

Bruckermann, Till

Durch Forschungspartizipation lernen. Erleben, wie Wissen entsteht?

Schomaker, Claudia [Hrsg.]; Peschel, Markus [Hrsg.]; Goll, Thomas [Hrsg.]: *Mit Sachunterricht Zukunft gestalten?! Herausforderungen und Potenziale im Kontext von Komplexität und Ungewissheit*. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2025, S. 37-50. - (Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts; 35)



Quellenangabe/ Reference:

Bruckermann, Till: Durch Forschungspartizipation lernen. Erleben, wie Wissen entsteht? - In: Schomaker, Claudia [Hrsg.]; Peschel, Markus [Hrsg.]; Goll, Thomas [Hrsg.]: *Mit Sachunterricht Zukunft gestalten?! Herausforderungen und Potenziale im Kontext von Komplexität und Ungewissheit*. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2025, S. 37-50 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-327492 - DOI: 10.25656/01:32749; 10.35468/6152-03

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-327492>

<https://doi.org/10.25656/01:32749>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<http://www.klinkhardt.de>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden und es darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-Licence: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work in the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work or its contents. You are not allowed to alter, transform, or change this work in any other way.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Till Bruckermann

Durch Forschungspartizipation lernen: Erleben, wie Wissen entsteht?

This contribution describes research participation as a process of socialization of science and explains its relevance with regard to the democratization of science and scientific education. After introducing three forms of research participation relevant for individual learning, participation in research implementation is described in more detail. To this end, opportunities for research-oriented and inquiry-based learning in citizen science projects are presented and explained using examples. The concept of inquiry-based learning can be used to link research processes with deliberately designed learning processes in formal or informal contexts. In particular, the article addresses the questions of how learning opportunities are used and what role the learners' prerequisites play. Previous studies rarely looked at the use of learning opportunities, which differs between scientific activities. Moreover, inquiry-based learning in citizen science projects require scientific reasoning skills. Implications for learning from citizen science projects are discussed.

1 Warum ist Forschungspartizipation fürs Lernen relevant?

Kinder und Jugendliche können in Forschungsprozessen partizipieren, um zu lernen und wissenschaftliches Wissen zu schaffen (Ballard, Dixon & Harris 2017; Miczajka, Klein & Pufal 2015). Während Schülerlabore und Science Center schon länger etablierte Orte sind, an denen Kinder und Jugendliche bzw. Schülerinnen und Schüler Forschung erleben können (Schwan & Noschka-Roos 2019; Finger, van den Bogaert, Fleischer, Raimann, Sommer & Wirth 2022), ist ihre Beteiligung an Forschungsprozessen noch weniger verbreitet (Herodotou, Aristeidou, Miller, Ballard & Robinson 2020). Dass Partizipation in Forschung für mehr Menschen potenziell möglich ist, wird auch auf die Digitalisierung von Wissenschaft zurückgeführt, die sich in Form von Online-Plattformen wie *mit:forschen!* zeigt (Dickel & Franzen 2015) und Vergesellschaftungsprozesse von Wissenschaft vorantreibt (Neuberger, Weingart, Fähnrich, Fecher, Schäfer, Schmid-Petri & Wagner 2021).

In einer Gesellschaft, die Entscheidungen auf wissenschaftlichem Wissen gründet (Wissensgesellschaft) und dabei Ungewissheiten von Wissenschaft gegenübersteht (Risikogesellschaft), können komplementäre Prozesse beschrieben werden: die Verwissenschaftlichung von Gesellschaft und die Vergesellschaftung von Wissenschaft (Weingart 2005). Während Verwissenschaftlichung beschreibt, wie Elemente des Teilsystems Wissenschaft in gesellschaftlichen Kontexten aufgenommen werden (z. B. der Anspruch evidenzbasierter Entscheidungen), beschreibt Vergesellschaftung, wie Elemente der Gesellschaft in das Teilsystem Wissenschaft aufgenommen werden (z. B. Demokratisierung von Wissenschaft durch Citizen Science; Neuberger u. a. 2021, 15). Die Vergesellschaftung von Wissenschaft bedeutet zwar nicht, dass epistemische Praktiken, welche Wissenschaft kennzeichnen, aufgehoben sind, wohl aber, dass nun auch nicht-professionelle Personen diese Praktiken ausüben (Neuberger u. a. 2021). Empirisch untermauert wird der Vergesellschaftungsprozess durch Daten aus dem Wissenschaftsbarometer, wonach 43 % der Befragten gerne selbst in einem wissenschaftlichen Projekt mitforschen möchten (Wissenschaft im Dialog 2024). Neben dem Ziel einer Demokratisierung von Wissenschaft steht das instrumentelle Ziel, individuelles Lernen aus der Beteiligung an Forschungsprozessen zu ermöglichen und so wissenschaftliche Bildung zu demokratisieren (Herzog & Lepenies 2022).

Projektkatalogplattformen wie *SciStarter* und *mit:forschen!* bieten einen Überblick zu Forschungsprojekten, die Beteiligungsmöglichkeiten sowohl analog als auch digital und im Feld sowie im Klassenraum eröffnen (Bruckermann & Lorke 2021). Eine stichprobenartige Analyse verschiedener Portale zeigte, dass 92 % von 327 Forschungsprojekten wenigstens ein Lernziel benannten; einige Projekte benannten mehrere Lernziele (Phillips, Porticella, Conostas & Bonney 2018). Die Lernziele bzw. -ergebnisse der Forschungspartizipation werden unterschiedlich kategorisiert: Sie reichen von Wissen, Fähigkeiten und Einstellungen über Verhalten bis zur Beteiligung an politisch-gesellschaftlichen Prozessen (Kruse, Knickmeier, Honorato-Zimmer, Gatta-Rosemary, Weinmann, Kiessling, Schöps, Thiel & Parchmann 2020; Phillips u. a. 2018). Den Lernzielen liegen verschiedene Auffassungen von Bildung bzw. *literacy* und Kompetenzen zugrunde, wie naturwissenschaftliche Grundbildung (sensu *scientific literacy*; z. B. Bonney, Phillips, Ballard & Enck 2016), Umweltbildung (sensu *environmental literacy*; z. B. Ballard, Lindell & Jadallah 2024) oder Umwelthandeln (sensu *environmental science agency*; z. B. Ballard, Dixon & Harris 2017) zugrunde. Dennoch hat sich die Kategorisierung als hilfreich erwiesen, um in Übersichtsarbeiten die verschiedenen Lernergebnisse aus Citizen-Science-Projekten zu beschreiben (Aristeidou & Herodotou 2020).

Welche Relevanz die Partizipation an Forschung für das Lernen hat, wird durch die verschiedenen Formen der Forschungspartizipation deutlich (Schrögel, Hecker, Mayer, Unterleitner, König & Brandt 2021). Forschungspartizipation bedeutet:

- das Erleben von Wissenschaft in der Forschungsdissemination,
- der Einbezug in die Forschungsplanung,
- die Beteiligung an der Forschungsdurchführung (Bruckermann 2024).

Die *Forschungsdissemination* macht Wissenschaft durch Kommunikations- und Outreach-Formate erlebbar, wie beispielsweise in Museen, Science Centern und Schülerlaboren (Schrögel u. a. 2021). Im Vordergrund der Beteiligung steht weniger die Produktion wissenschaftlichen Wissens als das individuelle Lernen über Forschungsergebnisse. Das partizipative Moment entsteht durch dialogorientierte Ansätze, die ein wechselseitiges Lernen für die Beteiligten fördern (Schrögel u. a. 2021). Ein Beispiel ist das Outreach-Magazin *Ich bin Meta*, welches in einem Zielgruppen-Review-Prozess entstanden ist. Schülerinnen und Schüler der Zielgruppe agierten als Gutachtende einer Veröffentlichung von Forschungsergebnissen, sodass sie von einer an ihren Bedürfnissen orientierten Kommunikation profitieren und Wissenschaftlerinnen sowie Wissenschaftler Einblicke in ihre Bedürfnisse erhielten (Weißschädel 10.7.2018).

Eine Beteiligung an der *Forschungsplanung* erfolgt häufig mit Bezug zu den Zielen und Rahmenbedingungen von Forschung, wie beispielsweise in Bürgerdialogen oder Konferenzen mit Stakeholdern (Schrögel u. a. 2021). Zum Lernen ist die Beteiligung an der Forschungsplanung relevant, da Spannungen aus den verschiedenen Prozesslogiken insbesondere in formalen Kontexten reduziert werden können (Ergebnisoffenheit des Forschungsprozess vs. Outcome-Orientierung in schulischen Lernprozessen; Bruckermann 2024).

2 Wie kann durch Forschungspartizipation gelernt werden?

Die Beteiligung an der Durchführung von Forschungsprozessen bezieht sich auf einen Citizen-Science-Begriff, der das Potenzial solcher Projekte für informelle Lerngelegenheiten einschließt. Citizen Science wird nach Bonney als „two-way street“ verstanden (1996, 7); Wissenschaft in Universitäten und Forschungseinrichtungen profitiert von der Datensammlung, während Teilnehmende, die im Forschungsgebiet nicht akademisch tätig sind, neue Fähigkeiten erlernen. Frühe Studien zum Lernen in Citizen-Science-Projekten beschreiben, wie bestimmte Aktivitäten des Forschungsprozesses als Gelegenheiten zum forschenden Lernen (*sensu inquiry-based learning*) genutzt werden können (Trumbull, Bonney & Grudens-Schuck 2005).

Lerngelegenheiten in Citizen-Science-Projekten folgen häufig dem Ansatz des forschenden Lernens, indem Forschungs- und Lernprozesse parallelisiert werden (Herodotou, Aristeidou, Sharples & Scanlon 2018). Durch forschendes Lernen wird individuelles Wissen über die Welt konstruiert, indem auf naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen zurückgegriffen wird, wobei Lernende auf Unterstützung angewiesen sind (Jong 2006). Im Falle von Citizen-Science-Projekten kann das so konstruierte Wissen persönliche Relevanz (Herodotou u. a. 2018) und Relevanz für Dritte haben (Roche, Bell, Galvão, Golumbic, Kloetzer, Knobens, Laakso, Lorke, Mannion, Massetti, Mauchline, Pata, Ruck, Taraba & Winter 2020). Um Forschungs- und Lernprozess zu parallelisieren, werden forschungsbezogene Aktivitäten differenziert, die vom Formulieren einer Fragestellung über das Erheben von Daten bis zur Analyse von Daten und Interpretation von Ergebnissen reichen können. Häufig werden diese Aktivitäten mit einer bestimmten Art von Projekten verbunden, welche durch einen zunehmenden Grad der Beteiligung von der Mitwirkung bis zur Ko-Kreation gekennzeichnet sind: Projekte zur Mitwirkung (*contributory projects*) ermöglichen überwiegend das Datensammeln durch die Teilnehmenden; Projekte zur Kollaboration (*collaborative projects*) binden Teilnehmende oft zusätzlich in die Datenaufbereitung und -analyse ein; Projekte zur Ko-Kreation (*co-creative projects*) entwickeln bereits die Fragestellung mit Teilnehmenden bzw. gehen gar von Personen außerhalb der akademischen Wissenschaft aus (siehe Tab. 1, rechte Spalten; Shirk, Ballard, Wilderman, Phillips, Wiggins, Jordan, McCallie, Minarchek, Lewenstein, Krasny & Bonney 2012). Dem zunehmenden Grad der Beteiligung in den Projekten kann beim forschenden Lernen ein zunehmender Grad der Selbstständigkeit gegenübergestellt werden (Sommer, Parchmann & Strippel 2023): In einer vorgegebenen Untersuchung erheben Lernende selber Daten, werten diese aus und interpretieren die Ergebnisse; in einer eigenständig planbaren Untersuchung planen Lernende zusätzlich das Design; zur Untersuchung einer eigenen Fragestellung sind Lernende in die Aktivitäten von der Fragenformulierung bis zur Ergebnisdiskussion eingebunden (siehe Tab. 1, linke Spalten; Bell, Smetana & Binns 2005).

Tab. 1: Vergleich (ausgewählter) Formen des forschenden Lernens und (ausgewählter) Arten von Citizen-Science-Projekten (adaptiert nach Sommer u. a. 2023, 4)

← Grad der Selbstständigkeit			Aktivitäten im Forschungsprozess	Grad der Beteiligung →		
U. zu eigener Fragestellung	Selbstständig planbare U.	Vorgegebene U.		Mitwirkung	Kollaboration	Ko-Kreation
x			Fragen formulieren			x
x			Informationen suchen			x
x			Hypothesen aufstellen			x
x	x		Untersuchung planen		(x)	x
x	x	x	Daten erheben	x	x	x
x	x	x	Proben auswerten		x	x
x	x	x	Daten analysieren	(x)	x	x
x	x	x	Ergebnisse interpretieren		(x)	x
n.a.	n.a.	n.a.	Ergebnisse kommunizieren	(x)		x

Anmerkung: U. = Untersuchung, x = selbstständig bzw. beteiligt, (x) = möglicherweise beteiligt, n.a. = nicht anwendbar.

Forschendes Lernen kann auch als Pol eines Kontinuums verstanden werden, das sich vom forschungsbasierten über das forschungsorientierte Lernen spannt (Reinmann 2015). Für parallelisierte Forschungs- und Lernprozesse folgt, dass nicht nur die Ränder des Kontinuums betrachtet werden (selbstständige vs. vorgegebene Untersuchung; vgl. Sommer u. a. 2023; siehe folgende Beispiele 1–3). Beim forschungsbasierten Lernen werden beispielhaft Methoden eingeführt und Erkenntnisprozesse rezipiert, sodass Schülerinnen und Schüler das Forschen besser verstehen lernen. Typischerweise werden hier Demonstrationsexperimente genutzt, um bei Lernenden beispielweise Fähigkeiten zum Beobachten zu fördern (Bruckermann 2021). Beim forschungsorientierten Lernen werden ausgewählte Tätigkeiten im Forschungsprozess selbstständig ausprobiert und dann routinisiert, um das Forschen zu üben. Beim forschenden Lernen gestalten Lernende aktiv Erkenntnisprozesse mit und generieren einen Erkenntnisgewinn, der potenziell auch für Dritte relevant ist (Reinmann 2015). Häufig geschieht dies in Form von Projektarbeiten, in denen sich Lernende selbstständig ein Themengebiet mit selbst gewählten Methoden erarbeiten (Bruckermann 2021).

1. **Beispiel:** Das Beobachten zu lernen und einzuüben kann in Citizen-Science-Projekten zum Mitforschen wie auf der Plattform *Zooniverse* in den Vordergrund gerückt werden (forschungsorientiertes Lernen). Lernziele können sich auf fachgemäße Denk- und Arbeitsweisen, wie das Untersuchen, das Beobachten oder das merkmalsbasierte Vergleichen beziehen (Bruckermann & Mahler 2021).
2. **Beispiel:** Auch die Reflexion der Untersuchungsmethode kann als Lerngelegenheit in Citizen-Science-Projekten umgesetzt werden. Citizen Science wird dazu als Forschungsansatz eingeführt, um dann zu reflektieren, wie objektives Vorgehen sichergestellt wird, wenn Personen (und sogar Schulklassen) mit unterschiedlichen Fähigkeiten beteiligt sind. Lernziele beziehen sich hier auf die Unterscheidung gesicherter Größen von subjektiven Interpretationen und das Beobachten (Umwelt im Unterricht 2020).
3. **Beispiel:** Zum Selberforschen können vorhandene Apps wie *iNaturalist* zur Kartierung der lokalen Artenvielfalt beispielsweise im Rahmen der *City Nature Challenge* genutzt werden. Die selbstständig entwickelten Fragen der Lernenden können einen lokalen Bezug haben und die Antworten können zumindest lokal auch für Dritte relevant sein. Insbesondere für Umweltfragen (beispielsweise zu invasiven Arten) können im lokalen Kontext multiperspektivische Lösungen erarbeitet werden. Lernziele beziehen sich hier auf das diskursive Verabreden einer Fragestellung und eines Vorgehens zur Untersuchung, das exemplarische Erkennen von (natürlichen, materiellen und/oder sozialen) Systemen und das Erörtern von Handlungsoptionen.

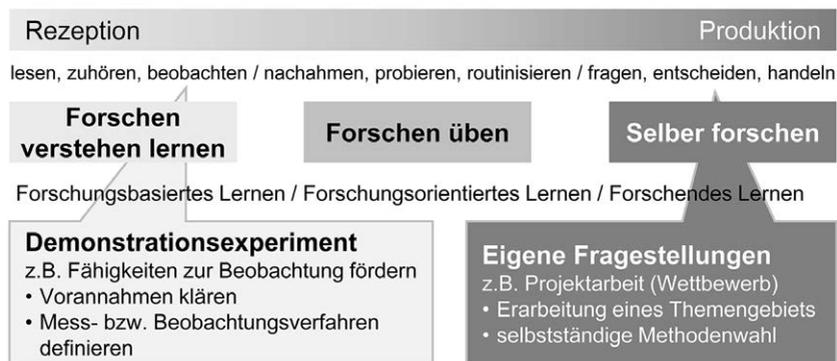


Abb. 1: Forschen in der Schule ist ein Kontinuum, das Lernende bis zum Selberforschen führt (Reinmann 2015, 127; eigene Darstellung).

2.1 Wie nutzen Lernende die Lerngelegenheiten zum (Mit-)Forschen?

Um das Potenzial der Parallelisierung von Forschungs- und Lernprozessen für forschendes Lernen erklären zu können, muss zunächst beschrieben werden, wie sich Teilnehmende in Citizen-Science-Projekten an den Aktivitäten des Forschungsprozesses beteiligen (Bruckermann u. a. 2022). Wenn solchen Projekten eine Angebot-Nutzung-Wirkungslogik zum Lernen zugrunde gelegt wird, dann sind die Möglichkeiten zur Beteiligung an Aktivitäten potenzielle Lerngelegenheiten und die Beteiligung an den Aktivitäten ist die Nutzung solcher Lerngelegenheiten, um Rückschlüsse auf mögliche Lernprozesse und -ergebnisse zu ziehen (Bruckermann, Greving, Stillfried, Schumann, Brandt & Harms 2020).

Da sich die angebotenen Lerngelegenheiten zwischen den Projekten zur Mitwirkung bzw. Ko-Kreation unterscheiden, ist eine (eher normative) Annahme, dass Teilnehmende von Projekten mit einem eingeschränkten Grad der Beteiligung, welcher sich auf weniger komplexe Aktivitäten zum Datensammeln beschränkt, zu Projekten mit einem hohen Beteiligungsgrad, welcher möglichst viele (und komplexere) Aktivitäten wie das Datenanalysieren einschließt, aufsteigen (Shirk u. a. 2012). Das Lernpotenzial eines höheren Beteiligungsgrads wird theoretisch gestützt, indem eine Beteiligung an komplexeren Aktivitäten im Forschungsprozess wie dem Analysieren von Daten die individuelle Konstruktion von Wissen eher fördert (Chinn & Malhotra 2002). Allerdings erfordern komplexe Aktivitäten wie das Analysieren von Daten Unterstützungsmaßnahmen, welche diese Aktivitäten in Teilaktivitäten aufteilen, Fachhinweise zu den Aktivitäten bieten und zur Reflexion über die Aktivitäten anregen (Quintana, Reiser, Davis, Krajcik, Fretz, Duncan, Kyza, Edelson & Soloway 2004).

Die tatsächliche Beteiligung an den Aktivitäten unterscheidet sich zwischen den Teilnehmenden in einem Citizen-Science-Projekt deutlich. Oftmals verbringen nur wenige Teilnehmende einen Großteil der Zeit mit den Aktivitäten. Die Mehrzahl der Teilnehmenden ist nur wenige Zeit aktiv, sodass von einer Beteiligungsungleichheit gesprochen werden kann (Haklay 2018). Allerdings unterscheidet sich die Beteiligung auch zwischen den Aktivitäten im Forschungsprozess, und zwar für den Beteiligungsgrad: Einen überwiegenden Teil ihrer Zeit im Projekt nutzen Teilnehmende für Aktivitäten, die zum Datensammeln gehören, und nur wenige Teilnehmende investieren ihre Zeit in Aktivitäten, die der Datenanalyse zuzuordnen sind (Bruckermann, Greving, Stillfried, Schumann, Brandt & Harms 2022). Diese ungleiche Nutzung von Lerngelegenheiten ist insofern relevant für Lernprozesse und -ergebnisse, als die Aktivitäten zum Datensammeln kognitiv weniger anspruchsvoll sind als die komplexeren Aktivitäten zur Datenanalyse (Chinn & Malhotra 2002).

Im Sinne einer Angebot-Nutzung-Wirkungslogik werden die angebotenen Lerngelegenheiten in Citizen-Science-Projekten unterschiedlich genutzt, wobei kognitiv anspruchsvollere Lerngelegenheiten aus komplexeren Aktivitäten seltener

genutzt werden. Zukünftige Forschung sollte die Motivation der Teilnehmenden zur Beteiligung im Citizen-Science-Projekt stärker in den Blick nehmen, da Lernprozesse in solchen Projekten außerhalb der Schule eher selbstgesteuert sind. Trotz hoher Motivation, sich mit dem Thema des Projekts zu beschäftigen und beizutragen, hatten Teilnehmende wenig Neigung, über die Datensammlung hinaus statistische Analysen vorzunehmen (Phillips, Ballard, Lewenstein & Bonney 2019). Der Beteiligungsgrad ist allerdings nicht ausschließlich für effektives Lernen in Citizen-Science-Projekten ausschlaggebend, denn auch Aktivitäten zum Datensammeln können biologisches Fachwissen sowohl in informellen (Greving, Bruckermann, Schumann, Straka, Lewanzik, Voigt-Heucke, Marggraf, Lorenz, Brandt, Voigt, Harms & Kimmerle 2022) als auch in formalen Kontexten (Berndt & Nitz 2023) vermitteln. Es gibt aber Hinweise darauf, dass bestimmte Aktivitäten im Forschungsprozess mit Lernergebnissen in qualitativen Zusammenhängen stehen. Während Fachwissen als Lernergebnis mit mehreren Aktivitäten wie dem Suchen nach Tieren, Teilen von Feldaufzeichnungen und dem Kommunizieren über das Projekt in Verbindung gebracht werden konnte, war dies für Fähigkeiten zum wissenschaftlichen Denken und Arbeiten nur möglich, wenn Teilnehmende auch Beobachtungen angestellt hatten (Herodotou u. a. 2023).

2.2 Welchen Einfluss haben die Voraussetzungen der Lernenden?

In Citizen-Science-Projekten beteiligen sich die Lernenden im Forschungsprozess, der von Aktivitäten des Datensammelns bis zu komplexeren Aktivitäten des Datenanalysierens reichen kann (Shirk u. a. 2012) und der als Gelegenheit zum forschenden Lernen genutzt werden kann (Sommer u. a. 2023). Unterstützungsmaße wie beispielsweise fachliche Hinweise zu den Aktivitäten sollten an die Voraussetzungen der Lernenden anknüpfen, um forschende Lernprozesse zu fördern (Herodotou u. a. 2018; Quintana u. a. 2004). In Citizen-Science-Projekten wurden bisher überwiegend grundlegende Fähigkeiten der Lernenden zum wissenschaftlichen Denken und Arbeiten fokussiert, beispielsweise ob Teilnehmende zuverlässige Beobachtungen anstellen können (Stylinski u. a. 2020). Um aber Lernende in komplexeren Aktivitäten wie der Datenanalyse zu unterstützen, müssen auch anspruchsvollere Fähigkeiten zum wissenschaftlichen Denken berücksichtigt werden.

Fähigkeiten zum wissenschaftlichen Denken sind in Citizen-Science-Projekten im Gegensatz zum Fachwissen bisher selten untersucht worden (Phillips u. a. 2018). Wissenschaftliches Denken umfasst jene Fähigkeiten, die zum Problemlösen mit wissenschaftlichen Methoden wie dem Hypothesenformulieren oder dem Modellieren benötigt werden (Übersicht in Kind & Osborne 2017; für Citizen Science siehe Bruckermann u. a. 2021). Insbesondere anspruchsvolle Fähigkeiten zum wissenschaftlichen Denken wie das Datenanalysieren oder das Hypothesenformulieren werden selten als Voraussetzung der Lernenden erfasst (Stylinski, Peterman, Phillips, Linhart & Becker-Klein 2020).

Fähigkeiten zum wissenschaftlichen Denken haben in Citizen-Science-Projekten eine Doppelrolle. Sie sind ein (eher selten berichtetes) Lernergebnis (Phillips u. a. 2018; Stylinski u. a. 2020) und werden gleichzeitig als Voraussetzung zum forschenden Lernen in solchen Projekten benannt (Edwards, McDonnell, Simpson & Wilson 2018; Trumbull u. a. 2000). Überhaupt gibt es nur wenige Studien, welche die individuellen Voraussetzungen von Lernenden in Projekten in den Blick nehmen (u. a. Dickinson & Crain 2019), sodass lange kaum Wechselwirkungen zwischen Personenmerkmalen bekannt waren (Crain, Cooper & Dickinson 2014).

In Citizen-Science-Projekten sind Fähigkeiten zum wissenschaftlichen Denken ein Faktor zum Erwerb von Fachwissen, wie am Beispiel eines Projekts zur Wildtierökologie in der Stadt gezeigt werden konnte (Bruckermann u. a. 2023). Wenn Teilnehmende bei Projektbeginn höhere Fähigkeiten zum wissenschaftlichen Denken aufwiesen, hatten sie am Projektende auch mehr Fachwissen über Wildtiere in der Stadt. Der umgekehrte Effekt (je mehr Fachwissen, desto höhere Fähigkeiten) konnte nicht festgestellt werden. Die Fähigkeiten zum wissenschaftlichen Denken könnten den Teilnehmenden beim forschenden Lernen über Wildtierökologie geholfen haben. Einschränkend kann festgehalten werden, dass die Projektteilnehmenden in der Mehrheit höhere Bildungsabschlüsse aufwiesen (> 55 % mit Abitur und 11 % mit Promotion), sodass von höheren Fähigkeiten als beispielsweise in Stichproben mit Schülerinnen und Schülern ausgegangen werden kann (Bruckermann u. a. 2023). Allerdings stützen Befunde aus der Schule die Bedeutung von solchen Fähigkeiten beim forschenden Lernen, indem sie den Erwerb von themenspezifischem Wissen fördern (Schwichow, Osterhaus & Edelsbrunner 2020). Genauer gesagt mussten Fähigkeiten zum wissenschaftlichen Denken beim forschenden Lernen angewendet werden, um den Wissenserwerb aus den Experimenten zu fördern (Stender, Schwichow, Zimmerman & Härtig 2018). Wenn forschendes Lernen allerdings mit dem Ziel der Wissensvermittlung stärker angeleitet wurde, spielte Fachwissen eine größere Rolle als die Fähigkeiten zum wissenschaftlichen Denken (Schwichow u. a. 2020). Die Erkenntnisse aus dem formalen Kontext Schule können also mit wenigen Einschränkungen auf eine Erwachsenenstichprobe verschiedener Altersgruppen in einem Citizen-Science-Projekt als informeller Kontext erweitert werden, indem sie die Rolle wissenschaftlicher Denkfähigkeiten für das Fachwissen der Teilnehmenden als Lernergebnis in Citizen-Science-Projekten unterstreichen (Bruckermann u. a. 2023). Wenn Forschungs- und Lernprozesse in Citizen-Science-Projekten durch forschendes Lernen parallelisiert werden, müssen die Voraussetzungen der Lernenden berücksichtigt werden (z. B. Edwards u. a. 2018). Mehrfach wurde gezeigt, dass der Fachwissenserwerb in den Projekten möglich ist (Greving u. a. 2022; Peter, Diekötter & Kremer 2019) und forschendes Lernen ein geeignetes Konzept sein kann (Edwards u. a. 2018). Dazu muss allerdings die Doppelrolle der

Fähigkeiten zum wissenschaftlichen Denken als Faktor beim forschenden Lernen bedacht werden (Stender u. a. 2018). Insbesondere bei weniger stark angeleiteten Formen des forschenden Lernens sind wissenschaftliche Denkfähigkeiten relevant (Bruckermann u. a. 2023; Schwichow u. a. 2020).

3 Was sind Implikationen zur Forschungspartizipation für Forschung und Lernen?

Lernen ist in drei Formen der Forschungspartizipation möglich, welche die Partizipation vom Forschungsprozess her beschreiben. Am Ende des Prozesses können Forschungsergebnisse durch dialogorientierte Formate für Lernende erlebbar werden. Zu Beginn des Prozesses können Forschungsfragen durch Lernende mitgestaltet werden, um so die Logiken von Forschungs- und (gestalteten) Lernprozessen aufeinander abzustimmen. In der Durchführung von Forschungsprozessen ermöglichen Citizen-Science-Projekte Menschen die Partizipation, auch wenn diese sonst nicht wissenschaftlich in dem Fachgebiet tätig sind. Sowohl in formalen Kontexten wie der Schule als auch in informellen Kontexten wie der (familiären) Freizeit bieten die Aktivitäten solcher Projekte Gelegenheiten zum forschenden Lernen und ein authentisches Abbild wissenschaftlichen Denkens und Arbeitens.

Angesichts der vielfältigen Aktivitäten vom Hypothesenformulieren über das Datensammeln (z. B. Beobachten) bis zum Datenanalysieren sollten die Aktivitäten als (angebotene) Lerngelegenheiten betrachtet werden. Diese Lerngelegenheiten können unterschiedlich genutzt werden, auch in Abhängigkeit von den Voraussetzungen der Lernenden. Während im Kontext Schule die Aktivitäten zur Beteiligung häufig durch die Lehrkraft vorausgewählt werden, spielen in informellen Kontexten die Motive der Lernenden, sich in gewissen Aktivitäten zu beteiligen, eine stärkere Rolle. So kann die Beteiligung insbesondere an komplexeren Aktivitäten gering sein, wenn keine individuelle Neigung zur jeweiligen Aktivität im Forschungsprozess besteht. Offen bleibt die Frage, inwiefern die Beteiligung in solchen Aktivitäten gefördert werden kann, wenn die Demokratisierung der Wissenschaft ein Anspruch ist.

In Citizen-Science-Projekten bieten die Aktivitäten häufig Lerngelegenheiten zum Erwerb von Fachwissen durch forschendes Lernen, indem Forschungs- und Lernprozesse parallelisiert werden. Seltener konnte in den Projekten der Erwerb von Fähigkeiten zum wissenschaftlichen Denken beobachtet werden, was vermutlich auch daran liegt, dass forschendes Lernen in Citizen-Science-Projekten voraussetzungsreich ist. Wissenschaftliche Denkfähigkeiten können eine Voraussetzung zum forschenden Lernen in Citizen-Science-Projekten sein, welche Lernende mit den entsprechenden Fähigkeiten begünstigen. Zukünftig sollte beschrieben

werden, wie voraussetzungsreiche Aktivitäten durch Unterstützungsmaßnahmen auch für Menschen mit weniger stark ausgeprägten Fähigkeiten eine Lerngelegenheit bieten können.

Lernen ist nicht ausschließlich mit einer Beteiligung der Lernenden an komplexeren Aktivitäten verbunden, sondern kann auch in weniger komplexen Aktivitäten des Forschungsprozesses wie dem Datensammeln gefördert werden. Die Lernergebnisse können allerdings für die Aktivitäten variieren. Während Fachwissen potenziell durch verschiedene Aktivitäten als Gelegenheiten zum forschenden Lernen erworben werden kann, scheint dies für wissenschaftliche Denkfähigkeiten nicht der Fall zu sein. Statt also Citizen-Science-Projekten per se eine Effektivität zum Lernen durch Forschungspartizipation zuzuschreiben, sollten die Angebote, die Nutzung und die Wirkung von Gelegenheiten zum forschenden Lernen differenzierter beschrieben werden.

Literatur

- Aristeidou, M. & Herodotou, C. (2020): Online citizen science. A systematic review of effects on learning and scientific literacy, In: *Citizen Science: Theory and Practice*, 5, H. 1, 69.
- Ballard, H. L., Dixon, C. G. & Harris, E. M. (2017): Youth-focused citizen science. Examining the role of environmental science learning and agency for conservation, In: *Biological Conservation*, 208, 65–75.
- Ballard, H. L., Lindell, A. J. & Jadallah, C. C. (2024): Environmental education outcomes of community and citizen science: a systematic review of empirical research, In: *Environmental Education Research*, 30, H. 6, 1007–1040.
- Bell, R. L., Smetana, L. & Binns, I. (2005): Simplifying inquiry instruction. Assessing the inquiry learning level of classroom activities, In: *The Science Teacher*, 72, H. 7, 30–33.
- Berndt, J. & Nitz, S. (2023): Learning in Citizen Science: The Effects of Different Participation Opportunities on Students' Knowledge and Attitudes, In: *Sustainability*, 15, H. 16.
- Bonney, R. E. (1996): Citizen Science. A Lab Tradition, In: *Living Bird*, 15, H. 4, 7–15.
- Bonney, R. E., Phillips, T. B., Ballard, H. L. & Enck, J. W. (2016): Can citizen science enhance public understanding of science?, In: *Public Understanding of Science*, 25, No. 1, 2–16.
- Bruckermann, T. (2021): Mit Schülerinnen und Schülern forschend lernen. Wie kann ein authentisches Bild der Naturwissenschaften entstehen? In: *Meßinger-Koppelt, J., & Plath, J. (Hrsg.): Miterleben, wie Wissen entsteht. Mit Schülerinnen und Schülern im Unterricht forschend*. Hamburg, 6–9.
- Bruckermann, T. (2024): Forschungspartizipation und Bürgerwissenschaften: Lernen durch kollaborative Wissenskonstruktion. In: *Reinmann, G. & Rhein, R. (Hrsg.): Wissenschaftsdidaktik IV*. Bielefeld, 279–300.
- Bruckermann, T., Greving, H., Schumann, A., Stillfried, M., Börner, K., Kimmig, S. E., Hagen, R., Brandt, M. & Harms, U. (2023): Scientific reasoning skills predict topic-specific knowledge after participation in a citizen science project on urban wildlife ecology. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 60, H. 9, 1915–1941.
- Bruckermann, T., Greving, H., Stillfried, M., Schumann, A., Brandt, M. & Harms, U. (2022): I'm fine with collecting data: Engagement profiles differ depending on scientific activities in an online community of a citizen science project, In: *PLOS ONE*, 17, H. 10, e0275785.
- Bruckermann, T. & Lorke, J. (2021): Online Citizen Science, In: *Unterricht Biologie*, 2021, H. 469, 44–47.

- Bruckermann, T., Lorke, J., Rafolt, S., Scheuch, M., Aristeidou, M., Ballard, H., Bardy-Durchhalter, M., Carli, E., Herodotou, C., Kelemen-Finan, J., Robinson, L., Swanson, R., Winter, S. & Kapelari, S. (2020): Learning opportunities and outcomes in citizen science. A heuristic model for design and evaluation. In: Levrini, O. & Tasquier, G. (Hrsg.): *Electronic Proceedings of the ES-ERA 2019 Conference. The Beauty and Pleasure of Understanding. Engaging With Contemporary Challenges Through Science Education*. Bologna, 889–898.
- Bruckermann, T. & Mahler, D. (2021): Online-Citizen-Science-Plattformen zum Mitforschen. In: Meßinger-Koppelt, J. & Maxton-Küchenmeister, J. (Hrsg.): *Naturwissenschaften digital. Toolbox für den Unterricht*. Hamburg, 60–63.
- Bruckermann, T., Straka, T. M., Stillfried, M. & Krell, M. (2021): Context Matters: Accounting for Item Features in the Assessment of Citizen Scientists' Scientific Reasoning Skills, In: *Citizen Science: Theory and Practice*, 6, H. 1.
- Chinn, C. A. & Malhotra, B. A. (2002): Epistemologically authentic inquiry in schools. A theoretical framework for evaluating inquiry tasks, In: *Science Education*, 86, H. 2, 175–218.
- Crain, R., Cooper, C. & Dickinson, J. L. (2014): Citizen science. A tool for integrating studies of human and natural systems, In: *Annual Review of Environment and Resources*, 39, H. 1, 641–665.
- Dickel, S. & Franzen, M. (2015): Digitale Inklusion. Zur sozialen Öffnung des Wissenschaftssystems, In: *Zeitschrift für Soziologie*, 44, H. 5, 330–347.
- Dickinson, J. L. & Crain, R. (2019): An Experimental Study of Learning in an Online Citizen Science Project. Insights into Study Design and Waitlist Controls, In: *Citizen Science: Theory and Practice*, 4, H. 1, 26.
- Edwards, R., McDonnell, D., Simpson, I. & Wilson, A. (2018): Educational backgrounds, project design, and inquiry learning in citizen science. In: Herodotou, C., Scanlon, E. & Sharples, M. (Hrsg.): *Citizen inquiry. Synthesising science and inquiry learning*. Abingdon, Oxon, New York, NY, 195–209.
- Finger, L., van den Bogaert, V., Fleischer, J., Raimann, J., Sommer, K. & Wirth, J. (2022): Das Schülerlabor als Ort authentischer Wissenschaftsvermittlung? Entwicklung und Validierung eines Fragebogens zur Erfassung der Authentizitätswahrnehmung der Wissenschaftsvermittlung im Schülerlabor, In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 28, H. 1.
- Greving, H., Bruckermann, T., Schumann, A., Straka, T. M., Lewanzik, D., Voigt-Heucke, S. L., Marggraf, L., Lorenz, J., Brandt, M., Voigt, C. C., Harms, U. & Kimmerle, J. (2022): Improving attitudes and knowledge in a citizen science project about urban bat ecology, In: *Ecology and Society*, 27, H. 2.
- Haklay, M. (2018): Participatory citizen science. In: Hecker, S., Haklay, M., Bowser, A., Makuch, Z., Vogel, J., & Bonn, A. (Hrsg.): *Citizen science. Innovation in open science, society and policy*. London, 52–62.
- Herodotou, C., Aristeidou, M., Miller, G., Ballard, H. & Robinson, L. (2020): What Do We Know about Young Volunteers? An Exploratory Study of Participation in Zooniverse, In: *Citizen science: theory and practice*, 5, No. 1, 2.
- Herodotou, C., Aristeidou, M., Sharples, M. & Scanlon, E. (2018): Designing citizen science tools for learning: lessons learnt from the iterative development of nQuire. In: *Research and practice in technology enhanced learning*, 13, No. 1, 4.
- Herodotou, C., Ismail, N., I. Benavides Lahnstein, A., Aristeidou, M., Young, A. N., Johnson, R. F., Higgins, L. M., Ghadir Khanaposthani, M., Robinson, L. D. & Ballard, H. L. (2023): Young people in iNaturalist: a blended learning framework for biodiversity monitoring, In: *International Journal of Science Education, Part B*, 1–28.
- Herzog, L. & Lepenies, R. (2022): Citizen Science in Deliberative Systems: Participation, Epistemic Injustice, and Civic Empowerment. In: *Minerva*, 60, No. 4, 489–508.
- Jong, T. de (2006): Computer simulations. Technological advances in inquiry learning. In: *Science (New York, N.Y.)*, 312, No. 5773, S. 532–533.

- Kind, P. & Osborne, J. (2017): Styles of scientific reasoning. A cultural rationale for science education?, In: *Science Education*, 101, No. 1, 8–31.
- Kruse, K., Knickmeier, K., Honorato-Zimmer, D., Gatta-Rosemary, M., Weinmann, A., Kiessling, T., Schöps, K., Thiel, M. & Parchmann, I. (2020): Dem Plastikmüll auf der Spur – Ein internationales Citizen- Science-Projekt zur Förderung der naturwissenschaftlichen Grundbildung von Schülerinnen und Schülern. In: *CHEMKON*, 27, H. 7, 328–336.
- Miczajka, V. L., Klein, A.-M. & Pufal, G. (2015): Elementary School Children Contribute to Environmental Research as Citizen Scientists. In: *PloS one*, 10, No. 11, e0143229.
- Neuberger, C., Weingart, P., Fähnrich, B., Fecher, B., Schäfer, M. S., Schmid-Petri, H., & Wagner, G. G. (2021): *Der digitale Wandel der Wissenschaftskommunikation*. Berlin.
- Peter, M., Diekötter, T. & Kremer, K. (2019): Participant outcomes of biodiversity citizen science projects. A systematic literature review. In: *Sustainability*, 11, H. 10, Article 2780.
- Phillips, T. B., Ballard, H. L., Lewenstein, B. V. & Bonney, R. (2019): Engagement in science through citizen science. Moving beyond data collection. In: *Science Education*, 103, H. 3, 665–690.
- Phillips, T. B., Porticella, N., Conostas, M. & Bonney, R. E. (2018): A framework for articulating and measuring individual learning outcomes from participation in citizen science. In: *Citizen Science: Theory and Practice*, 3, H. 2, Article 3.
- Quintana, C., Reiser, B. J., Davis, E. A., Krajcik, J., Fretz, E., Duncan, R. G., Kyza, E., Edelson, D. & Soloway, E. (2004): A Scaffolding Design Framework for Software to Support Science Inquiry. In: *Journal of the Learning Sciences*, 13, H. 3, 337–386.
- Reinmann, G. (2015): Heterogenität und forschendes Lernen. Hochschuldidaktische Möglichkeiten und Grenzen. In: Klages, B., Bonillo, M., Reinders, S. & Bohmeyer, A. (Hrsg.): *Gestaltungsraum Hochschullehre*. Opladen, Berlin, Toronto, 121–137.
- Roche, J., Bell, L., Galvão, C., Golumbic, Y. N., Kloetzer, L., Knobens, N., Laakso, M., Lorke, J., Mannion, G., Massetti, L., Mauchline, A., Pata, K., Ruck, A., Taraba, P. & Winter, S. (2020): Citizen Science, Education, and Learning: Challenges and Opportunities. In: *Frontiers in sociology*, 5, 613814.
- Schrögel, P., Hecker, S., Mayer, M., Unterleitner, K., König, T. & Brandt, S. (2021): Partizipative Wissenschaftskommunikation – Ergänzung zur AG Partizipation der #FactoryWisskomm.
- Schwan, S. & Noschka-Roos, A. (2019): Non-formale und informelle Bildungsangebote. In: Köller, O., Hasselhorn, M., Hesse, F. W., & Maaz, K. (Hrsg.): *Das Bildungswesen in Deutschland. Bestand und Potenziale*. 1. Aufl. Bad Heilbrunn, 131–159.
- Schwichow, M., Osterhaus, C. & Edelsbrunner, P. A. (2020): The relation between the control-of-variables strategy and content knowledge in physics in secondary school. In: *Contemporary Educational Psychology*, 63, 101923.
- Shirk, J. L., Ballard, H. L., Wilderman, C. C., Phillips, T. B., Wiggins, A., Jordan, R. C., McCallie, E., Minarchek, M., Lewenstein, B. V., Krasny, M. E. & Bonney, R. E. (2012): Public participation in scientific research. A framework for deliberate design. In: *Ecology and Society*, 17, H. 2.
- Sommer, K., Parchmann, I. & Strippel, C. (2023): Forschen und Lernen. Citizen Science für und mit Schüler*innen. In: *Unterricht Chemie*, 34, H. 194, 2–5.
- Stender, A., Schwichow, M., Zimmermann, C. & Härtig, H. (2018): Making inquiry-based science learning visible. The influence of CVS and cognitive skills on content knowledge learning in guided inquiry. In: *International Journal of Science Education*, 40, H. 15, 1812–1831.
- Stylinski, C. D., Peterman, K., Phillips, T. B., Linhart, J. & Becker-Klein, R. (2020): Assessing science inquiry skills of citizen science volunteers. A snapshot of the field. In: *International Journal of Science Education, Part B-Communication and Public Engagement*, 10, H. 1, 77–92.
- Trumbull, D. J., Bonney, R. E., Bascom, D. & Cabral, A. (2000): Thinking scientifically during participation in a citizen-science project. In: *Science Education*, 84, H. 2, 265–275.
- Trumbull, D. J., Bonney, R. E. & Grudens-Schuck, N. (2005): Developing materials to promote inquiry. Lessons learned. In: *Science Education*, 89, H. 6, 879–900.

- Umwelt im Unterricht (2020): Forschung selbstgemacht. <https://www.umwelt-im-unterricht.de/unterrichtsvorschlaege/forschung-selbstgemacht/>.
- Weingart, P. (2005): Die Stunde der Wahrheit? Zum Verhältnis der Wissenschaft zu Politik, Wirtschaft und Medien in der Wissensgesellschaft. 2001. Aufl. Weilerswist.
- Weißschädel, A. (10.7.2018): Thomas Bosch, Kerstin Kremer. „Ich bin Meta“ – Zielgruppen-Review als Outreach-Methode. <https://www.wissenschaftskommunikation.de/ich-bin-meta-zielgruppen-review-als-outreach-methode-16763/>.
- Wissenschaft im Dialog (2024): Wissenschaftsbarometer 2024. Berlin.

Autor

Bruckermann, Till, Prof. Dr.

<https://orcid.org/0000-0002-8789-8276>

Lehr-Lernforschung in innovativen, außerschulischen Lern- und
Entwicklungsräumen

Leibniz Universität Hannover

till.bruckermann@iew.uni-hannover.de