

# Wie entfalten Reallabore Wirkung für die Transformation?

Eine *embedded-agency perspective* zur Analyse von Wirkmechanismen in Reallaboren

*Reallaborforschung hat ein zentrales Anliegen: sozial robustes Transformationswissen inter- und transdisziplinär herzustellen. Dafür braucht es einen Analyserahmen, der Ansätze aus verschiedenen Disziplinen integriert, um Mechanismen des Wandels systematisch zu ermitteln. Mithilfe der embedded-agency perspective können Reallaborprozesse so konzipiert werden, dass relevante Daten integriert erhoben werden, eine Wirkungsabschätzung gewährleistet ist und auch die Vergleichbarkeit von Reallaboren unterstützt wird.*

Karoline Augenstein , Paula Maria Bögel , Meike Levin-Keitel , Helena Trenks

**How do real-world labs create impact for sustainability transformations?** An embedded-agency perspective on analysing mechanisms of change in real-world labs  
GAIA 31/4 (2022): 207–214

## Abstract

The central concern of real-world lab research is the inter- and transdisciplinary generation of socially robust transformation knowledge. Despite the fact that real-world labs explore and study fundamental mechanisms of change, there are few approaches that deal with this question from a systematic, theoretical and methodological perspective. Concrete real-world lab projects should be able to live up to their claim as a central research mode, supporting sustainability transformations. Thus, approaches are required that foster a broader understanding of mechanisms of change in real-world labs. We find promising approaches that describe mechanisms of change along discipline-specific analytical and empirical scales. Key challenges are to develop analytical frameworks that integrate such approaches from different disciplines, and to identify mechanisms of change in a systematic and comprehensive way. In this article we present an embedded-agency perspective for analysing mechanisms of change in real-world labs and discuss the methodological implications. With the help of this analytical framework, real-world lab processes can be designed in such a way that relevant data is collected and transformative impacts can be assessed.

## Keywords

actors, embedded-agency perspective, mechanisms of change, real-world labs, spatial transformation

Wenige Forschungsansätze beschäftigen sich theoriegeleitet mit den grundlegenden Wirkmechanismen in Reallaboren (positiv angemerkt sei hier unter anderem die Studie von von Wirth et al. 2019); ebenso fehlt es häufig an einer methodischen Fundierung für die Wirkungsanalyse (Sovacool et al. 2018). Gleichzeitig müssen sich Reallaborprojekte entsprechend ihrem transformativen Anspruch genau daran messen lassen. Der vorliegende Artikel schließt diese Lücke und stellt einen konkreten methodischen Leitfaden für die Anwendung in der Reallaborforschungspraxis bereit.

Dass Reallabore zur sozial-ökologischen Transformation beitragen, ist – mehr oder weniger befriedigend theoretisch begründet – zumindest eine breit geteilte Annahme derer, die in der Reallaborforschung aktiv sind. Die Frage, *wie genau* Reallabore Wirkung entfalten, welchen Stellenwert sie in der Transformationsforschung haben, wird dagegen sehr unterschiedlich beantwortet.<sup>1</sup> Wir fokussieren in diesem Beitrag „Reallabore der Nachhaltigkeit“ in der Tradition der sozial-ökologischen Forschung als „wissenschaftlich konstruierte Räume einer kollaborativen Nachhaltigkeitsforschung mit Interventionscharakter“ (WBGU 2016, S. 542). Dazu gehört die Orientierung an grundlegenden Prinzipien transdisziplinärer Forschung und der Unterscheidung von System-, Ziel- und Transformationswissen in der anwendungsorientierten Nachhaltigkeitswissenschaft (ProClim 1998, Becker und Jahn 2000).

<sup>1</sup> So wird in stärker technologischen Innovationskontexten Wirkung teilweise mit marktlicher Skalierung gleichgesetzt.

Jun.-Prof. Dr. Karoline Augenstein | Bergische Universität Wuppertal | Zentrum für Transformationsforschung und Nachhaltigkeit (transzent) | Wuppertal | DE | [augenstein@uni-wuppertal.de](mailto:augenstein@uni-wuppertal.de)

Jun.-Prof. Dr. Paula Maria Bögel | Universität Vechta | Fakultät I – Bildungs- und Gesellschaftswissenschaften | Vechta | DE | [paula-maria.boegel@uni-vechta.de](mailto:paula-maria.boegel@uni-vechta.de)

Jun.-Prof. Dr. Meike Levin-Keitel | Technische Universität Dortmund | Fakultät Raumplanung | Dortmund | DE | [meike.levin-keitel@tu-dortmund.de](mailto:meike.levin-keitel@tu-dortmund.de)

Dipl.-Ing. Helena Trenks | Karlsruher Institut für Technologie (KIT) | Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) | Karlsruhe | DE | [helena.trenks@kit.edu](mailto:helena.trenks@kit.edu)

Ein weit verbreitetes Verständnis solcher Reallabore besteht darin, dass in einer Reallaborstruktur (Schneidewind et al. 2018) mithilfe von Experimenten Lösungen für spezifische Transformationsherausforderungen entwickelt und erprobt werden und dabei Wissen über Dynamiken und Wirkmechanismen in Transformationsprozessen generiert wird (Schäpke et al. 2017, S. 3). Bezüglich der Wirkung von Reallaboren wird in diesem Kontext vor allem diskutiert, wie weit der konkrete Problemlösungsanspruch in der Praxis reicht und welche Rollen die Forschenden diesbezüglich einnehmen können oder sollen (Hilger et al. 2018). Auch Fragen der Skalierung und Übertragbarkeit von Ergebnissen werden verhandelt (Kern und Haupt 2021, Augenstein et al. 2020). Demgegenüber diskutieren einige Autor(inn)en wie Jahn und Keil (2016) Reallabore als Formate der Anwendung und Umsetzung transdisziplinär erzeugten Transformationswissens in der Praxis. Reallabore wären damit eher als Evaluationsinstrument – wie „sozial robust“ (Nowotny et al. 2001) ist ein bestimmtes Wissen? – nützlich und weniger als originärer Forschungsprozess, der Wissen generiert (Jahn und Keil 2016, S. 247f.).

Im vorliegenden Beitrag verorten wir uns in der erstgenannten Perspektive: Wir möchten einen forschungspragmatischen Zugang liefern, um Wirkmechanismen in Reallaboren methodologisch reflektiert und methodisch sauber analysierbar zu machen. Hierfür stellen wir einen integrierten Analyserahmen (*embedded-agency perspective*, EAP) zur Untersuchung sozio-räumlicher und sozio-psychologischer Wirkmechanismen in Reallaboren vor und zeigen, wie in diesem Rahmen unterschiedliche disziplinäre Forschungsmethoden gewinnbringend eingesetzt und kombiniert werden können. Zur Illustration wenden wir die EAP auf zwei Reallabore an (Experimente mit temporären PV-Installationen im urbanen und ländlichen Raum).<sup>2</sup> Unser Ansatz unterscheidet sich von Ansätzen mit einer sogenannten Input-output-impact-Logik (unter anderem Schneider et al. 2019, Lüderitz et al. 2017): Er überträgt Konzepte der Raum- und sozio-psychologischen Forschung auf Reallaborkontexte. So ergänzt er breitere Evaluationsansätze, indem er spezifische (sozio-räumliche) Wirkmechanismen theoretisch fundiert konzeptualisiert (siehe entsprechende Argumentation auch bei Williams und Robinson 2020, S. 60).

### Integrierte Analyse von Wirkmechanismen in urbanen Reallaboren – *embedded-agency perspective*

Eine zentrale methodologische Herausforderung in Reallaboren ist es, die Wirkung bestimmter Interventionen überhaupt analytisch zu erfassen.

In der Literatur zu sozio-psychologischen Akteursperspektiven in der Transitionsforschung, zu Nischen und Upscaling in Transformationsprozessen sowie der Raumforschung und Planungswissenschaft finden wir vielversprechende Perspektiven, die Wirkmechanismen in Reallaboren auf jeweils disziplinspezifischen analytischen und empirischen Skalen beschreiben (Ver-

haltensänderungen auf individueller Ebene, Institutionalisierung neuer Regeln und Normen, marktliche Expansion von Innovationen, veränderte räumliche Strukturen etc.). Wollen wir jedoch ein umfassenderes Verständnis von Wirkmechanismen entwickeln, dann brauchen wir das Wissen verschiedener Disziplinen. Unser Analyserahmen einer EAP integriert insbesondere sozio-psychologische und sozio-räumliche Ansätze.

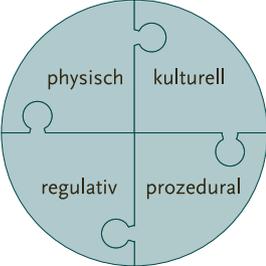
Ein Baustein der EAP ist die Analyse von Nachhaltigkeitsexperimenten als raumwirksame Interventionen (von Wirth und Levin-Keitel 2020). Aus einer sozio-räumlichen Perspektive werden Wirkmechanismen als Zusammenspiel von Veränderungen in vier Dimensionen beschrieben: 1. der physischen Veränderungen eines Raums, 2. der Verschiebung in der symbolischen Bedeutung eines Raums, 3. der handlungsbezogenen Veränderungen in der Art und Weise, wie Akteure einen Raum nutzen und gestalten, sowie 4. der regulativen Veränderungen, in Bezug auf rechtliche Vorgaben oder auch soziale Normen, die für einen bestimmten Raum gelten. Insbesondere die Analyse von Wechselwirkungen zwischen den Dimensionen trägt zu einem tieferen Verständnis der komplexen sozio-räumlichen Wirkungen von Reallaboren bei (Tabelle 1).

Als zweiter Baustein der EAP fungiert eine sozio-psychologische Perspektive (basierend auf Elliott und Wattanasuwan 1998 und Bögel et al. 2019), die Wirkmechanismen als Veränderungen im individuellen, kollektiven und gesellschaftlichen Umgang mit materiellen und symbolischen Ressourcen betrachtet. Es wird beobachtet, wie sich die gelebte Erfahrung individueller Akteure in Bezug auf ihr materielles Umfeld und dessen Bedeutung verändert (*lived experience*), wie solche Veränderungen in sozialen Gruppen diskutiert werden und kollektiv geteilte Bedeutungsmuster und Handlungen verändern (*discursive elaboration*) und wie sich veränderte Bedeutungen im übergeordneten gesellschaftlichen Diskurs, etwa in Medien oder politischen Programmen, widerspiegeln und verfestigen (*mediated experience*). Auch hier trägt vor allem die Analyse von Wechselwirkungen zwischen diesen drei Dimensionen zu einem besseren Verständnis der sozio-psychologischen Wirkmechanismen bei (Tabelle 2).

Die EAP erlaubt nun, die Wirkungen von Reallaboren nicht nur aus sozio-räumlicher oder sozio-psychologischer Perspektive zu betrachten, sondern auch die Wechselwirkungen zwischen sozio-räumlichen und sozio-psychologischen Dimensionen einzubeziehen. Grundlage ist ein relationales Raumverständnis, in dem es nicht nur darum geht, wie Raum physisch verändert wird (zum Beispiel durch Umbau der baulichen Strukturen eines Ortes), sondern auch darum, wie Akteurshandeln Raum und seine Bedeutungen verändert (zum Beispiel symbolisch durch ein anderes Konsumverhalten). Damit eignet sich der Analyserahmen nicht nur für Reallabore, bei denen direkte Wirkungen auf der räumlichen Ebene zu erwarten sind (wie Projekte im Mobilitätsbereich, die einen Umbau des Stadtgefüges mit sich brin-

<sup>2</sup> Für ein konkretes Anwendungsbeispiel siehe *Dein BalkonNetz – Energie schafft Gemeinschaft*, [www.dialog-energie.de/formate/realexperimente/dein-balkonnetz](http://www.dialog-energie.de/formate/realexperimente/dein-balkonnetz) (siehe auch Onlinesupplement [www.oekom.de/gaia-supplements](http://www.oekom.de/gaia-supplements)).

TABELLE 1: Sozio-räumliche Dimensionen für die Analyse von Wirkmechanismen.



SOZIO-RÄUMLICHE DIMENSIONEN	LEITFRAGEN
<b>materiell-physisch</b>	Welche materiellen Elemente wie Gebäude oder Infrastrukturen prägen einen Raum?
<b>kulturell-symbolisch</b>	Welche symbolischen Elemente, Geschichte(n), soziale Bedeutungen kennzeichnen den Raum?
<b>handlungsbezogen-prozedural</b>	Wie wird der Raum genutzt und wie bedingen sich Handeln und räumliche Struktur gegenseitig?
<b>regulativ-institutionalisiert</b>	Welche Normen und Regeln prägen den Raum (z. B. gesetzliche Regelungen, Besitzverhältnisse, soziale und ästhetische Normen)?

TABELLE 2: Sozio-psychologische Dimensionen für die Analyse von Wirkmechanismen.



SOZIO-PSYCHOLOGISCHE DIMENSIONEN	LEITFRAGEN
<b>individuell</b>	Wie erfahren und erleben einzelne Akteure bestimmte Räume, (Infra-)strukturen oder Prozesse?
<b>kollektiv</b>	Wie entstehen geteilte symbolische Bedeutungen und soziale Normen in Gruppenprozessen (z. B. Gespräche im Freundes- und Familienkreis)?
<b>gesellschaftlich</b>	Wie werden symbolische Bedeutungen und kollektive Verständnisse repräsentiert (bspw. in den Medien, offiziellen Positionen und Programmen institutioneller Akteure)?

gen), sondern auch für solche, die Akteurskonstellationen oder das Konsumverhalten Einzelner verändern. In Letzteren spielt die räumlich-physische Dimension eine kleinere Rolle, jedoch werden hier räumliche Merkmale wie der lokale Kontext (Warum funktioniert dies im Stadtteil xy, aber nicht anderswo? Welche lokale Identität spielt eine Rolle?) sowie die Frage der Übertragbarkeit auf andere Projekte und Orte entscheidend (Ist das Reallabor auch in ländlichen Räumen realisierbar? Was bedeutet dies für die gesamte Stadt und nicht nur den Stadtteil, in dem die Veränderungen stattgefunden haben?). Letztlich haben alle Reallabore eine wie auch immer geartete sozio-räumliche Dimension, die nicht allein physisch sein muss. Dies entspricht der strukturationstheoretischen Perspektive auf Reallabore (Schneidewind et al. 2018), die Wirkmechanismen von Reallaboren als kontext-gebundene Akteur-Struktur-Dynamiken fasst, das heißt die Art und Weise, wie soziale und räumliche Strukturen durch

Akteure interpretiert, kritisiert, umgedeutet und (neu) gestaltet werden. Anhand der Kombination der vier räumlichen und drei sozio-psychologischen Dimensionen lässt sich diese systematische Erfassung folgendermaßen abbilden (Abbildung 1, für eine ausführliche Darstellung der konzeptionellen Entwicklung der EAP siehe Bögel et al. 2022):

Geeignete Forschungsmethoden für eine solche integrierte Analyse sind sozialwissenschaftliche Ansätze in sozio-psychologischer und sozio-räumlicher Forschung. Integration hin zu Wirkmechanismen geschieht etwa, indem räumliche Karten, Pläne oder Fotos mit sozial-konstruierten Wahrnehmungen auf diese „Realitäten“ empirisch verknüpft oder bundesweite Diskurse um veränderte Gesetzgebungen mit lokalen Veränderungen in Netzwerken in Verbindung gesetzt werden. Die Übersicht in Tabelle 3 (S. 210) enthält Leitfragen für die integrierte Analyse anhand sozio-psychologischer und sozio-räumlicher Dimensionen:

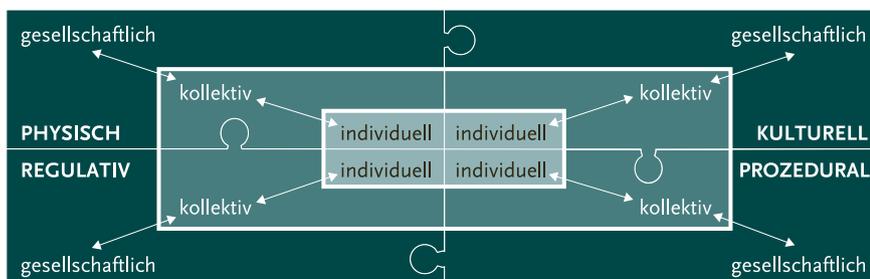


ABBILDUNG 1: Embedded-agency perspective als konzeptioneller Rahmen: Integration sozio-räumlicher und sozio-psychologischer Dimensionen in der Analyse von Wirkmechanismen.

TABELLE 3: Integration sozio-räumlicher und sozio-psychologischer Dimensionen für die Analyse von Wirkmechanismen in Reallaboren.

SOZIO-RÄUML. DIMENSIONEN	SOZIO-PSYCHOL. DIMENSIONEN	WIRKMECHANISMEN (INTEGRIERTE DIMENSION)	LEITFRAGEN ZUR ANALYSE VON WIRKMECHANISMEN
physisch	individuell		<i>physisch-individuell</i> : Welche physischen Veränderungen nehmen Akteure individuell wahr?
	kollektiv	Veränderungen (der Wahrnehmung) des physischen Raums	<i>physisch-kollektiv</i> : Werden physische Veränderungen in Gruppen diskutiert und motivieren kollektive Aktivitäten?
	gesellschaftlich		<i>physisch-gesellschaftlich</i> : Welche physischen Veränderungen werden in Medien abgebildet oder finden Eingang in weitere Planungsprozesse?
kulturell	individuell		<i>kulturell-individuell</i> : Werden Räumen oder Artefakten neue symbolische Bedeutungen zugemessen?
	kollektiv	Veränderungen von symbolischen Bedeutungen und Werten	<i>kulturell-kollektiv</i> : Werden veränderte symbolische Bedeutungen in Gesprächen entwickelt, führen diese zu neuen Kooperationsmustern?
	gesellschaftlich		<i>kulturell-gesellschaftlich</i> : Verändern sich mediale Berichterstattung und Diskurse, spiegeln sich hier veränderte symbolische Bedeutungen wider?
prozedural	individuell		<i>prozedural-individuell</i> : Ändern sich individuelle Verhaltens- und Nutzungsmuster?
	kollektiv	Veränderungen von Praktiken, Aneignungs- und Nutzungsmustern	<i>prozedural-kollektiv</i> : Verändern sich soziale Normen, Rollenverständnisse oder Verhaltensmuster in Gruppen?
	gesellschaftlich		<i>prozedural-gesellschaftlich</i> : Werden neue soziale Verhaltensmuster und -normen in Medien, Diskursen oder politischen Entscheidungsprozessen reflektiert?
regulativ	individuell		<i>regulativ-individuell</i> : Welche Regeln und Gesetze werden von Individuen als einschränkend oder ermöglichend wahrgenommen?
	kollektiv	Veränderungen von Regeln und Umgang mit Rahmenbedingungen	<i>regulativ-kollektiv</i> : Werden Regeln und Gesetze in Gruppen diskutiert, werden Initiativen zur Veränderung bestimmter Rahmenbedingungen ergriffen?
	gesellschaftlich		<i>regulativ-gesellschaftlich</i> : Werden Debatten über Regeln und Gesetze in den Medien aufgegriffen, oder kommt es zu Änderungen formeller und informeller Regelungen?

## Anwendung der *embedded-agency perspective* – methodologische und methodische Implikationen

Wir illustrieren im Folgenden Methoden für die Analyse von Wirkmechanismen anhand der *EAP* am Beispiel von Energie-wende-Reallaboren zum Ausbau von Photovoltaik (PV). Um die Relevanz des sozio-räumlichen Kontexts zu veranschaulichen, gehen wir auf unterschiedliche Formen des PV-Ausbaus in urbanen und in ländlichen Räumen ein. Teilnehmende testen in einem Reallaborsetting gemeinsam neue PV-Formate und unterstützen sich dabei gegenseitig.<sup>3</sup> Entlang der integrierten Dimensionen und übergeordneten Leitfragen (Tabelle 3, letzte Spalte) integrieren wir analytische Zugänge aus der Raum- und sozio-psychologischen Forschung. Die vorgestellten Methoden könnten durch weitere Methoden aus den beiden disziplinären Bereichen ergänzt werden (Abbildung 2).

3 Für ein konkretes Realexperiment ("*Dein BalkonNetz*") und die Anwendung der *EAP* findet sich eine genauere Beschreibung im Onlinesupplement zu diesem Beitrag (siehe Fußnote 2).

### Veränderungen (der Wahrnehmung) des physischen Raums (Integrierte Dimension 1)

#### *Welche physischen Veränderungen durch PV werden individuell, kollektiv und gesellschaftlich wahrgenommen?*

Aus *sozio-räumlicher Perspektive* steht die Frage im Vordergrund, wie sich für die Teilnehmenden des Realexperiments und ihr soziales Umfeld der Raum und seine Wahrnehmung physisch-materiell verändern, zum Beispiel wie neu angebrachte Balkon-Module die Nachbarschaft/den Stadtteil oder die Agri-PV Elemente das Landschaftsbild und die Ackerflächen beeinflussen. Dabei ist es nicht unerheblich, in welchem Raumtyp (urban, ländlich, suburban etc.) das Reallabor stattfindet und in welche unterschiedlichen räumlichen Ebenen es eingebettet ist.

*Methodisch* werden Veränderungen durch räumliche Analysemethoden (etwa GIS) in Karten oder statistischen Datenauswertungen analysiert und die Ergebnisse mithilfe von Akteursanalysen und Interviews vertieft und validiert.

Aus *sozio-psychologischer Perspektive* findet dann eine vertiefte Annäherung an die Sicht von Akteuren auf die räumlichen Veränderungen statt:



ABBILDUNG 2: Überblick Methoden zur Analyse von Wirkmechanismen.

**Individuell:** Welche Veränderungen werden für die Teilnehmenden erkennbar?

*Methodisch* bietet es sich hierbei an, mit Vorher-/Nachher-Bildern der mit der Solaranlage ausgestatteten Fläche zu arbeiten, zum Beispiel in Interviews, Fokusgruppen oder einem Onlineforum, mit anschließender qualitativer Analyse.

**Kollektiv:** Haben Freunde, Familie, Bekannte oder Nachbar(inne)n die physischen Veränderungen wahrgenommen und thematisiert?

*Methodisch* kann mit Interviews nach Erfahrungen im sozialen Umfeld gefragt werden. Gruppenformate wie Fokusgruppen bieten sich für unterstützenden Austausch an (beispielsweise bei Kritik durch das soziale Umfeld).

**Gesellschaftlich:** Werden die physischen Veränderungen auch im gesellschaftlichen Diskurs thematisiert?

*Methodisch* kann eine Medienanalyse, etwa lokaler Zeitschriften, durchgeführt werden. Für eine Analyse laufender Realexperimente kann es zudem zielführend sein, in einem Forschungstagebuch Eindrücke und konkrete Ereignisse festzuhalten, die wiederum in einem nächsten Schritt zu medialer Berichterstattung und einem breiteren gesellschaftlichen Diskurs führen können. Dazu gehören etwa die Einladung, das Projekt bei lokalen Verbänden vorzustellen, Veränderungen in lokalen Förderprogrammen, in der Planung oder politischen Beschlüssen zu beispielsweise einem kommunalen Energiekonzept.

Fragen aus einer **integrierten Perspektive** für ein besseres Verständnis für **Wirkmechanismen:** Stimmt zum Beispiel die Ver-

mutung, dass „PV ansteckend ist“, das heißt durch ihre Sichtbarkeit Anreize zum weiteren Ausbau gesetzt werden und sich Wahrnehmungsmuster verändern?

**Veränderungen von symbolischen Bedeutungen und Werten (Integrierte Dimension 2)**

**Welche symbolische Bedeutung wird den PV-Modulen zugeschrieben und wo verändern sich individuelle, kollektive und gesellschaftliche Wahrnehmungen?**

Aus **sozio-räumlicher Perspektive** wird untersucht, welche symbolisch-kulturelle Bedeutung den PV-Modulen in ihren jeweiligen Formen (Dach-PV, Mini-PV, Agri-PV usw.) und an ihren jeweiligen Standorten zugeschrieben wird. Raumwissenschaftliche Fragen sind: Was bedeutet die Sichtbarkeit von PV-Modulen im Raum, sind sie ein Zeichen von Innovation oder Fortschritt oder eher störendes Element in einer traditionellen Kulturlandschaft? Was bedeutet die Veränderung für den Stadtteil, die Stadt oder die Region?

*Methodisch* kann diese kulturell-symbolische Dimension einerseits mit der Analyse von (politischen) Beschlüssen auf unterschiedlichen räumlichen Ebenen, andererseits durch Akteursanalysen und Interviews erfasst werden.

Aus **sozio-psychologischer Perspektive** findet dann eine vertiefte Analyse der symbolischen Bedeutung für Individuen und in kollektiven Zusammenhängen sowie übergeordneten gesellschaftlichen Diskursen statt:

**Individuell:** Welche symbolische Bedeutung ordnen die einzelnen Teilnehmenden den PV-Modulen zu?



*Methodisch* bietet sich etwa die Arbeit mit den genannten Bildern der Anlagen und der Think-aloud-Methodik an. Leitfadengestützte Interviews können zur weiteren Exploration folgen.

**Kollektiv:** Welche Diskurse werden hierzu mit Freund(inn)en, Nachbar(inne)n und anderen Personen des sozialen Umfelds geführt?

*Methodisch* eignen sich wiederum die Frage danach in den Einzelinterviews und die Analyse von Gruppendiskussionen zum Themenfeld (auch unter Nutzung des genannten Bildmaterials).

**Gesellschaftlich:** Inwieweit finden sich die Diskussionen im medial vermittelten Kontext wieder?

*Methodisch* kann eine Medienanalyse die grundsätzliche Diskussion im Themenfeld betrachten oder auch als begleitende Forschung die Rahmenbedingungen und den spezifischen Impact des Experiments fokussieren, zum Beispiel in Form lokaler Berichterstattung zu den PV-Installationen.

Fragen aus einer **integrierten Perspektive** für ein besseres Verständnis für **Wirkmechanismen:** Auf welchen Ebenen spielt die symbolische Aufladung von PV-Modulen eine Rolle, sind sie etwa Teil eines politisch beschlossenen Konzepts und werden auch so in Stadt- beziehungsweise Raumentwicklungskonzepten beschrieben? Oder sind sie kulturelle Identität eines bestimmten Milieus? Welche symbolische Bedeutung hat das für einzelne Vorreiter oder die Region, die Stadt beziehungsweise einen städtischen Diskurs insgesamt?

### Veränderungen von Praktiken, Aneignungs- und Nutzungsmustern (Integrierte Dimension 3)

#### Ändern sich Verhalten und Praktiken der Akteure und entstehen veränderte kollektive und gesellschaftliche Normen?

Hier gilt es aus **sozio-räumlicher Perspektive** zu untersuchen, inwieweit sich durch eine Intervention wie die Installation von PV-Modulen das Verhalten von Akteuren, ihre Nutzungsmuster und Rollenverständnisse verändern. Die prozedurale Dimension greift eine grundlegende Analyseebene der Raumforschung auf, in der dem Raumbegriff ein relationales Verständnis zugrunde liegt, das heißt, Raum wird nicht einfach nur als Container verstanden, sondern Raum entsteht erst durch soziale Interaktion, also durch das aufeinander bezogene Handeln von Menschen im Raum und mit dem Raum. Hier spielen unterschiedliche Konzepte wie das *place-making* eine Rolle und insbesondere die räumliche Planung befasst sich mit Veränderungsprozessen (Mölders und Levin-Keitel 2021).

*Methodisch* eignen sich hier Akteursanalysen, Interviews und Systemanalysen, beispielsweise mit Fragen zu den Akteurskonstellationen sowie den Selbstverständnissen und Perspektiven, Strategien oder Rollenverständnissen einzelner Akteure. Zu einer raumwissenschaftlichen Analyse gehört es auch, zu erfassen, wer den Raum nutzt und welche Gruppen ausgeschlossen werden.

Aus **sozio-psychologischer Perspektive** findet dann eine vertiefte Analyse mithilfe experimenteller und sozialwissenschaftlicher Methoden statt:

**Individuell:** (Wie) Verändern sich individuelle Verhaltens- und Nutzungsmuster?

*Methodisch* bietet sich die Erfassung konkreten Energienutzungsverhaltens durch ein Energie-Journal an. Kommt es etwa durch die PV-Module zu einer Nutzung der Waschmaschine in den sonnenreichen Mittagsstunden? Gibt es einen Reboundeffekt? Darüber hinaus kann die Analyse auch weitere Verhaltensänderungen umfassen, etwa die Einnahme einer aktiven Rolle in der Energiewende, wobei die Spannweite hier die Unterstützung weiterer Personen bei der Installation umfassen kann wie auch die Einflussnahme auf institutionelle Regelungen (etwa im Austausch mit den lokalen Stadtwerken).

**Kollektiv:** Sind diese Veränderungen ein individueller Prozess oder werden sie auch in sozialen Interaktionen sichtbar?

*Methodisch* können Interviews und Gruppendiskussionen genutzt werden, um den sozialen Austausch zu analysieren. Auf dieser kollektiven Ebene bietet sich zudem auch die direkte Analyse der Interaktion der Teilnehmenden untereinander an, etwa durch teilnehmende Beobachtung im Workshop oder Inhaltsanalysen des Austauschs im Onlineforum.

**Gesellschaftlich:** Inwieweit finden diese Veränderungen auch in den medialen Diskurs Eingang?

*Methodisch* bieten sich unterschiedliche Formen der Medienanalyse an.

Fragen aus einer **integrierten Perspektive** für ein besseres Verständnis für **Wirkmechanismen:** Inwieweit entwickeln sich Bürger(innen) bezüglich Selbstverständnis und Verhalten von passiven Energiekonsument(inn)en zu aktiven Prosumer(inne)n oder auch Gestalter(inne)n der Energiewende insgesamt? Besonderes Augenmerk wird in diesem Analyseraum dabei auf die Diversität im Prozess gelegt: Welche sozialen Gruppen nehmen teil und wo und warum kommt es zu Exklusionseffekten?

### Veränderungen von Regeln und Umgang mit Rahmenbedingungen (Integrierte Dimension 4)

#### Wie werden bestehende Regularien wahrgenommen und gegebenenfalls verändert?

Aus **sozio-räumlicher Perspektive** wird in diesem Bereich analysiert, welche Regelungen und Gesetze es etwa für die Installation von Solaranlagen gibt, wie diese von Akteuren wahrgenommen und gegebenenfalls auch verändert werden. Hier sind lokale Besonderheiten einzubeziehen, wie Auflagen im Hinblick auf das Landschaftsbild. In der Planung sind klassischerweise die Regularien und Vorschriften der jeweils höheren räumlichen Ebene umzusetzen, nicht nur aus der Raumplanung zum Beispiel durch Eignungs- oder Vorbehaltsgebiete, sondern auch aus dem Denkmalschutz oder der Landschaftsplanung. Fragen sind da-

bei: Welche Regeln und Vorschriften werden ausgesetzt? Wie wird diese Veränderung in politische Beschlüsse übertragen? Welche Regelungen befördern die Veränderung, welche hemmen sie?

*Methodisch* können Dokumentenanalysen, Akteursanalysen, Interviews und Systemanalysen genutzt werden.

Aus **sozio-psychologischer Perspektive** können dann diese Fragen mit einer entsprechenden Erweiterung des Methodenspektrums für die Sicht von Akteuren vertieft werden:

**Individuell:** Welche Regelungen und Gesetze kommen für die Teilnehmenden im Realexperiment zum Tragen (etwa Vorgaben für die Installation und Anmeldung der PV-Module)?

*Methodisch* können Interviews, aber auch etwa die Analyse von Fragen im Onlineforum, genutzt werden, um zu schauen, welche Regularien relevant werden und inwieweit diese als einschränkend oder ermöglichend wahrgenommen werden.

**Kollektiv:** Inwieweit werden Regeln und Gesetze innerhalb der Teilnehmendengruppe oder auch im Austausch mit weiteren Akteuren diskutiert? Werden Initiativen zur Veränderung bestimmter Rahmenbedingungen ergriffen? (Diese Frage ist besonders wichtig für die Generierung von Transformationswissen.)

*Methodisch* hat sich neben Interviews und Fokusgruppen (etwa als Teil eines Workshops zur Überwindung von Barrieren) vor allem das Forschungstagebuch (zur Dokumentation etwa von Teilnehmendenanfragen zur Anmeldung der Solarmodule) sowie auch die Analyse von Onlineforen als hilfreich erwiesen.

**Gesellschaftlich:** Inwieweit kommt es zu Veränderungen in den Regularien?

*Methodisch* steht neben der Medienanalyse zu den Rahmenbedingungen des Projekts (unter anderem zur neuen EEG-Novelle) in Bezug auf den Impact vor allem die Dokumentation der Ansätze zur Änderung formeller und informeller Regelungen im Vordergrund. Beispielfhaft genannt sei hier die Dokumentation eines Austauschs mit den lokalen Stadtwerken.

Fragen aus einer **integrierten Perspektive** für ein besseres Verständnis für **Wirkmechanismen**: An welcher Stelle werden bestimmte Regeln und gesetzliche Vorgaben relevant? Wo wirken diese hemmend auf Akteure wirken, wo ergeben sich ermöglichende Perspektiven, wo entsteht Empowerment und werden Initiativen in Richtung Dialog und Veränderung ergriffen? So lassen sich Entwicklungen nachzeichnen, die von wahrgenommener Selbstwirksamkeit bis zu erfolgreich angepassten Rahmenbedingungen reichen können.

## Diskussion und Fazit

Die *EAP* ermöglicht die mehrdimensionale Analyse von Wirkmechanismen in Reallaboren. Die Methodensammlung aus der

illustrativen Anwendung des Analyserahmens auf ein lokales PV-Projekt verdeutlicht das hohe Maß an Querbezügen und Verknüpfungen der einzelnen Dimensionen. Die *EAP* kann im Sinne einer losen kognitiven Kopplung (Whitley 1984, Röbbbecke et al. 2004) als Heuristik dienen, die eine Integration nebeneinanderstehender Methoden erlaubt. An einigen Stellen im Beispiel findet auch eine Verschränkung von Methoden im Sinne einer engen kognitiven Kopplung statt (etwa Interviews zur Erfassung physischer Veränderungen und von deren Wahrnehmung).

In der Reallaborpraxis ist eine strukturierte Reflexion dieser interdisziplinären Verknüpfungen entscheidend, insbesondere da diese wiederum in den transdisziplinären Forschungsprozess insgesamt eingebettet sind. In Reallaboren besteht damit eine zentrale methodologische Herausforderung darin, die Wirkung bestimmter Interventionen überhaupt analytisch zu erfassen. In vielen Fällen liegt eine besondere Komplexität darin, dass Interventionen und eingesetzte Methoden (etwa partizipative Workshops) gleichzeitig sowohl der Erforschung der Wirkmechanismen als auch der aktiven Unterstützung des Realexperiments selbst dienen. Zusätzliche Komplexität entsteht durch die vielfältigen Rollen, die die beteiligten Forschenden auch in der Gestaltung und Evaluation der Prozesse einnehmen (Hilger et al. 2021, Schäfer et al. 2021).

Eine strukturierte Analyse mithilfe der *EAP* unterstützt hier den reflexiven Prozess: Das Forschungsteam bekommt relevante Hinweise zu Wirkmechanismen der Transformation wie etwa dem Zusammenspiel von regulativen Rahmenbedingungen und Akteursverhalten. So werden durch die ganzheitliche Perspektive auch „blinde Flecken“ in der Analyse identifiziert. Für die systematische Reflexion wurden gute Erfahrungen mit der explorativen Verknüpfung der Bereiche über ein strukturiertes Forschungstagebuch gemacht: Als zentrale Sammelstelle ermöglicht es die gemeinsame Strukturierung anhand der unterschiedlichen Dimensionen. Die gewonnenen Erkenntnisse sowie teilweise auch die Erhebungsmethoden selbst werden wiederum auch eingesetzt, um die Teilnehmenden aktiv bei der Transformation zu unterstützen.

Angesichts der unterschiedlichen Strukturen, Prozesse und thematischen Ausrichtungen verschiedener konkreter Reallabore gilt es die *EAP* in Zukunft auszudifferenzieren, zum Beispiel entsprechend der Zielsetzung der Reallabore. Bei aller Weiterentwicklung wird die Analyse jedoch immer limitiert bleiben; dies betrifft unter anderem die von Jahn und Keil (2016) diskutierten epistemologischen Grenzen der Erforschung langfristiger Transformationsprozesse in kurzfristigen Projekten. Innerhalb dieser Grenzen hilft die *EAP* jedoch, Reallaborprozesse von Anfang an so zu konzipieren, dass relevante Daten integriert erhoben werden.

Der Analyserahmen stellt damit auch eine deutliche Positionierung in der eingangs genannten Debatte dar: Die *EAP* betrachtet Reallabore als Forschungsprozess, der Wissen über Mechanismen der Transformation generiert. Sie berücksichtigt auch die strukturellen Dimensionen von Reallaboren (Schneidewind et al. 2018) und macht diese empirisch erfassbar. Vor dem Hin-



tergrund aktueller Debatten über den Beitrag von Reallaboren zur sozial-ökologischen Transformation (Parodi et al. 2021) kann die EAP ein Ansatz sein, typische Wirkmechanismen aufzudecken, und so auch eine Vergleichbarkeit von Reallaboren und deren Ergebnissen unterstützen. Dies ist nicht zuletzt für involvierte Praktiker(innen) und förderpolitisch entscheidend.

**Acknowledgement:** We would like to thank three anonymous reviewers for their helpful comments.

**Funding:** We gratefully acknowledge joint funding for parts of this work from the Robert Bosch foundation (Project: *Towards an interdisciplinary understanding of scales and scaling in sustainability transitions [InterScale]*). Paula Bögel also received funding for this project from the Volkswagen Foundation (Project: *Dual-mode participation: Window of Opportunity for Inclusive Real-Worlds Labs*). Karoline Augenstein and Meike Levin-Keitel received funding for parts of this project from the German Federal Ministry of Education and Research as part of its *Research for Sustainable Development Framework Program/ Social-Ecological Research* (Projects: *UrbanUp and MoveMe*). The real-world experiment *Your Balcony Network*, that served as a case study, received funding from the Helmholtz Association of German Research Centers (Project: *Energy transformation in dialogue*).

**Competing interests:** The authors declare no competing interests.

**Author contribution:** KA, PMB and MLK jointly developed the analytical framework (embedded-agency perspective). They contributed their respective expertise in spatial analysis (MLK), socio-psychological analysis (PMB) and scaling/impact assessment in real-world lab research (KA). The empirical data of the illustrative case study were collected and evaluated by PMB and HT. All co-authors were involved in the preparation of the manuscript.

## Literatur

- Albiez, M., V. Stelzer, O. Parodi, P. M. Bögel, H. Trenks. 2022. Energiewende nah an Mensch und Alltag. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 72/6: 31–34.
- Augenstein, K. et al. 2020. From niche to mainstream: The dilemmas of scaling up sustainable alternatives. *GAIA* 29/3: 143–147. <https://doi.org/10.14512/gaia.29.3.3>.
- Becker, E., T. Jahn. 2000. Sozial-ökologische Transformationen. Theoretische und methodische Probleme transdisziplinärer Nachhaltigkeitsforschung. In: *Nachhaltige Entwicklung und Transdisziplinarität*. Herausgegeben von K. W. Brand. Berlin: Analytica. 68–84.
- Bögel, P., K. Pereverza, P. Upham, O. Kordas. 2019. Linking socio-technical transition studies and organisational change management: Steps towards an integrative, multi-scale heuristic. *Journal of Cleaner Production* 232: 359–368. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.286>.
- Bögel, P. M., K. Augenstein, M. Levin-Keitel, P. Upham. 2022. An interdisciplinary perspective on scaling in transitions: Connecting actors and space. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 42: 170–183. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2021.12.009>.
- Elliott, R., K. Wattanasuwan. 1998. Consumption and the symbolic project of the self. *European Advances in Consumer Research* 3: 17–20. [www.acrwebsite.org/volumes/11147](http://www.acrwebsite.org/volumes/11147) (abgerufen 04.11.2022).
- Hilger, A., M. Rose, A. Keil. 2021. Beyond practitioner and researcher: 15 roles adopted by actors in transdisciplinary and transformative research processes. *Sustainability Science* 16: 2049–2068. <https://doi.org/10.1007/s11625-021-01028-4>.
- Hilger, A., M. Rose, M. Wanner. 2018. Changing faces – Factors influencing the roles of researchers in real-world laboratories. *GAIA* 27/1: 138–145. <https://doi.org/10.14512/gaia.27.1.9>.
- Jahn, T., F. Keil. 2016. Reallabore im Kontext transdisziplinärer Forschung. *GAIA* 25/4: 247–252. <https://doi.org/10.14512/gaia.25.4.6>.
- Kern, K., W. Haupt. 2021. Von Reallaboren zu urbanen Experimenten: Deutsche und internationale Debatten zu Skalierung und urbanen Nachhaltigkeits-transformationen. *Raumforschung und Raumordnung/Spatial Research and Planning* 79/4: 322–335. <https://doi.org/10.14512/rur.48>.
- Lüderitz, C. et al. 2017. Learning through evaluation – A tentative evaluative scheme for sustainability transition experiments. *Journal of Cleaner Production* 169: 61–76. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.005>.
- Mölders, T., M. Levin-Keitel. 2021. Sustainable (post-)pandemic cities? Contested forms of knowledge in urban transformation. *planung neu denken* 2: 151–163.
- Nowotny, H., P. Scott, M. Gibbons (Hrsg.). 2001. *Re-thinking science: Knowledge and the public in an age of uncertainty*. London: Polity.
- Parodi, O., S. Ober, O. Lah, A. Steglich, F. Wagner, A. Podann. 2021. Herausforderung Reallabor: Werkstattbericht Zur Reallaborforschung. *GAIA* 30/4: 286–288. <https://doi.org/10.14512/gaia.30.4.15>.
- ProClim (ProClim – Forum für Klima und Global Change – Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften) (Hrsg.). 1998. *Forschung zu Nachhaltigkeit und Globalem Wandel. Wissenschaftspolitische Visionen der Schweizer Forschenden*. 2. Auflage. Bern: ProClim. <http://proclim.ch/id/Yyz6d> (abgerufen 04.11.2022).
- Röbbecke, M., D. Simon, M. Lengwiler, C. Kraetsch. 2004. *Inter-Disziplinieren. Erfolgsbedingungen von Forschungsk Kooperationen*. Berlin: edition sigma.
- Schäfer, M., M. Bergmann, L. Theiler. 2021. Systematizing societal effects of transdisciplinary research. *Research Evaluation* 30/4: 484–499. <https://doi.org/10.1093/reseval/rvab019>.
- Schäpke, N. et al. 2017. *Reallabore im Kontext Transformativer Forschung. Ansatzpunkte zur Konzeption und Einbettung in den Internationalen Forschungsstand*. IETSR Discussion Papers in Transdisciplinary Sustainability Research. Lüneburg: Leuphana Universität. [https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/6629/file/6629\\_Schaepeke.pdf](https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/6629/file/6629_Schaepeke.pdf) (abgerufen 04.11.2022).
- Schneider, F. et al. 2019. Transdisciplinary co-production of knowledge and sustainability transformations: Three generic mechanisms of impact generation. *Environmental Science and Policy* 102: 26–35. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.08.017>.
- Schneidewind, U., K. Augenstein, F. Stelzer, M. Wanner. 2018. Structure matters: Real-world laboratories as a new type of large-scale research infrastructure. A framework inspired by Giddens' structuration theory. *GAIA* 27/S1: 12–17. <https://doi.org/10.14512/gaia.27.S1.5>.
- Sovacool, B. K., J. Axsen, S. Sorrell. 2018. Promoting novelty, rigor, and style in energy social science: Towards codes of practice for appropriate methods and research design. *Energy Research @ Social Science* 45: 12–42. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.07.007>.
- von Wirth, T., L. Fuenfschilling, N. Frantzeskaki, L. Coenen. 2019. 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>.
- von Wirth, T., M. Levin-Keitel. 2020. Lokale Nachhaltigkeitsexperimente als raumwirksame Intervention – Theoretische Grundlagen und Handlungskonzepte. *GAIA* 29/2: 98–105. <https://doi.org/10.14512/gaia.29.2.7>.
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen). 2016. *Der Umzug der Menschheit: die transformative Kraft der Städte*. Berlin: WBGU.
- Whitley, R. 1984. *The intellectual and social organization of the sciences*. Oxford, UK: Clarendon.
- Williams, S., J. Robinson. 2020. Measuring sustainability: An evaluation framework for sustainability transition experiments. *Environmental Science and Policy* 103: 58–66. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.10.012>.



**Karoline Augenstein**

Promotion 2014 an der Bergischen Universität Wuppertal zu nachhaltigen Systeminnovationen und Elektromobilität. Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie. Seit 2017 Juniorprofessorin für Politikfeldanalyse, Transformationsforschung und Nachhaltigkeit an der Bergischen Universität Wuppertal. Forschungsschwerpunkte: Governance urbaner Transformationsprozesse, Reallabore, Narrative in der Transformationsforschung.