

III.2.5

Citizen Science

Till Bruckermann

Abstract | Unter Citizen Science wird Wissenschaft von Personen gefasst, die im Hinblick auf das befaschte Thema nicht institutionell gebunden sind, wobei die Praxen von Citizen Science vielfältig sind. Die Rolle von Citizen Science für Hochschulen wird anhand einer wissenschaftlichen, einer individuellen sowie einer sozio-politischen Dimension beschrieben und das Potenzial als Forschungsmethode sowie -modus vor dem Hintergrund aktueller Forschung über Citizen Science diskutiert. Mit den vielfältigen Praxen korrespondierend ist Citizen Science an Hochschulen bisher weniger in einer Gesamtstrategie, sondern vielmehr als Forschungsmethode und Format der Wissenschaftskommunikation realisiert.

Stichworte | Public Engagement, Partizipation, Wissenschaftskommunikation

Einleitung

In Citizen Science beteiligen sich solche Personen an Forschungsprojekten, die in der jeweiligen Disziplin professionell nicht eingebunden sind und diese Forschung häufig in ihrer Freizeit betreiben (Bonn et al. 2022). Hochschulen können diese Personen in die Wissensproduktion einbeziehen, weil im Zuge der Digitalisierung in der Wissenschaft digitale Infrastrukturen diese Beteiligung ermöglichen (Dickel/Franzen 2015). Neben dem auf populären Citizen-Science-Plattformen berichteten Zuwachs an Beteiligten (z. B. www.zooniverse.org; einschränkend dazu Strasser et al. 2023) zeigen Analysen von Publikationsdaten, dass die Beteiligung in Wissenschaft als Citizen Science und Public Engagement zunehmend verbreitet ist (Kullenberg/Kasperowski 2016; Pelacho et al. 2021). Politische Unterstützung erfährt Citizen Science auch als Reaktion auf die in den repräsentativen Umfragen des Wissenschaftsbarometers steigende Zahl der Personen, die sich in wissenschaftlichen Forschungsprojekten beteiligen wollen (2014: 30 %; 2019: 49 %).

Beteiligung in Wissenschaft kann in drei Formen ermöglicht werden: das Erleben von Forschung in der Dissemination (→ III.2.1 Wissenschaftskommunikation), den Dialog mit Bürger:innen in der Forschungsplanung (z. B. Problemfokussierung) und die Mitwirkung von Bürger:innen in der Forschungsdurchführung bei Datenerhebung und -auswertung (Allianz der Wissenschaftsorganisationen 2019). Citizen Science geht begriffsgeschichtlich auf verschiedene Konzepte zur Forschungspartizipation zurück (Strasser et al. 2019, Dickel/Franzen 2015): Citizen Science als Demokratisierung der Wissensproduktion (Irwin 1995), als Freizeitaktivität und Lerngelegenheit (Bonney 1996) oder als Hort der freien Forschung (Finke 2014). Bonney (1996: 7) beschrieb Citizen Science als verbreitete Praxis in der Ornithologie, indem Amateur:innen akademische Forschungsprojekte durch Beobachtungen unterstützen und so über Wissenschaft lernen („two-way street“), weshalb Citizen Science als Format der Wissenschaftskommunikation für Hochschulen relevant sei. Nach Irwin (1995) sollte die

institutionelle Wissenschaft eine Wissenschaft für die Gesellschaft sein, die in Fragen der nachhaltigen Entwicklung Bürger:innen in Entscheidungen über Forschungsziele und -gegenstände einbezieht, weil Umweltfragen immer auch soziale Fragen sind. Nach Finke (2014) ist Citizen Science nicht von der institutionellen Wissenschaft aus zu denken, sondern aus der Gesellschaft heraus: Die erkenntnisinteressengeleitete Forschung aus der Gesellschaft bezeichnet er als „*Citizen Science proper*“, während am andere Ende des Kontinuums die durch wissenschaftliche Institutionen betriebene Beteiligung von Bürger:innen als eine „*Citizen Science light*“ steht (Finke 2014:41).

Die beschriebenen Traditionen setzen sich heute in verschiedenen Definitionen und Taxonomien von Citizen Science fort, welche das breite Spektrum der Praxen von Citizen Science abbilden (Kasperowski/Kullenberg 2019). An Hochschulen ist Citizen Science dementsprechend in unterschiedlichen Organisationsebenen bzw. -einheiten aufgehoben und kann von der zentralen Strategie einer Universität bis hin zur Lehre einzelner Institute reichen (Beispiele in Bonn et al. 2022: 17). Welche Rolle Citizen Science an Hochschulen spielt, wird anhand von drei Dimensionen – einer wissenschaftlichen, einer individuellen und einer sozio-politischen – beschrieben (Gönner et al. 2023).

Partizipation in Forschungsprojekten

Möglich wurde Citizen Science als Konzept an Hochschulen erst aufgrund der Trennung zwischen Amateur- und professioneller Forschung, durch die Wissenschaft in Akademien und später Hochschulen institutionalisiert wurde (Dickel/Franzen 2015). Professionelle Forschung wird definiert über das einschlägige wissenschaftliche Studium und teil- oder vollzeitlich bezahlte Berufsausübung an Hochschulen. Der Begriff der Amateurforschung ist hingegen strittig. Beispielsweise wird Citizen Science häufig mit Verweis auf Charles Darwin historisch kontextualisiert, was höchst diskutabel ist (Strasser/Haklay 2018). Darwin kann kaum als Citizen Scientist bezeichnet werden, wenn darunter Amateurforscher verstanden werden, weil es zu diesem Zeitpunkt keine professionellen Forscher:innen gab (Strasser/Haklay 2018). Mit dem Wachstum wissenschaftlicher Institutionen wurde der Amateurforschung eine geringere Bedeutung als der professionellen Forschung beigemessen, obwohl die Amateurforschung in Bereichen wie der Ornithologie weiter existiert und wesentliche Beiträge liefert (z. B. Audubon Christmas Bird Count). Citizen Science kann als Ansatz gelten, der dieses Wissen der Amateur:innen in professioneller Forschung wieder aufgreift (vgl. Dickel/Franzen 2015).

Wie der Begriff Citizen Science definiert und wie die Akteur:innen in Citizen Science bezeichnet werden können, wird diskutiert, was die unterschiedlichen Konzepte und Ziele reflektiert (Eitzel et al. 2017). Definitionen von Citizen Science heben häufig hervor, dass Personen außerhalb der institutionellen Wissenschaft beteiligt sind (z. B. Laien, Nicht-Professionelle, Amateur:innen etc.) und zur Wissensproduktion beitragen (z. B. durch Fragenstellen, Modellierungen, Beobachtungen; Eitzel et al. 2017). Dabei können Merkmale der Definition in einigen Kontexten zutreffender sein als in anderen: Die Bezeichnung als Amateur:in hebt hervor, dass eine Person zum Forschungsthema nicht-beruflich arbeitet; trotzdem kann sie über Expertise verfügen (Eitzel et al 2017: 14; Finke 2014). Die Bezeichnung als Wissenschaft kann im Kontext des Umweltmonitorings unzutreffend sein, weil hier keine Forschungsfragen beantwortet werden (Eitzel et al. 2017). Im Weißbuch Citizen Science Strategie 2030 wird Citizen Science als die „aktive Beteiligung von Personen an wissenschaftlichen

Prozessen, die nicht in diesem Wissenschaftsbereich institutionell gebunden sind“, beschrieben (Bonn et al. 2022: 11). Um trotz der konzeptuellen Breite von Citizen Science abzugrenzen, was nicht unter diesen Begriff fällt, hat u. a. die European Citizen Science Association zehn Prinzipien von Citizen Science entwickelt (<https://www.ecsa.ngo/documents/>).

Normative, aber auch analytische Beschreibungen sowie Einordnungen im Sinne von Projekttaxonomien wurden für Citizen-Science-Projekte (CS-Projekte) vorgeschlagen (Strasser et al. 2019), die annähernd das breite Spektrum der Praxen von Citizen Science abbilden können (Kasperowski/Kullenberg 2019). Wenn man von CS-Projekten wissenschaftlicher Institutionen ausgeht, wird häufig eine normative Abstufung hin zur erwünschten, stärkeren gesellschaftlichen Beteiligung angenommen und CS-Projekte werden dahingehend unterschieden, in wie vielen Schritten des Erkenntnisprozesses Personen aktiv sind: u. a. zur Datenerhebung beitragen („contributory project“) oder zusätzlich das Studiendesign verbessern, Daten analysieren sowie Erkenntnisse kommunizieren („collaborative project“) und das ko-kreative Projektdesign mitgestalten („co-created projects“, Bonney et al. zit. n. Strasser et al. 2019: 55). Anders lautet eine analytische Beschreibung der epistemischen Praktiken von CS-Projekten, welche unterscheidet zwischen Beobachtungen bspw. im Umweltmonitoring („Sensing“), Datenverarbeitung bspw. in rechenintensiven Forschungsprojekten („Computing“), Datenauswertung bspw. von Galaxien in der Astronomie („Analyzing“), Selbstberichten bspw. in Medizin sowie Gesundheitsforschung („Self-reporting“) und dem Herstellen bspw. in der Biohacking-Szene („Making“, Strasser et al. 2019: 56f.).

Wissenschaftliche Dimension

Citizen Science erstreckt sich über verschiedene Disziplinen. Am höchsten ist die Anzahl der Projekte in den Umwelt- und Naturwissenschaften; zunehmende werden auch sozial- und geisteswissenschaftlichen Projekten unter Beteiligung der Öffentlichkeit an Hochschulen umgesetzt (Citizen Social Science; Göbel et al. 2022). Citizen Science ist insbesondere in der Nachhaltigkeitsforschung auch inter- und transdisziplinär, da Probleme der nachhaltigen Entwicklung nur multiperspektivisch bearbeitet werden können (Sauermann et al. 2020).

Um die Bedeutung der Beteiligung in der wissenschaftlichen Dimension spezifizieren zu können, wird Citizen Science mit steigendem Abstraktionsgrad als Methode oder auch als Modus zu forschen beschrieben (Eitzel et al. 2017). Abhängig vom Abstraktionsgrad unterscheiden sich die zugeschriebenen Potenziale von Citizen Science: Wird Citizen Science als Methode aufgefasst, bereichert sie die professionelle Forschung, wenn die Qualität der durch Citizen Scientists erhobenen Daten sichergestellt werden kann (z. B. Burgess et al. 2017). Wird Citizen Science als Modus zu Forschen verstanden, folgt dies der partizipativen Wende in der Wissenschaft, die Wissenschaft potenziell transformiert (z. B. Strasser et al. 2019). Transformatives Potenzial schöpft Citizen Science, indem die Grenze zwischen Personengruppen, die wissenschaftliches Wissen generieren können (institutionell bzw. nicht-institutionell), herabgesetzt und der Fokus auf Themen, die beforscht werden (in der natürlichen bzw. sozialen Welt), verschoben werden (Strasser et al. 2019).

Ein Beispiel für ein transformatives Verständnis von Citizen Science ist ihre Auffassung als Teil von *Open Science* (→ III.1.7 Open Science). Im Zusammenhang mit Open Science an Hochschulen bezieht

sich Citizen Science auf die Felder *Open Participation*, *Open Data* und *Open Access* (Franzen 2016). Als Open Participation orientiert sich wissenschaftliche Wissensproduktion in Citizen Science am Gemeinwohl und öffnet diese Wissensproduktion sozial sowie sachlich, indem sie Personen außerhalb professioneller Kontexte und außerwissenschaftliche Themen, Problemstellungen sowie Wissensformen einbezieht (Franzen 2016). Open Data meint die öffentliche Zugänglichkeit von Forschungsdaten, sodass diese potenziell auch für Personen außerhalb wissenschaftlicher Institutionen nutzbar werden. Weiter werden durch Open Access wissenschaftliche Methoden und Erkenntnisse für Citizen Science zugänglich (Wagenknecht et al. 2021). Allerdings zeigt sich auch, dass insbesondere der Zugang zu Daten aus CS-Projekten restriktiv ist, wobei die Gründe von unklarer Lizenzsituation über sicherzustellenden Datenschutz bis zu mangelnder institutioneller Unterstützung reichen (Gönner et al. 2023). Vorschläge zur Förderung der Open-Access-Praxis in CS-Projekten betreffen Anerkennungssysteme im Hochschulkontext und spezifische Datenstandards zur besonderen Berücksichtigung der Rahmenbedingungen von CS-Projekten (z. B. unterschiedliche Stakeholder; Wagenknecht et al. 2021).

Am anderen Ende des kontinuierlich abnehmenden Abstraktionsgrads steht die Datenqualität in der Diskussion über wissenschaftliche Impacts von Citizen Science. In CS-Projekten können nicht nur große Datenmengen erhoben werden (Kosmala et al. 2016), sondern auch Daten, die ansonsten von der institutionellen Wissenschaft kaum erfasst worden wären (Herzog/Lepenies 2022; siehe z. B. Entomologische Vereine). Diesem Potenzial steht eine auf die Datenqualität bezogene Skepsis institutioneller Wissenschaft gegenüber, die mit fehlender Neutralität sowie Expertise der Citizen Scientists begründet wird (Kosmala et al. 2016). Verlässlichen Daten aus CS-Projekten stehen jedoch weniger epistemologische als vielmehr institutionelle und kulturelle Hürden im Weg (Bedessem/Ruphy 2020). So ist die Sicherung von Datenqualität etablierte Praxis in CS-Projekten, sowohl im deutschsprachigen Raum (Gönner et al. 2023) als auch international (Bowser et al. 2020). Dazu werden häufig Strategien wie bspw. das Training vor der Datenerhebung, die Standardisierung der Datenerhebung und die Prüfung von Daten durch Expert:innen in CS-Projekten umgesetzt (Bowser et al. 2020; Gönner et al. 2023). Weniger verbreitet sind bisher Datenmanagement-Strategien, um Daten zu dokumentieren und verfügbar zu machen (z. B. entsprechend der FAIR-Prinzipien, d. h. Findable [auffindbar], Accessible [zugänglich], Interoperable [interoperabel] und Reusable [nachnutzbar], und Metadaten-Standards).

Zur Anerkennung an Hochschulen werden verschiedene Metriken diskutiert, die wissenschaftliche Erkenntnisse aus CS-Projekten abbilden sollen, wie die Publikationsrate, die Vollständigkeit der Datenerhebung und die eingesparten Kosten (z. B. Cox et al. 2015). Neben der Verfügbarkeit qualitätsgesicherter Daten können insbesondere Veröffentlichungen mit Peer Review den Beitrag von CS-Projekten zur Wissensproduktion belegen (Burgess et al. 2017). Die Publikationsrate in CS-Projekten wird als niedrig beschrieben, wobei höchstens die Hälfte der Projekte Daten veröffentlicht (Gönner et al. 2023; Kullenberg/Kasperowski 2016). Allerdings wird die im Durchschnitt vergleichsweise hohe Qualität wissenschaftlicher Veröffentlichungen aus CS-Projekten hervorgehoben, die sich disziplinabhängig durch vergleichsweise hohe Zitationsraten (z. B. Ökologie; Bedessem et al. 2021) und Publikationen in Zeitschriften mit einem mittleren Journal Impact Factor auszeichnen (Pelacho et al. 2021).

Individuelle Dimension

Citizen Science stellt nicht nur wissenschaftliches Wissen zur Verfügung, sondern bietet insbesondere Lerngelegenheiten zur individuellen Wissenskonstruktion für die Beteiligten. Individuelles Lernen wird durch Citizen Science in formalen Kontexten wie der Hochschullehre, aber auch in informellen Kontexten der Wissenschaftskommunikation realisiert (Bonn et al. 2022; Bruckermann 2024). In CS-Projekten können Hochschulen durch die Digitalisierung Personen außerhalb wissenschaftlicher Institutionen in Forschungsprozesse einbeziehen (Dickel/Franzen 2015). Allerdings stellt sich vermehrt die Frage im Hinblick auf Diversität, welche Personengruppen in CS-Projekten involviert sind und welche Personen involviert sein sollen, sodass Citizen Science zu epistemischer Gerechtigkeit beiträgt (Herzog/Lepenies 2022).

Durch die Digitalisierung inkludiert Wissenschaft ein neues Publikum, das aufgrund der spezifischen Struktur von Universitäten bisher ausgeschlossen war (Dickel/Franzen 2015). Spezifische Applikationen für Mobilgeräte wie die Floracaching-App und Internetseiten wie die der Zooniverse-Projekte ermöglichen, dass sich Personen außerhalb akademischer Fachgebiete an der Wissensproduktion beteiligen (Preece 2016). Die Möglichkeiten zur Beteiligung werden von Personen unterschiedlich genutzt, wobei sich wenige Teilnehmende durch viele Beiträge auszeichnen (z. B. Strasser et al. 2023) und die Beteiligung an der Datensammlung und -verarbeitung höher ist als an der Datenauswertung und -interpretation (Bruckermann et al. 2022). Individuelles Lernen aus der Beteiligung in CS-Projekten war aber in mehreren Studien unabhängig von der Art der Beteiligung möglich (z. B. Greving et al. 2022).

Akteur:innen in Citizen Science reichen von institutionellen Wissenschaftler:innen beispielsweise an Hochschulen über die organisierte Zivilgesellschaft bis zur (interessierten Teil-)Öffentlichkeit (Schrögel/Kolleck 2019). Über die in CS-Projekten involvierten institutionellen Wissenschaftler:innen ist wenig bekannt, doch im deutschsprachigen Raum scheinen Wissenschaftlerinnen interessanter an Citizen Science als Wissenschaftler (Gönnner et al. 2023). Die Gruppe der Citizen Scientists umfasst überwiegend ältere Personen mit hohem Bildungsgrad (d. h. tertiäre Abschlüsse), wobei die Geschlechterzusammensetzung projektabhängig variiert (Waugh et al. 2023). Die Beteiligungsdisparität steht im Kontrast zur berichteten intendierten Beteiligung des Wissenschaftsbarometers 2014 und 2019, sodass von bisher unerreichten Zielgruppen ausgegangen werden kann (Waugh et al. 2023). Für die meisten Projekte werden aber weder demographische Angaben noch andere Personenmerkmale berichtet und die Diversität des Personenkreises in CS-Projekten ist bisher wenig exploriert (Waugh et al. 2023), obwohl bekannt ist, dass beispielsweise das individuelle Wissenschaftsverständnis die Beteiligung sowohl einschränken als auch fördern kann (Bruckermann et al. 2023).

Im Alltag bietet Online Citizen Science (Online CS) mit technologischer Unterstützung durch Tutorials und Mentoring für Teilnehmende Gelegenheiten zum informellen Lernen (Preece 2016). Aufgrund dessen wird Citizen Science an Hochschulen auch als Format zur Wissenschaftskommunikation betrachtet, das fachbezogenes Wissen, prozessbezogenes Wissenschaftsverständnis und motivationale Merkmale wie Interesse positiv beeinflussen kann (Jennett et al. 2016). Für die Online-Beteiligung zeigte sich, dass technologische Unterstützung den Erwerb von fachbezogenem, aber auch allgemeinem Wissen über Wissenschaft fördert (Aristeidou/Herodotou 2020). Auch außerhalb von Online CS zeigen Übersichtsarbeiten Effekte aus Projekten überwiegend für fachbezogenes Wissen zu verschie-

denen Themen und weniger für ein prozessbezogenes Wissenschaftsverständnis sowie motivationale Merkmale wie Interessen (z. B. Biodiversität und Klimawandel). Allerdings sollten Studien zum Lernen in CS-Projekten theoretisch fundierter und methodisch angemessener gestaltet werden (Finger et al. 2023).

An Hochschulen im deutschsprachigen Raum ist Citizen Science als formaler Lernkontext sowohl in der Lehre als auch bspw. in Schulkooperationen verbreitet (Bonn et al. 2022; Lorke et al. 2024). In den Vereinigten Staaten wird Citizen Science in Lehrveranstaltungen, wie Übungen und Vorlesungen zu Ökologie und Umwelt, besonders von forschungstarken Universitäten thematisiert (Vance-Chalcraft et al. 2022). Die Ziele in der Lehre sind überwiegend, Studierende für Forschung zu begeistern sowie an Forschungsprozessen praktisch zu beteiligen, und weniger, Studierenden ein methodisches Repertoire zu vermitteln (Vance-Chalcraft et al. 2022). Schulkooperationen von Hochschulen in CS-Projekten erfordern, schulrelevanten Kompetenzerwerb und das Erreichen wissenschaftlicher Ziele angemessen auszubalancieren, indem Rahmenbedingungen und wechselseitige Rollenverständnisse zwischen institutionellen Wissenschaftler:innen und Lehrkräften geklärt werden (Lorke et al. 2024). Insbesondere die Beteiligung an CS-Projekten in formalen Lernkontexten wie der Schule soll Beteiligungsungleichheiten entgegenwirken (Vance-Chalcraft et al. 2022).

Sozio-politische Dimension

Häufig wird für Hochschulen das Potenzial von Citizen Science beschrieben, die gesellschaftliche Relevanz und Akzeptanz ihrer Forschung sowie auf Forschungsergebnissen basierte politische Entscheidungen zu fördern, indem Citizen Science Stakeholder in den Forschungsprozess einbezogen werden (Bonn et al. 2022). Das Potenzial von Citizen Science für forschungsbasierte politische Entscheidungen wird als Science-for-Policy-Engagement bezeichnet (Schade et al. 2021). Daneben ist Citizen Science selbst Bestandteil politischer Handlungsrahmen (Policy for Science; Schade et al. 2021), bspw. in der europäischen Open-Science-Strategie sowie der deutschen Hightech-Strategie 2025 und diversen Grundsatzpapieren des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt (vorher: Bundesministerium für Bildung und Forschung) zur Förderung von Partizipation und Wissenschaftskommunikation.

Förderinstrumente beziehen sich sowohl auf wissenschaftliche (und hier vor allem Umweltmonitoring und Innovation) als auch gesellschaftliche Beiträge von Citizen Science, wobei anfänglich Projekte eher als Maßnahmen der Wissenschaftskommunikation und des Lernens über Wissenschaft gefördert wurden, wie die Projekte des Cornell Ornithology Lab (Strasser et al. 2019). So unterstützt auch die Deutsche Forschungsgemeinschaft Citizen Science als Kommunikationsmaßnahme in Projekten und weniger als Grundlagenforschung (Bonn et al. 2022). In EU-Fördermaßnahmen (Framework Programme 7 und Horizon 2020) hingegen zeigt sich ein Wandel hin zur Partizipation der Gesellschaft in der Wissensproduktion, um öffentliche Beteiligung, Wissenschaftsverständnis und Innovationen in einer Wissensökonomie zu fördern (Strasser/Haklay 2018; siehe auch → III.2.4 Soziale Innovationen für Transformationen des Wissens). Auf nationaler Ebene wird in Deutschland durch eher kurzfristige Projektförderung Citizen Science vor allem an Universitäten und in Österreich die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Schule im Sparkling-Science-Programm durch das Bundesministerium

für Bildung, Wissenschaft und Forschung unterstützt. Längerfristige Strukturförderung zum Kapazitätsaufbau wie bspw. bei der zentralen deutschen Plattform „Bürger schaffen Wissen“ ist seltener als Projektförderung (Bonn et al. 2022). Weiterhin werden überwiegend CS-Projekte wissenschaftlicher Institutionen gefördert, da Fördermaßnahmen strukturierte Top-Down-Ansätze mit erwartbaren Ergebnissen bevorzugen (Hecker et al. 2018).

Im Hinblick auf das in Strategiepapieren beschriebene Potenzial zeigt sich außerdem eine Diskrepanz bezüglich der Integration von Citizen Science in gesellschaftliche und politische Entscheidungsprozesse (Gönner et al. 2023). Erkenntnisse aus CS-Projekten werden bisher überwiegend für nationales und internationales Biodiversitätsmonitoring sowie die Bewertung von Biodiversitätsstrategien sowie Nachhaltigkeitszielen genutzt (z. B. EU Common Bird Index), aber darüber hinaus bisher kaum in politischen Entscheidungsprozessen berücksichtigt, wenn man von Best-Practice-Beispielen absieht (Bonn et al. 2022; Hecker et al. 2018).

Fazit und Ausblick

Das Konzept Citizen Science umfasst vielfältige Praxen der Forschung und zeigt sich an Hochschulen überwiegend in Teilbereichen der Wissenschaftskommunikation, dem Transfer in Gesellschaft (→ III.2.2 Wissens- und Technologietransfer) sowie der Forschung einzelner Disziplinen, seltener als Gesamtstrategie an Hochschulen. Das korrespondiert mit unterschiedlichen Repräsentationen von Citizen Science als Ansatz bzw. Methode zu forschen oder als Modus einer transformativen Wissenschaft in der Literatur. Offen bleiben Fragen, wie Citizen Science zukünftig als Forschungsmethode oder Format der Wissenschaftskommunikation an Hochschulen institutionalisiert wird und wie sich professionelle Wissenschaft durch epistemische Diversität sowie den Einbezug weiterer Wissensformen verändern wird.

Literaturempfehlungen

Gönner, Julia von/Herrmann, Thora M./Bruckermann, Till/Eichinger, Michael/Hecker, Susanne/Klan, Friederike/Lorke, Julia/Richter, Anett et al. (2023): Citizen science's transformative impact on science, citizen empowerment and socio-political processes. In: *Socio-Ecological Practice Research* 5(1), 11–33. DOI: 10.1007/s42532-022-00136-4. *Der Artikel ergänzt internationale Forschung zu Citizen Science in den drei hier ausgeführten Dimensionen um Ergebnisse einer Fragebogenstudien mit CS-Akteur:innen im deutschsprachigen Raum.*

Strasser, Bruno J./Haklay, Mordechai (2018): Citizen Science. Expertise, Demokratie und öffentliche Partizipation. Empfehlungen des Schweizerischen Wissenschaftsrates SWR. *Die Expertise umfasst Empfehlungen des Schweizer Wissenschaftsrats zum Ausbau von Citizen Science, welche auf einer Prüfung des Forschungsstands zur Schnittstelle zwischen professioneller Forschung und Citizen Science aufbaut.*

Vohland, Katrin/Land-Zandstra, Anne/Ceccaroni, Luigi/Lemmens, Rob/Perelló, Josep/Ponti, Maria/Samson, Roeland/Wagenknecht, Katherin (Hg.) (2021): The Science of Citizen Science. Cham: Springer International Publishing. *Das Buch versammelt Beiträge zur wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Rolle von Citizen Science sowie zu seiner Umsetzung aus einer europäischen Perspektive.*

Literaturverzeichnis

- Allianz der Wissenschaftsorganisationen (2022): Stellungnahme: Allianz der Wissenschaftsorganisationen zur Partizipation in der Forschung.
- Aristeidou, Maria/Herodotou, Christothea (2020): Online citizen science. A systematic review of effects on learning and scientific literacy. In: *Citizen Science: Theory and Practice* 5(1), 69. DOI: 10.5334/cstp.224.
- Bedessem, Baptiste/Julliard, Romain/Montuschi, Eleonora (2021): Measuring epistemic success of a biodiversity citizen science program: A citation study. In: *PLoS one* 16(10), e0258350. DOI: 10.1371/journal.pone.0258350.
- Bedessem, Baptiste/Ruphy, Stéphanie (2020): Citizen Science and Scientific Objectivity: Mapping Out Epistemic Risks and Benefits. In: *Perspectives on Science* 28(5), 630–654. DOI: 10.1162/posc_a_00353.
- Bonn, Aletta/Brink, Wiebke/Hecker, Susanne/Herrmann, Thora Martina/Liedtke, Christin/Premke-Kraus, Matthias/Voigt-Heucke, Silke/Gönnner, Julia von et al. (2022): Weißbuch Citizen Science Strategie 2030 für Deutschland.
- Bowser, Anne/Cooper, Caren/Sherbini, Alex de/Wiggins, Andrea/Brenton, Peter/Chuang, Tyng-Ruey/Faustman, Elaine/Haklay, Mordechai et al. (2020): Still in Need of Norms: The State of the Data in Citizen Science. In: *Citizen Science: Theory and Practice* 5(1). DOI: 10.5334/cstp.303.
- Bruckermann, Till (2024): Forschungspartizipation und Bürgerwissenschaften: Lernen durch kollaborative Wissenskonstruktion. In: Reinmann, Gabriele/Rhein, Rüdiger (Hg.), *Wissenschaftsdidaktik: Kontexte und Nachbarschaften*, Bd. 4. Bielefeld: transcript, 279–300.
- Bruckermann, Till/Greving, Hannah/Schumann, Anke/Stillfried, Milena/Börner, Konstantin/Kimming, Sophia E./Hagen, Robert/Brandt, Miriam et al. (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(9), 1915–1941. DOI: 10.1002/tea.21835.
- Bruckermann, Till/Greving, Hannah/Stillfried, Milena/Schumann, Anke/Brandt, Miriam/Harms, Ute (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(10), e0275785. DOI: 10.1371/journal.pone.0275785.
- Bonney, Richard E. (1996): Citizen Science. A Lab Tradition. In: *Living Bird* 15(4), 7–15.
- Burgess, H. K./DeBey, L. B./Froehlich, H. E./Schmidt, N./Theobald, E. J./Ettinger, A. K./Hille Ris Lambers, J./Tewksbury, J. et al. (2017): The science of citizen science. Exploring barriers to use as a primary research tool. In: *Biological Conservation* 208, 113–120. DOI: 10.1016/j.biocon.2016.05.014.
- Cox, Joe/Oh, Eun Young/Simmons, Brooke/Lintott, Chris/Masters, Karen/Greenhill, Anita/Graham, Gary/Holmes, Kate (2015): Defining and Measuring Success in Online Citizen Science. A Case Study of Zooniverse Projects. In: *Computing in Science & Engineering* 17(4), 28–41. DOI: 10.1109/MCSE.2015.65.
- Dickel, Sascha/Franzen, Martina (2015): Digitale Inklusion. Zur sozialen Öffnung des Wissenschaftssystems. In: *Zeitschrift für Soziologie* 44(5), 330–347. DOI: 10.1515/zfsoz-2015-0503.
- Eitzel, M. V./Cappadonna, Jessica L./Santos-Lang, Chris/Duerr, Ruth Ellen/Virapongse, Arika/West, Sarah Elizabeth/Kyba, Christopher Conrad Maximillian/Bowser, Anne et al. (2017): Citizen Science Terminology Matters. Exploring Key Terms. In: *Citizen Science: Theory and Practice* 2(1), 1. DOI: 10.5334/cstp.96.
- Finger, Lena/van den Bogaert, Vanessa/Schmidt, Laura/Fleischer, Jens/Stadtler, Marc/Sommer, Kathrin/Wirth, Joachim (2023): The science of citizen science: a systematic literature review on educational and scientific outcomes. In: *Frontiers in Education* 8. DOI: 10.3389/feduc.2023.1226529.
- Finke, Peter (2014): Citizen Science. Das unterschätzte Wissen der Laien. München: Oekom.

- Franzen, Martina (2016): Open Science als wissenschaftspolitische Problemlösungsformel? In: Simon, Dagmar/Knie, Andreas/Hornbostel, Stefan et al. (Hg.), *Handbuch Wissenschaftspolitik*. Wiesbaden: Springer VS, 279–296.
- Göbel, Claudia/Mauermeister, Sylvi/Henze, Justus (2022): Citizen Social Science in Germany—cooperation beyond invited and uninvited participation. In: *Humanities and Social Sciences Communications* 9(1). DOI: 10.1057/s41599-022-01198-1.
- Greving, Hannah/Bruckermann, Till/Schumann, Anke/Straka, Tanja M./Lewanzik, Daniel/Voigt-Heucke, Silke L./Marggraf, Lara/Lorenz, Julia et al. (2022): Improving attitudes and knowledge in a citizen science project about urban bat ecology. In: *Ecology and Society* 27(2). DOI: 10.5751/ES-13272-270224.
- Hecker, Susanne/Bonney, Rick/Haklay, Muki/Hölker, Franz/Hofer, Heribert/Goebel, Claudia/Gold, Margaret/Makuch, Zen et al. (2018): Innovation in Citizen Science – Perspectives on Science-Policy Advances. In: *Citizen Science: Theory and Practice* 3(1), 4. DOI: 10.5334/cstp.114.
- Herzog, Lisa/Lepenies, Robert (2022): Citizen Science in Deliberative Systems: Participation, Epistemic Injustice, and Civic Empowerment. In: *Minerva* 60(4), 489–508. DOI: 10.1007/s1024-022-09467-8.
- Irwin, Alan (1995): Citizen science. A study of people, expertise, and sustainable development. London/New York: Taylor & Francis.
- Jennett, Charlene/Kloetzer, Laure/Schneider, Daniel/Iacovides, Ioanna/Cox, Anna/Gold, Margaret/Fuchs, Brian/Eveleigh, Alexandra et al. (2016): Motivations, learning and creativity in online citizen science. In: *Journal of Science Communication* 15(03), A05. DOI: 10.22323/2.15030205.
- Kasperowski, Dick/Kullenberg, Christopher (2019): The many Modes of Citizen Science. In: *Science and Technology Studies*, 2–7. DOI: 10.23987/sts.74404.
- Kosmala, Margaret/Wiggins, Andrea/Swanson, Alexandra/Simmons, Brooke (2016): Assessing data quality in citizen science. In: *Frontiers in Ecology and the Environment* 14(10), 551–560. DOI: 10.1002/fee.1436.
- Kullenberg, Christopher/Kasperowski, Dick (2016): What is citizen science? A scientometric meta-analysis. In: *PLoS One* 11(1), Article e0147152. DOI: 10.1371/journal.pone.0147152.
- Lorke, Julia/Bruckermann, Till/Helbing, Isabell/Tchekov, Eva/Scheuch, Martin (2024): Citizen Science. In: Graulich, Nicole/Arnold, Julia/Sorge, Stefan et al. (Hg.), *Lehrkräftebildung von morgen*. Münster: Waxmann, 269–279.
- Pelacho, M./Ruiz, G./Sanz, F./Tarancón, A./Clemente-Gallardo, J. (2021): Analysis of the evolution and collaboration networks of citizen science scientific publications. In: *Scientometrics* 126(1), 225–257. DOI: 10.1007/s11192-020-03724-x.
- Preece, Jennifer (2016): Citizen Science. New Research Challenges for Human-Computer Interaction. In: *International Journal of Human-Computer Interaction* 32(8), 585–612. DOI: 10.1080/10447318.2016.1194153.
- Sauermann, Henry/Vohland, Katrin/Antoniou, Vyron/Balazs, Balint/Goebel, Claudia/Karatzas, Kostas/Mooney, Peter/Perello, Josep et al. (2020): Citizen science and sustainability transitions. In: *Research Policy* 49(5), 103978. DOI: 10.1016/j.respol.2020.103978.
- Schade, Sven/Pelacho, Maite/van Noordwijk, Toos/Vohland, Katrin/Hecker, Susanne/Manzoni, Marina (2021): Citizen Science and Policy. In: Vohland, Katrin/Land-Zandstra, Anne/Ceccaroni, Luigi et al. (Hg.), *The Science of Citizen Science*. Cham: Springer International Publishing, 351–371.
- Schrögel, Philipp/Kolleck, Alma (2019): The Many Faces of Participation in Science. In: *Science and Technology Studies* 32(2), 77–99. DOI: 10.23987/sts.59519.
- Strasser, Bruno J./Baudry, Jerome/Mahr, Dana/Sánchez, Gabriela/Tancoigne, Elise (2019): „Citizen Science“? Rethinking Science and Public Participation. In: *Science and Technology Studies* 32(2), 52–76. DOI: 10.23987/sts.60425.

- Strasser, Bruno J./Tancoigne, Elise/Baudry, Jérôme/Piguet, Steven/Spiers, Helen/Luis-Fernandez Marquez, José/Kasparian, Jérôme/Grey, François/Anderson, David/Lintott, Chris (2023): Quantifying online citizen science: Dynamics and demographics of public participation in science. In: PloS one 18(11), e0293289. DOI: 10.1371/journal.pone.0293289.
- Vance-Chalcraft, Heather D./Hurlbert, Allen H./Styrsky, Jennifer Nesbitt/Gates, Terry A./Bowser, Gillian/Hitchcock, Colleen B./Reyes, Michelle Anne/Cooper, Caren B. (2022): Citizen Science in Postsecondary Education: Current Practices and Knowledge Gaps. In: BioScience 72(3), 276–288. DOI: 10.1093/biosci/biab125.
- Wagenknecht, Katherin/Woods, Tim/Sanz, Francisco García/Gold, Margaret/Bowser, Anne/Rüfenacht, Simone/Ceccaroni, Luigi/Piera, Jaume (2021): EU-Citizen.Science: A Platform for Mainstreaming Citizen Science and Open Science in Europe. In: Data Intelligence 3(1), 136–149. DOI: 10.1162/dint_a_00085.
- Waugh, Jazzmine K./Lindsey, Jacqueline K./Stewart, Max Z./Winter, Jordan C./Parrish, Julia K. (2023): Demographics of Public Participation in Science: A Meta-Analytic Approach. In: Citizen Science: Theory and Practice 8(1). DOI: 10.5334/cstp.610.