesellschaft“ hin eine ganz neue Kultur experimenteller Erprobung sowie der Teilhabe und Wissensproduktion erhofft wird. Jedoch stellt sich die Frage: Sind diese Erwartungen berechtigt?

Die Antwort fällt mit Blick auf den Stand des Wissens ambivalent aus. Einerseits sind Reallabore ein Ort der Enttäuschung dieser Erwartungen. Denn vielfach fallen Formen der Teilhabe mager und die Erweiterung der Wissensproduktion dürftig aus. Andererseits könnten Reallabore jedoch Orte der Steigerung solcher Erwartungen sein. Denn durch die grundlegende realweltliche Offenheit können Reallabore gerade im Kontext von Transformationsdynamiken eine besondere Rolle spielen (etwa: Parodi/Beecroft 2021). Das trifft insbesondere auch für die digitale Transformation zu, welche grundlegend Einfluss auf die gesellschaftliche Konstruktion von Wirklichkeit nimmt (z.B. Schrape 2021) und somit von einigen Beobachterinnen oder Beobachtern als ein demokratiepolitisches Problem aufgenommen und charakterisiert wird (vgl. Braun/Kropp 2021). Oftmals wird in Verbindung der beiden Entwicklungen vermutet, Digitalisierung

und Nachhaltige Entwicklung stünden in einem Verhältnis wechselseitiger Steigerung. Dies ist jedoch nicht immer der Fall (z.B. Marr 2023).

Nun haben viele Realexperimente oder Reallabore einen Bezug zu digitalen Innovationen (z.B. Schulz-Schaeffer/Meister 2017; Alavi et al. 2020). Dies scheint wenig überraschend, stellen sich doch gerade bei diesem Typ von Innovationen Fragen der Usability oder eben der Veränderung von sozialen Räumen ganz unmittelbar. Dies geht bis hin zur Möglichkeit, sehr weitreichende Prozesse der Smartifizierung, also der Infrastrukturierung mittels digitaler Technologien, in Gang zu setzen, was insbesondere im Kontext der Energiewende (man denke an smarte Quartiere) oder bei der Gestaltung zukünftiger Mobilität (man denke an Netzwerke autonomer Fahrzeuge) die innovatorische Phantasie beflügelt. Gleichwohl wurden und werden bisher zumeist spezifische und lokalisierbare Fälle etabliert und analysiert. Zugleich steht diese Praxis in einem gewissen Spannungsverhältnis zur besonderen Strukturierung qua Digitalisierung, weil sie nicht nur eine ganz eigene Form der Infrastrukturierung darstellt (mit eigenen Nebenfolgen, etwa bei der Formung politischer Öffentlichkeit: Jarren/Fischer 2022), sondern mehr noch als Strukturmuster spätmoderner Gesellschaften gedeutet werden kann (vgl. Nassehi 2019).

Vor diesem Hintergrund stellt sich der Artikel die Frage, welche Bedeutung Digitalexperimenten in Reallaboren insbesondere bei der Thematisierung von Nachhaltigkeitsproblemen zukommen kann? Er verfährt dabei als Gedankenexperiment, um den Raum sozio-technischer Imagination durch Digitalexperimente in Reallaboren zu beleuchten und zu erkunden. Die dabei leitende Vermutung lautet, dass durch Digitalexperimente Erwartungshorizonte für Nachhaltigkeits-Innovationen in Reallaboren differenziert und deren Materialisierung agiler vollzogen, aber ebenso Pfade der Nicht-Nachhaltigkeit leichter identifiziert werden können. Mehr noch stellt sich die Frage, ob sich auf diese Weise mögliche Nicht-Nachhaltigkeits-Entwicklungen rascher identifizieren und durch deren Vermeidung Nachhaltigkeitsentwicklungen gezielt befördern ließen. Dabei gliedern sich die folgenden Überlegungen in drei Abschnitte. Erstens sollen verschiedene Typen von Reallaboren differenziert werden, welche charakteristische sozio-technische Konfigurationen widerspiegeln (Kap. 2). Zweitens sollen darauf aufbauend ausgesuchte Formen und Räume von Digitalexperimenten skizziert werden (Kap. 3). Abschließend werden einige allgemeine Schlussfolgerungen aus diesen Überlegungen abgeleitet und Aufgaben für die künftige Forschung skizziert (Kap. 4).

2. Charakterisierung der Welt der „Reallabore“

Mit dem Konzept der Reallabore geht eine Vielzahl unterschiedlicher Formen lokalen Experimentierens einher. Dazu zählen etwa Living Labs, Urban Labs, Transition Experiments, Social Innovation Labs und viele andere (Schäpke et al. 2018). Dass es so viele Labels gibt, hat nicht allein mit den unterschiedlichen sozio-technischen Situationen, die Gegenstand von Reallaboren sind, zu tun, sondern verdankt sich auch dem innovationspolitischen Ursprung dieses Konzepts. Das Setzen einer Marke von Reallabor ist selbst schon eine soziale Innovation. Zugleich eröffnen die verschiedenen Kontexte, in denen Reallabore stattfinden, tatsächlich auch jeweils eigenständige Bezüge, die es zu würdigen gilt. Zugleich gibt es so etwas wie einen Kern all dieser Formen: In Reallaboren werden als gesellschaftlich relevant positionierte Probleme experimentell aufgegriffen und mittels kollaborativen Handelns (Wissens-)Lösungen erarbeitet. Dabei lassen sich heuristisch drei Gruppen von Reallaboren voneinander abgrenzen.

Eine erste Gruppe formiert sich um relativ gut abgegrenzte und modellhaft stark strukturierte Kontexte des Experimentierens. In diesen werden einzelne Produkte und Dienstleistungen, aber ebenso auch Regulierungsoptionen zum Gegenstand der Erprobung gemacht. Eine hohe Verdichtung der konkreten Forschungssituation sowie eine modellhafte Spezifikation von Fragestellungen ist für diese Form von Reallaboren charakteristisch. Im Fall von Reallaboren rund um Unternehmen gibt etwa der Markt die Randbedingungen vor: “Living labs are networks that can help [companies] create innovations that have a superior match with user needs and can be upscaled promptly to the global market.” (Leminen et al. 2012, S. 6) Wohl nicht zufällig geht es dann vielfach um Fragen eines guten Designs von Produkten oder die Reifung von Technologien und Geschäftsmodellen sowie deren regulativen Randbedingungen (mit Blick auf das Feld der Energiewende: BMWi 2019). Wissenschaftlich geht es vielfach um die Erkundung von Potenzialen emergenter digitaler Technologien (z.B. Alavi et al. 2020), was hier gleichsam zu einem Probewohnen auf dem Campus führen kann, wenn Technologien des Ambient Living unter „Realwelt-Bedingungen“ getestet werden. Experimentieren vollzieht sich als gegenstandsbezogenes Testen. Die treibenden Gruppen sind hier Fachleute aus der Wissenschaft, professionelle Akteure, Unternehmen. Expertise steht im Fokus. Experimentieren ist expertenbasiertes Erproben. Das Reallabor stellt die erweiterte Werkbank, das expandierte Technikum dar. Der Leitidee Nachhaltiger Entwicklung kommt bei diesem Typ von Reallabor bislang keine wirksame Rolle zu.

Eine zweite Klasse von Reallaboren gruppiert sich um Aktivitäten, welche im Zusammenhang mit raumgebundenen Entwicklungen stehen. In den Fokus geraten dabei Quartiere, Städte oder auch Regionen. Dieser Typus firmiert als Urban Transition Labs, Urban Labs oder City Labs (z.B. Scholl/de Kraker 2021) mit jeweils besonderen Bezeichnungen. Für diesen Typus von Reallabor kommt dem räumlich wirksamen Neuordnen von Situationen eine zentrale Rolle zu. Es werden kollektive Probleme, die das Gemeinwesen vor Ort betreffen, bearbeitet. Hierbei spielen sehr oft kommunale Verwaltungen und deren Planungsstäbe eine zentrale Rolle. Wissenschaftliche Expertise wird fallweise hinzugezogen. Darüber hinaus können zivilgesellschaftlich Aktive relativ leicht neue Optionen ins Spiel bringen (WBGU 2016; Evans/Karvonen 2014). Der Horizont des Experimentierens wird durch den Kontext des Planens geformt. Expertise ist verteilte Expertise von einer Vielzahl zumeist professioneller Akteure, also auch der organisierten Zivilgesellschaft, in einzelnen Fällen auch von Bürgern. Experimentieren bezieht sich auf funktionale Ziele kollektiver Problemlösung, um Entwicklungsoptionen zu erkunden und strategisch ortsbezogen zu fixieren, etwa zur Anpassung an den Klimawandel. Nachhaltige Entwicklung kommt hier mithin in Form von spezifisch fixierten Nachhaltigkeitszielen ins Spiel.

Im Unterschied zu diesen beiden an wissenschaftlicher bzw. professioneller Expertise und den entsprechenden Organisationen orientierten Formen von Reallaboren, zeichnet sich die dritte Gruppe von Reallaboren dadurch aus, dass hier stärker die jeweiligen Kontexte zum Sprechen kommen. In vielen dieser Fälle formieren zivilgesellschaftliche Akteure den Kern der Aktivitäten und erschließen auf diese Weise neue Handlungsmöglichkeiten für Transformationen etwa im Kontext der Nachhaltigkeit (z.B. QuartierZukunft 2020). Auch wenn hier ebenso das Moment nah-räumlicher Koordination (etwa in Quartieren) bedeutsam ist, so sind diese Aktivitäten gerade nicht von einem eingegrenzten innovatorischen Willen geprägt, sondern versuchen vielmehr einen Raum für vielfältiges experimentelles Erproben zu öffnen. Das Experimentelle wirkt dabei als Entdeckungsverfahren. Die Nähe zur transdisziplinären Forschung ist hier unverkennbar: „Bei Reallaboren handelt es sich um soziale Kontexte in der gesellschaftlichen Realität, in denen Wissenschaftler(innen) und Praxisakteure in transdisziplinärer Kooperation Transformation gestalten und zugleich untersuchen können.“ (Wagner/Grunwald 2015, S. 26) Es geht darum, überhaupt erst die jeweiligen Probleme zu verstehen, für die dann Innovationen als Lösungen gesucht und entwickelt werden. Das Innovationshandeln ist verteiltes Problemdefinitions- und Problemlösungshandeln eines breiten Netzwerks von Akteuren, deren Schnittmenge zu-

meist allein eine spezifische wertrationale Haltung ist, etwa einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung zu leisten.

Betrachtet man diese drei Typen genauer, so lassen sich auf einer abstrakteren Ebene zwei zentrale Strategien zum Aufsetzen von Reallaboren ausmachen und voneinander unterscheiden. Auf der einen Seite die Strategie, eine definierte Problemlösung zu kontextualisieren. Der Ausgangspunkt ist eine (technische) Innovation („solution“), wobei die Aufgabe für das Reallabor darin besteht, diese Lösung ganz gezielt in dafür relevante Kontexte einzubetten, seien diese materiell, handlungspragmatisch oder symbolisch. Das Vorgehen in Reallaboren besteht dann darin, technologische Reifung und Verbesserung dadurch zu ermöglichen, indem Kontexte als Randbedingung maßgeschneidert und so eine real-experimentelle Konsolidierung dieser Innovation vollzogen werden. Auf der anderen Seite gibt es die Strategie, in Reallaboren Prozesse des ko-kreativen Definierens und Lösens kollektiver Probleme freizusetzen. Der Ausgangspunkt besteht in einem mehr oder weniger klar definierten gesellschaftlichen Problem und der entsprechenden Aufgabe, zunächst den status quo zu explorieren und kollaborativ das „Problem“ zu konstruieren. Das Vorgehen lässt sich als das Identifizieren und kollaborative Implementieren von Lösungen bzw. Lösungsstrategien beschreiben.

In Reallaboren zeigt sich mithin also eine Vielfalt von Formen und Strategien, die auch mit unterschiedlichen Allianzen zwischen Akteuren verknüpft sind. Den Versprechen von Relevanz, Effektivität und Legitimität kommt eine zentrale Bedeutung zu. Man könnte fast versucht sein, Reallabore als Idee des „general problem-solving“ zu verstehen. Zudem ist es bemerkenswert, welche Bedeutung dabei Fragen der Nachhaltigkeit wie der Digitalisierung erhalten. Zugleich ist es aber auch bemerkenswert, dass beide Stränge zumeist unabhängig voneinander exploriert und verhandelt werden. Reallabore stellen hybride Arenen zwischen Wissenschaft und „Gesellschaft“ dar. Reallabore verknüpfen Akteure und Wissensarten zur gesellschaftlichen Problemkonstruktion und -lösung. Dabei lassen sich relevante Spannungen beobachten, nämlich zwischen: controlled experimentation vs. open co-creation; learning from failure vs. public demonstration of success; local embedding vs. scalability (Engels et al. 2019). Im Grunde stellen Reallabore einen Möglichkeitsraum dar, der aber auch Herausforderung mit vielen Aspekten ist, hinsichtlich der jeweiligen Interaktionen und ihrer Gestaltung, der angemessenen Problemkonstruktion, aber ebenso der dabei gelten-sollenden kollektiven Ordnung, also dem Gesellschaftsvertrag.

3. Digitalexperimente: Experimentieren und Testen

Experimentieren und Testen sind zwei Charakteristika, um das Erproben von Wissen mittels systematischer Suchverfahren zu beschreiben. Nun haben Groß et al. (2005) mit der Idee von Realexperimenten als rekursive Lernprozesse einen wichtigen konzeptionell-theoretischen Vorschlag gemacht. Ungeachtet der Kritik kann dieses Modell, entsprechende Einbettungen vorausgesetzt, sinnvoll zur Analyse experimenteller Prozesse in Reallaboren genutzt werden. Wichtige Elemente des Modells stellen zum einen die Brücke zwischen Überraschungen (Abweichungen von Erwartungswerten) und Akkomodationen (Anpassungen von Interventionen in Bezug auf ein festgelegtes System) dar und zum anderen Aushandlungsprozesse zwischen Akteuren zur Bestimmung solcher neuen Interventionen als Lernen aus Erfahrung, wobei nicht nur Wissen, sondern ebenso Interessen einfließen. Entgegen einem Verständnis von Experimenten als Anwendung methodisch gesicherter Verfahren, um Wissen zu überprüfen und zu validieren, das den akademischen Kontext von Laboren mit fixen Randbedingungen und kontrollierten Anfangszuständen prägt, kommen hier Experimente deutlicher im Sinne von Aufdeckungsverfahren in den Blick (Groß 2016). Dennoch stellt sich die Frage: wie lässt sich Experimentieren in solchen offenen Settings sinnvoll charakterisieren? Diese Aufgabe ist anspruchsvoll, da in der Zwischenzeit eine Fülle an Typologien entwickelt wurde, was entsprechende Einordnungen nicht unbedingt vereinfacht. Fängt man mit einem schlichten Experiment-Verständnis an: „(...), it is helpful to understand experimentation as (1) involving a specific set-up of instruments and people that (2) aims for the controlled inducement of changes and (3) the measurement of these changes. These aspects of experimentation are not essential characteristics; they are mutually constitutive of material and conceptual work“ (Karvonen/van Heur 2014, S. 383). Dann sind hier insbesondere die Elemente von Intervention, Kontrolle und Evidenz von Bedeutung (z.B. Caniglia et al. 2017; Ansell/Bartenberger 2016).

Diese Elemente erhalten noch einmal eine andere Konfiguration, wenn es sich in Reallaboren nicht allein um materielle Interventionen handelt, sondern hierbei Reallabore durch Digitalexperimente als hybride digital-analog Arenen in Erscheinung treten und dabei Virtualitäten und Realitäten sich zu Melangen von Virtualitäten verknüpfen. Solche Verbindungen erzeugen eine ganz eigene Logik von Weltverhältnissen (schon: Castells 2001). Am prägnantesten werden solche bei den Modulationen subjektiver Wahrnehmung sichtbar, etwa dem Phänomen der Immersion (Kasproicz 2019). Aber es handelt sich hierbei um eine Herausforderung mit vielen Aspekten: neue Objektrelationen, mehr oder weniger

intransparente Digitalinfrastrukturen oder eben auch ganz neue Wissensarten treten zueinander in Beziehung. Die Situation *in silico* bringt ganz eigene Formen von möglichen Experimenten hervor. Zudem tritt die Spannung von *in silico* und konkreter Lokalität bei Reallaboren in einer besonderen Weise hervor. Denn hier werden die jeweiligen Modalitäten von Realität in einen unmittelbaren Zusammenhang gebracht, wenn auch in Abhängigkeit von den jeweiligen Digitalexperimenten in unterschiedlicher Qualität. Welche Formen und Praktiken des Experimentierens im hybriden digital-analogen Raum lassen sich heuristisch voneinander abgrenzen?

- (1) *Das singuläre Digitalexperiment.* Dieser Typ tritt häufig auf, weil er sich schlicht um jede nur denkbare digitale Technologie herum gruppieren kann und zugleich von einer hohen Funktionalität ist (vgl. Schulz-Schaeffer/Meister 2017; Alavi et al. 2020). Dabei werden mittels ausgesuchter digitaler Technologien sozio-technische Arrangements materialisiert und dabei ganz gezielt ausgesuchte Faktoren dieses Arrangements getestet. Dieser Typ des Digitalperiments funktioniert als ganz eigenständige Experiment-Aktivität. Der Kontext ist im Wesentlichen genau definiert, die Szenarien vielfach als Prototypen-Szenarien materialisiert, wodurch Digitalexperimente ganz analog zu Laborexperimenten vonstattengehen.
- (2) *Die digitale Begleitung.* In einzelnen Reallaboren zeigen sich Strategien, die jeweils materielle Situation entweder durch einen digitalen Zwilling abzubilden und auf diese Weise noch einmal auf eine andere Weise begreifbar zu machen. Oder digitale Experimente erscheinen tatsächlich als Zusatzoption in einem ansonsten durchgehend analogen Experimentalsetting. Der Einsatz von Virtual Reality etwa bei der Erschließung von Handlungssituationen oder die Nutzung von digitalen Methoden, um Backcasting als Szenario-Methode einsetzen zu können, sind hier genutzte Strategien. Es handelt sich hier um komplementäre Experimentalsettings, welche die materiellen Experimente ergänzen.
- (3) *Die hybride Arena.* Tatsächlich nehmen viele konkrete Reallabore Gestalt als hybride Arenen an. Digitalexperimente kommen hier als integraler Bestandteil von Analog-Experimenten vor. In Reallaboren, in denen Herausforderungen der lokalen Smartifizierung bearbeitet werden, zeigt sich diese Formierung relativ häufig. Denn die Ausstattung von angebbaren, begrenzten Räumen mit digitalen Technologien geschieht in den meisten Fällen in einer Weise, dass zugleich analoge Experimente mit durchgeführt werden. Mehr noch: gerade die Verflechtung unterschiedlicher experimenteller Praktiken,

um eine methodische Triangulation zu erhalten, erzeugt in diesem Setting den entscheidenden Mehrwert.

- (4) *Die digitale Totalität.* Diese Form des Experimentierens basiert letztlich auf einer ganzen Reihe parallel stattfindender Entwicklungen, die sich jeweils als „Smartifizierung“ beschreiben lassen. Es ist bekannt als „Smart City“, als „Smart Home“, als „Ambient Living“, als „Smart Mobility“ oder auch als „Smart Infrastructure“. In all diesen Fällen werden mehr oder weniger großflächige Räume mit Sensoren und algorithmischen Devices versehen, wodurch breit gefächerte und mehr oder weniger vollständig durchdrungene Räume des Experimentierens entstehen. Mehr noch, wie die „Sociology of Testing“ (Marres/Stark 2020) herausgearbeitet hat, emergieren diese experimentellen Räume vielfach aus der Kombination unterschiedlicher Aktivitäten der Smartifizierung und die damit einhergehende infrastrukturelle Ausstattung von Räumen mit Optionen zur Datenproduktion und -auswertung. In diesem Sinne kann dieser Prozess als eine experimentelle Mobilisierung von Gesellschaft durch großflächige digitalisierte sozio-technische Arrangements angesehen werden. Vor diesem Hintergrund gewinnt die Metapher von der „Gesellschaft als Labor“ (Krohn/Weyer 1990) noch einmal eine ganz andere Prägnanz.

Man könnte jetzt versucht zu sein zu fragen, was der Unterschied der hier aufgeführten Digitalexperimente zu so genannten klassischen Experimenten im Labor sei, die Nähe scheint groß zu sein – und dennoch gibt es hier prägnante Unterschiede. Diese lassen sich zum einen aus den anderen Kombinationen von Akteuren und Kontexten begründen. Diese sind der Tendenz nach offen und damit stellt sich die Formierung der sozio-technischen Arrangements tendenziell als ein anspruchsvollerer Prozess situativer Koordination dar. Zum anderen spielt hierbei ein Umstand eine wesentliche Rolle, welcher durch die potenzielle Vernetzung von Digitalexperimenten gegeben ist. Denn die Vernetzung durch digitale Infrastrukturen spielt bei Digitalexperimenten eine systematische Rolle. Möchte man einen Schritt weiter gehen, dann können folgende analytische Differenzierungen die gewählten Wissensstrategien bei Digitalexperimenten weiter erhellen helfen.

- (1) *Digitale Inklusion.* Ein wesentliches Element der digitalen Infrastrukturerung besteht darin, ganz neue Optionen durch Partizipation und Inklusion zugleich mit zu erschließen. Nicht zufällig werden Verfahren der Citizen Science oftmals digital weitreichend unterstützt. Auf diese Weise kann die Wissensgemeinschaft leicht erweitert werden. Jedoch erzeugt diese Verla-

gerung ein Spannungsverhältnis epistemischer Autorität zwischen akademischen Akteuren und solchen digital ermöglichten Communities.

- (2) *Digitaler Wissenstausch.* Die beispielhaft erwähnte Citizen Science und der damit verbundene Wissenstausch wird durch digitale Technologien deutlich leichter gestaltbar. Hierunter fallen beispielsweise einfache Verfahren zum Sammeln von Wissen, wobei Wissensobjekte durch die digitalen Tools leichter erfasst und auf diese Weise die Anforderungen an die epistemische Qualität der Wissensobjekte, die vielfach Datenobjekte sind, standardisiert gesichert werden können.
- (3) *Digitale Antizipation.* Diese nimmt ganz unterschiedliche Spielarten an. Dabei kommt gerade auch dem Backcasting eine besondere Rolle zu. Robinson (2003 S. 854) hielt fest: “a ‘second generation’ form of backcasting [...] as a form of social learning about desired futures”. Diese Form der Antizipation erlaubt eine spezifische Form der Aneignung von Zukünften, indem sie Lernprozesse steigert. Freilich gibt es ein sehr breit gefächertes Repertoire an Verfahren zur Erschließung und Bewertung möglicher Entwicklungen, gerade durch digitale Modelle. Zugleich stellen diese aber ganz spezifische Anforderungen an die epistemische Prozeduralität.
- (4) *Digitaler Kontext.* Eine wesentliche Veränderung besteht darin, dass sich mit der Digitalisierung wesentliche Rahmenbedingungen des Experimentierens generell verändern. Das beginnt damit, dass die Infrastruktur das Verfahren ist: Testumgebungen werden ein entscheidendes Medium. Es kommt zur Verlagerung des Epistemischen in Infrastrukturen. Mehr noch: diese Infrastrukturen sind mehr oder weniger opak. Es sind die großen Internet-Firmen, die diese bewirtschaften. Durch die Datenmonopole sind sie es auch, die bei der Entwicklung von KI-Methoden mit weitem Abstand vor den Universitäten agieren.

4. Zusammenfassung: Expansion und Begrenzung

Diese skizzenhaften Ausführungen verdeutlichen, dass Digitalexperimente in Reallaboren zu einer erheblichen Erweiterung der sozio-materiellen Basis des Experimentierens für Nachhaltige Entwicklung beitragen können. Denn hierbei lassen sich neue Konfigurationen von nachhaltigen Welten im Entwurf explorieren und überprüfen. Zugleich sollten bei allen Hoffnungen auf eine Erweiterung von Wirklichkeitserfassung doch auch die nicht zu unterschätzenden impliziten Restriktionen von solchen Tools genauer in den Blick genommen werden, um

den damit einhergehenden Leistungsversprechen kritisch-reflexiv begegnen zu können.

Dabei kann man festhalten: Erstens erlauben Digitalexperimente eine Steigerung der Agilität experimenteller Settings. Zweitens können Digitalexperimente eine neue Fehlerkultur zu etablieren helfen, wenn sie als komplementäre Form des Experimentierens, insb. als Digitale Antizipation genutzt werden. Jedoch erscheinen Digitalexperimente als Totalisierung des Experimentellen in infrastrukturierten Testumgebungen. Dieser Umstand ist umso bedeutender als diese Infrastrukturen von großen Privatfirmen gehalten werden. Deshalb stellt sich in diesem Zusammenhang die Frage der Governance solcher Infrastrukturen mit besonderer Schärfe.

Nach der Relevanz und Bedeutung von Digitalexperimenten in Reallaboren zu fragen, bedeutet letztlich, nach der Regierbarkeit des Digitalen zu fragen und hier das demokratiegefährdende wie demokratieentwickelnde Potenzial dieser Entwicklungen zu beleuchten. Technikfolgenabschätzung kommt hier also in zwei Dimensionen ins Spiel: zur Analyse der sozio-technischen Arrangements digitalisierter Realexperimente und zur Bearbeitung von demokratiepolitischen Problemstellungen, die im Zuge solcher Formierungen auftauchen. Letztlich muss jeweils die Frage beantwortet werden: Was sind die Optionen kollektiven Problemlösens in digitalisierten Reallaboren und welche kulturell-institutionellen Rahmenbedingungen sind dabei sinnvoll und legitim?

Literaturverzeichnis

- Alavi, H. S., D. Lalanne, Y. Rogers (2020): The Five Strands of Living Lab: A Literature Study of the Evolution of Living Lab Concepts in HCI. *ACM Trans. Comput. Hum. Interact.* 27(2): 1–26.
- Ansell, C.K.; Bartenberger, M. (2016): Varieties of Experimentalism. *Ecological Economics* 130: 64–73.
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) (2019). Freiräume für Innovationen. Das Handbuch für Reallabore. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/handbuch-fuer-reallabore.pdf?__blob=publicationFile. Zugegriffen: 01. Februar 2021.
- Braun, Karin; Kropp, Cordula (Hrsg.) (2021): In digitaler Gesellschaft. Neukonfigurationen zwischen Robotern, Algorithmen und Usern. Bielefeld: transcript.
- Caniglia, G., et al. (2017): Experiments and evidence in sustainability science: A typology. *Journal of Cleaner Production*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.164>
- Castells, Manuel (2001) Bausteine einer Theorie der Netzwerkgesellschaft. *Berlin J Soziol* 11: 423–439
- Engels, F., A. Wentland und S. Pfötenhauer (2019). „Testing future societies? Developing a framework for test beds and living labs as instruments of innovation governance.” *Research Policy* 48(9): 103826.

- Evans, J.; Karvonen, A. (2014). „Give me a laboratory and I will lower your carbon footprint! Urban laboratories and the governance of low-carbon futures.” *International Journal of Urban and Regional Research* 38(2): 413–430.
- Gramelsberger, Gabriele (2023): *Philosophie des Digitalen*. Berlin: Junius.
- Gross, M. (2016). “Give me an experiment and I will raise a laboratory.” *Science, Technology, & Human Values* 41(4): 613–634.
- Groß, M., H. Hoffmann-Riem und W. Krohn (2005). *Realexperimente. Ökologische Gestaltungsprozesse in der Wissensgesellschaft*. Bielefeld: transcript.
- Jarren, Otfried; Fischer, Renate (2022): Transformation der politischen Öffentlichkeit? Der Einfluss von Plattformen auf das gesellschaftliche Vermittlungssystem. In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 74 (Suppl 1): 183–207.
- Karvonen, A.; van Heur, B. (2014): Urban Laboratories: Experiments in Reworking Cities. In: *International Journal of Urban and Regional Research* 38(2): 379–92.
- Kasprovicz, Dawid (2019): *Der Körper auf Tauchstation. Zu einer Wissensgeschichte der Immersion*. Baden-Baden: Nomos.
- Krohn, W.; Weyer, J. (1990): Die Gesellschaft als Labor – Risikotransformation und Risikokonstitution durch moderne Forschung. In: Halfmann, J.; Japp, K.P. (Hrsg.): *Risikante Entscheidungen und Katastrophenpotentiale*. Opladen, S. 89–122.
- Leminen, S., Westerlund, M., & Nyström, A.-G. (2012). Living Labs as Open- Innovation Networks. *Technology Innovation Management Review*, 2(9). <https://doi.org/10.22215/timreview/602>
- Marr, Bernard (2023): Green Intelligence: Why Big Data and AI Must Become More Sustainable. Online: <https://www-forbes-com.cdn.ampproject.org/c/s/www.forbes.com/sites/bernardmarr/2023/03/22/green-intelligence-why-data-and-ai-must-become-more-sustainable/amp/> (letzter Aufruf: 25.09.2023)
- Marres, Noortje; Stark, David (2020): Put to the test: For a new sociology of testing. In: *British Journal of Sociology* 71: 423–443.
- Nassehi, Armin (2019): *Muster. Theorie der digitalen Gesellschaft*. München: C.H. Beck.
- Parodi, Oliver; Beecroft, Richard (2021): Reallabore als Möglichkeitsraum und Rahmen für Technikfolgenabschätzung. In: Böschen, Stefan; Grunwald, Armin; Krings, Bettina-Johanna; Rösch, Christine (Hrsg.): *Technikfolgenabschätzung – Handbuch für Wissenschaft und Praxis*. Baden-Baden: Nomos, S. 374–287.
- Quartier Zukunft, Hrsg. (2020). *Dein Quartier und Du – Nachhaltigkeitsexperimente im Reallabor zu Nachbarschaften, Bienen, Naschbeeten, Kreativität und Konsum*. Karlsruhe: Scientific Publishing.
- Robinson, John B. (2003): Future Subjunctive: Backcasting as Social Learning. *Futures* 35(8): 839–856. [https://doi.org/10.1016/S0016-3287\(03\)00039-9](https://doi.org/10.1016/S0016-3287(03)00039-9).
- Schäpke, N., F. Stelzer, G. Caniglia und M. Bergmann (2018). „Jointly Experimenting for Transformation? Shaping Real-World Laboratories by Comparing Them.” *GAIA* 27(1): 85–96.
- Scholl, Chr. und J. de Kraker (2021). The Practice of Urban Experimentation in Dutch City Labs. In: *Urban Planning* 6(1): 161–170.
- Schrape, Jan-Felix (2021): *Digital Transformation*. Bielefeld: transcript.

- Schulz-Schaeffer, I.; Meister, M. (2017): Laboratory settings as built anticipations – prototype scenarios as negotiation arenas between the present and imagined futures. In: *Journal of Responsible Innovation* 4(2): 197–216
- von Schomberg, René; Hankins, J (Hrsg.) (2019): *International Handbook on Responsible Innovation. A Global Resource*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Wagner, Felix; Grunwald, Armin (2015): Reallabore als Forschungs- und Transformationsinstrument Die Quadratur des hermeneutischen Zirkels. In: *GAIA* 24(1): 26–31.
- Wanner, M., A. Hilger, J. Westerkowski, M. Rose, F. Stelzer und N. Schöpke (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 (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen). (2016). *Der Umzug der Menschheit: die transformative Kraft der Städte*. Berlin: WBGU.