

David Burger

Fachwissenschaft

Citizen Science, Partizipation und geographische Schulbildung

burger@geo.uni-frankfurt.de, Institut für Humangeographie, Goethe-Universität Frankfurt am Main

eingereicht am: 01.02.2016, akzeptiert am: 17.03.2016

Der Beitrag liefert einen theoretisch deskriptiven Rahmen für Citizen Science und Partizipation und nimmt anhand eines theoriegeleiteten Analyserasters eine Bestandsaufnahme vor. Außerdem werden Implikationen für die Schulbildung aufgezeigt. Es lassen sich bei 65 untersuchten Projekten Bezüge zur Geographie herstellen. Ein hoher Grad an Partizipation ermöglicht es Schülerinnen und Schülern, aus einer passiven rezipierenden Haltung gegenüber Wissenschaft herauszutreten und sich hinsichtlich einer aktiven Rolle zu emanzipieren.

Keywords: Citizen Science, Crowdsourcing, geographische Bildung, Partizipation, Service Learning

Citizen science, participation and geography teaching

The aim of the present article is to provide a theoretical framework for citizen science and participation, as well as identifying the current state by using a theory guided system of analysis. The resulting implications for education will also be presented. Nearly all of the 65 investigated projects are related to geography. A high level of participation enables students to emancipate themselves from a passive and receptive attitude to science towards a more active mindset.

Keywords: citizen science, crowdsourcing, geography teaching, participation, service learning

1 Einleitung

„*Geography on the World Stage*“ postuliert Kerski (2015, 15) und weist der Disziplin Geographie aufgrund von fünf aktuellen globalen Trends die vielleicht höchste Gesellschafts- und Bildungsrelevanz ihrer jahrhundertelangen Geschichte zu. Innerhalb dieser, kommt dem *Citizen Science* Ansatz eine besondere Stellung zu. *Citizen Science* beschreibt die Partizipation von Bürgerinnen und Bürgern an einem wissenschaftlichen Forschungsprozess. Der *Citizen Science*-Ansatz wurde bisher im Kontext der geographischen Bildung noch nicht ausführlich diskutiert. Im geographischen Bildungsbereich klassifizierten Bednarz & Bednarz (2015) ihn als einen neuen wesentlichen Aspekt der „*citizenship education*“. Weitere von Kerski (2015, 15) definierten Trends sind a) *geo-awareness*, unter dem die Herausforderungen des globalen Wandels zusammengefasst werden, b) *geo-enablement*, was die zunehmende Georeferenzierung von digitaler Information beschreibt, c) Geotechnologies, die Web 2.0 Technologie, die eine Georeferen-

zierung ermöglicht sowie d) *Storytelling*, das sich auf die Möglichkeiten des kartographischen „Geschichten erzählen“, bezieht und durch Anwendungen wie *Story Maps* für alle Interessierten möglich ist. Ermöglicht werden diese globalen Trends durch die potentiell nahezu ubiquitäre Verfügbarkeit mobiler Endgeräte, Cloud-Dienste und webbasierter Geoinformationssysteme, die den gesellschaftlichen Akteuren auf unterschiedlichen Ebenen die Möglichkeit eröffnen, raumbezogene Objekte digital zu lokalisieren, zu beobachten und zu kartieren. Anwendungen, die in der Vergangenheit nur wenigen Experten zur Verfügung standen, befinden sich heute in den Händen von vielen Laien. Dies zieht Veränderungen in der Erhebung, Distribution und Verwaltung von geographischem Wissen nach sich. Für *Citizen Science* Projekte ergibt sich die Frage nach konkreten Partizipationsmöglichkeiten für Schüler/innen. Hiermit wäre der Ausgangspunkt meines Beitrages markiert. Im Folgenden wird der *Citizen Science* konzeptionell umrissen und die Grundlagen sowie der theoretisch deskriptive Rahmen von Citizen Science, vor allem im Hinblick auf

dessen Relevanz für die geographische Bildung, erläutert. Bestehende Partizipationsprojekte innerhalb der Plattform „Bürger schafft Wissen“ werden mit einem theoriegeleiteten Analyseraster auf deren Partizipationsmöglichkeiten für Schüler/innen innerhalb von Bildungseinrichtungen untersucht.

2 Grundlagen von *Citizen Science*

2.1 Ansätze einer Definition

Innerhalb des wissenschaftlichen Diskurses hat sich bisher keine einheitliche Definition von *Citizen Science* durchsetzen können. Haklay (2013, 107) definiert *Citizen Science* als „scientific activities in which non-professional scientists volunteer to participate in data collection, analysis and dissemination of a scientific project“. Wesentliche Elemente sind demnach das Sammeln bis hin zur Analyse von Informationen und Daten. In diesem Zusammenhang ist *Citizen Science* ein Prozess, in den Bürger/innen in wissenschaftlichen Studien als Forschende involviert sind und auch eine komplett von Institutionen unabhängige Forschung, eine Bürgerwissenschaft, begründen können. UNEP (2014, 37) erweitert diese Gedankenstränge um den positiv konnotierten Aspekt einer Partizipation von Bürgerinnen und Bürgern an *Citizen Science*-Projekten und der Mündigkeit von Bürgerinnen und Bürgern innerhalb der Bildungsprozesse: „Taking part in citizen science activities also raises awareness, increases local interest, and contributes to more informed policy decisions“. *Citizen Science* ist demgemäß im Idealfall eine Wissenschaft, die sich an den Bedürfnissen und Sorgen der Bürger/innen orientiert, sowie von diesen, im Sinne eines bottom-up Ansatzes, entwickelt werden kann (Irwin 1995, xi). Die notwendige Einbeziehung von Bürgerinnen und Bürgern ist insbesondere für Finke (2014), der das erste deutschsprachige Buch zu *Citizen Science* veröffentlichte, wesentlich und appelliert an die Fachwissenschaften: „Bezieht die Laien in eure Forschung ein. Sie machen gern mit, erschließen euch neue Datenfelder und alles ist auch noch kostengünstig!“ (ebd., 16). *Citizen Science* beinhaltet im Rahmen dieser Begriffsbestimmung zusammenfassend wissenschaftliche Aktivitäten von ehrenamtlich agierenden Bürgerinnen und Bürgern, die in einem wissenschaftlichen Forschungsprozess aktiv zur Vermehrung von wissenschaftlicher Erkenntnis beitragen. Außerdem gelten sie als Multiplikator, um besser informierte Entscheidungsgrundlagen zu ermöglichen, realweltliche Problemstellungen zu untersuchen, persönliche Interessen zu entfalten. Schüler/innen spielen in der definitorischen Einordnung keine explizite Rolle, sondern werden unter dem Konstrukt Bürger/

innen subsumiert. Allerdings intendiert die definitorische Einordnung des *Citizen Science* Ansatzes viele Ansatzpunkte für den Einsatz in Bildungseinrichtungen als Brücke zwischen Gesellschaft, Wissenschaft und Politik.

2.2 *Citizen Science* in der Schulbildung als Brücke zwischen Wissenschaft, Gesellschaft und Politik

Der *Citizen Science* Ansatz hat aufgrund seiner Brückenfunktion zwischen Gesellschaft, Politik und Wissenschaft innerhalb der schulischen Bildung großes Potenzial (Bonn et al. 2016). Indem *Citizen Science* eine besondere Bedeutung zugewiesen wird, Probleme von gesellschaftlicher Relevanz (Stichwort: Globaler Wandel) lösen zu können (Finke 2014). Die frühe Förderung bereits in der Schule ist notwendig, um eine Brücke zwischen Jugendlichen und Wissenschaftlicher Erkenntnis zu bauen und die Nachvollziehbarkeit der hieraus abgeleiteten Entscheidungen zu fördern (Bonn et al. 2016). Vor diesem Hintergrund werden *Citizen Science* Projekte in erster Linie entwickelt, um junge Menschen zu ermutigen, der Wissenschaft eine breitere Perspektive bei strukturellen und realweltlichen Fragestellungen zu liefern und den wissenschaftlichen Prozess zu entmystifizieren (Devictor et al. 2010). Diese Aspekte verdeutlichen, dass der *Citizen Science* Ansatz das Potential hat, ein wichtiger Baustein in der geographischen Bildung zu sein und zur Stärkung der demokratischer Teilhabe und der Forschung beiträgt.

2.3 Stärkung der Demokratie und Forschung

Die Beteiligung von Schülerinnen und Schülern für eine gestärkte lebendige Demokratie – spielt heutzutage eine besondere Rolle. Von Seiten der Politik ist die Involvierung der Gesellschaft mittlerweile von entscheidender Bedeutung, um Akzeptanz und Nachhaltigkeit von politischen Entscheidungsprozessen und Planungsprozessen – sowohl auf lokalpolitischer Ebene (Stuttgart 21, lokale Agenda 21 und Flüchtlinge) wie auch auf globaler Ebene (Globalisierung, Klimawandel und Migration) – zu gewährleisten. Die zunehmende Politikverdrossenheit von jungen Menschen ist ein alarmierendes Zeichen einer Gefährdung der Demokratie (Fromme & Schäffer 2007). So kann *Citizen Science* z. B. das Anliegen der deutschen Bundesregierung nach Partizipation der Öffentlichkeit und Wissenschaftskommunikation erfüllen: „Wir wollen neue Formen der Bürgerbeteiligung und der Wissenschaftskommunikation entwickeln und in einem Gesamtkonzept zusammenführen. Wir wollen die Partizipation Jugendlicher stärken“ (Koalitions-

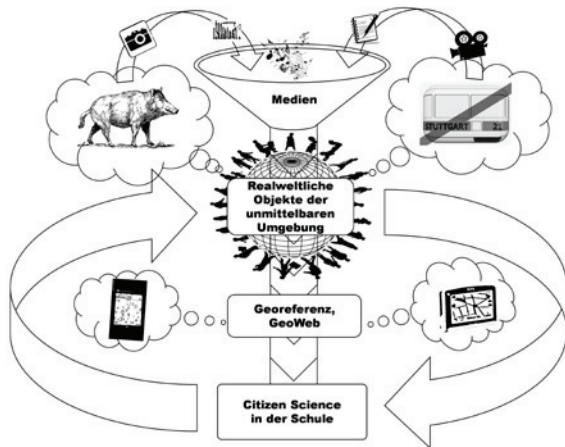


Abb. 1: Citizen Science im Kontext von digitalen Geomedien in der Schule (eigener Entwurf).

vertrag der CDU, CSU & SPD 2013, 151). Diese Entwicklung spiegelt sich auch in der österreichischen Politik wider, die eine „Partizipation von Jugendlichen und jungen Erwachsenen“ (Arbeitsprogramm der österreichischen Bundesregierung 2013, 26) einfordert. *Citizen Science* kann diese Proklamationen unterstützen, indem der Ansatz innerhalb bestehende Bildungskonzepte implementiert wird und somit ein modernes Wissenschaftsverständnis und gesellschaftliche Teilhabe durch partizipative Methoden fördert (Bonn et al. 2016). Mögliche Wirkungsbereiche des *Citizen Science* Ansatzes innerhalb der wissenschaftlichen Forschung sind z. B. der Transfer von Erkenntnissen, die Akzeptanz von Forschungsergebnissen sowie die Mitwirkung der Gesellschaft an Forschungsprozessen. Der Wissenschaftsrat (2015) beschrieb diese Bereiche als maßgeblich für zukunftsweisende wissenschaftliche Forschung. Dies bedeutet im Umkehrschluss auch, dass die politischen Verlautbarungen vorerst nur Fahnenwörter sind und wir gespannt sein können, wie sich diese in den nächsten Jahren hinsichtlich einer Wissensgesellschaft entwickeln.

2.4 Bildung einer Wissensgesellschaft

Viele *Citizen Science* Projekte generieren bei ihren Beteiligten wissenschaftliches Denken und ein vertieftes Verständnis für Wissenschaft sowie den jeweiligen Forschungsgegenstand (Bonn et al. 2016). Eine Bereitstellung von großen Datenmengen (Big Data) durch die Einbindung von Schülerinnen und Schülern (bspw. in Umwelt- und historischen Bereichen), die sonst nicht möglich wären, bringen gesellschaftliche Impulse und neue Wissenspools in Forschungsprojekte ein, soweit die erhobenen Daten positiv auf ihre Güte geprüft werden. Finke (2014) fügt in diesen Zusammenhang an, dass *Citizen Science* eine Wissenschaftspolitik beinhaltet, die die Bildung ei-

ner Wissensgesellschaft fördert, indem die Förderung nicht auf Forschungsspitzen und Eliten abzielt. Die Wissenschaft kann an Akzeptanz gewinnen, dass unter diesen Umständen innovative Lehrpersonen und Förderinstrumentarien in die Bildungsprozesse integriert werden und somit an die Schüler/innen herangetragen wird.

2.5 Einsatz neuer Technologien in der Schule

Insbesondere der Einsatz von neuen Technologien wirkt motivierend auf Jugendliche. *Volunteered geographic information* (VGI), *Crowdsourcing* und das *GeoWeb* sind die Grundlagen für die meisten *Citizen Science* Anwendungen. Diese neuen Formen der Wissensproduktion sind besonders für Jugendliche attraktiv und könnten gute Anknüpfungspunkte für die geografische Bildung darstellen. VGI ist die Erhebung, Verwaltung, Analyse und Präsentation von Geodaten z. B. durch Schülerinnen und Schüler, die diese Geoinformationen der Allgemeinheit zur Verfügung stellen (Sui et al. 2013). In vielen Projekten ist die Trennschärfe zwischen VGI und *Citizen Science* gering (z. B. Artenfinder, Naturgucker, etc.). Goodchild (2007) spricht in diesem Zusammenhang von „*Citizens as sensors*“, d. h. dass Freiwillige als Fachleute für lokale Sachverhalte eingesetzt werden. Diese erheben Informationen auf einer großen Maßstabsebene und stellen diese der Allgemeinheit zur Verfügung. Expertenwendungen, die in der Vergangenheit nur wenigen zur Verfügung standen, befinden sich in den Händen der breiten Öffentlichkeit, welche im Rahmen des *Internets der Dinge* das größte Sensoren-Netzwerk repräsentiert. Pädagoginnen und Pädagogen, Wissenschaftler/innen und Praktiker/innen haben die Gelegenheit diese Trends zu adaptieren und mittels analoger Medien im Rahmen von *Citizen Science* Projekten zu kombinieren (Abb. 1).

Allerdings ersetzt Technologieaffinität auch kein Kontextwissen (z. B. Artenkenntnis) und birgt die Gefahr einer möglichen Reduktion auf eine pure Sensoren-Tätigkeit der Schüler/innen durch die Vernachlässigung der zivilgesellschaftlichen Komponente und der Wissenschaftlichkeit der erhobenen Daten. Der Zuwachs an Technologien, wie mobile Endgeräte und Applikationen, eröffnet die Möglichkeit zeitnahe Erfassung von Inhalten sowie die Ansprache neuer Zielgruppen. Alltagstechnologie wird zielgerichtet verwendet, um realweltliche Objekte in der unmittelbaren Umgebung zu dokumentieren und innerhalb des *GeoWeb* zu präsentieren. Vor allem die kollaborativen Elemente und die Diskussion der Inhalte sind Werkzeuge, die ursprünglich aus dem Web 2.0 adaptiert wurden und *Citizen Science* in der Schule begünstigen.

2.6 Förderung von Wissenschaft und Schule

Das Förderprogramm der Österreichischen Bundesregierung „*Sparkling Science*“ setzt bereits an der Schnittstelle zwischen Schulen und Wissenschaft an, indem durch reale Forschungsprojekte für die gleichberechtigte Zusammenarbeit von Schülerinnen und Schülern mit Forschenden an Hochschulen kooperiert wird (Ringel et al. 2015). Von 2007 bis 2015 wendet sich das Förderprogramm mit 74 347 beteiligten Schülerinnen und Schülern, 1 550 an Hochschulen forschendem Personal und 1 538 Lehrpersonen an Schulen nun dem *Citizen Science* Ansatz zu (Siegele & Mayrhofer 2015). Das Programm soll den Übergang von Schule zu Hochschule anhand einer egalitären Kooperation zwischen an Hochschulen Forschenden und Schülerinnen und Schülern verringern und innovative wissenschaftliche Erkenntnisse liefern. Ringel et al. (2015) fanden anhand einer qualitativen Analyse heraus, dass bisher hierarchisierte top-down Strukturen die Schüler/innen in eine passive Befehlsempfängerrolle drängen, weil in den Vordergrund der Hochschulen die Generierung innovativer Inhalte trat und ein kritischer Umgang mit Erlerntem und selbstständige Einarbeitung von Inhalten durch die Jugendlichen weitestgehend fehlte. An diesem Beispiel wird deutlich, dass die Partizipationsstufe eine große Rolle spielt, um intensive Bildungsprozesse zu initiieren. Welche Implikationen sich aus den Grundlagen von *Citizen Science* für die geographische Bildung ergeben wird im Folgenden angeführt.

3 Implikationen des *Citizen Science* Ansatz für die geographische Schulbildung

In den für die geographische Bildung themenspezifischen Fachzeitschriften wird *Citizen Science* bisher nicht behandelt, während die Biologie klassische Themen der Geographie wie Lichtverschmutzung und Nachhaltigkeit aufgreift und im Rahmen und *Citizen Science* mit mobilen Applikationen in den Unterricht implementiert (Rettberg 2014; Kammer et al. 2014). Schumann und Favre (2015, 12) erläutern im Rahmen des Sachunterrichts, dass „der *Citizen Science*-Ansatz Bildung durch sinnlich erlebbare Erfahrung mit Ausrichtung auf den Zugang des Sammelns in besonderem Maße für die Primarstufe geeignet sein könnte“. Das Potential von *Citizen Science* wird durch die geographische Bildung in der Gesellschaft und Wissenschaft spärlich berücksichtigt, weil eine Vernetzung zwischen *Citizen Science* und Bildungsinitiativen in den Anfängen steckt.

Edwards (2014) kommt zu dem Schluss, dass jugendlicher Aktivismus durch *Citizen Science* gefördert

wird. Durch die Verknüpfung von Freiwilligentätigkeiten und Lernprozessen in der Jugend werden die eigenen Kompetenzen gestärkt und eine Einstiegstelle in den Prozess des lebenslangen Lernens geschaffen (Kreymeier 2004). Darüber hinaus ermöglicht die Beteiligung an *Citizen Science*-Projekten, Konsequenzen des eigenen Handelns durch die Förderung der Willensbildungs- und Handlungskompetenz in einen maßstabübergreifenden Kontext zu setzen (Gray et al. 2012; Hiller & Kitsantas 2014; Mueller et al. 2014). Hiermit wird deutlich, dass der Mehrwert des Ansatzes darin besteht, dass Schüler/innen ihre kritischen und analytischen Fähigkeiten entwickeln und nutzen, um zur Lösung gesellschaftlicher Fragen beizutragen und damit gleichzeitig räumliche Entscheidungsprozesse gestalten, die sie für besonders notwendig erachten.

Sachverhalte und Methoden können zielgerichtet miteinander verknüpft werden, indem Hypothesen und Untersuchungspläne aufgestellt werden, Strukturen herausgearbeitet und Gesetzmäßigkeiten, Folgen und Ursachen menschlichen Handelns in einen Zusammenhang gebracht werden. Forschendes Lernen wird durch die Verbindung von zivilgesellschaftlichen Engagement, Bildung und Wissenschaft gerade bei Schülerinnen und Schülern angeregt, indem z. B. umweltrelevante Forschungsfelder motivieren, das eigene Handeln zu reflektieren. Die kritische Auseinandersetzung mit umwelt- und gesellschaftsrelevanten Themen fördert Schlüsselkompetenzen und nachhaltige Entwicklung (Bonn et al. 2016). *Citizen Science* kann bei den Schülerinnen und Schülern insbesondere den Bereich entdeckendes Lernen entmystifizieren (Bednarz & Bednarz 2015).

Bei einer Betrachtung der Kompetenzbereiche und Anforderungsbereiche des Faches Geographie der DGfG sind diese mittels fachübergreifendem, forschendem, entdeckendem, problembasiertem und projektbasiertem Lernen durch den *Citizen Science* Ansatz durchaus in den Schulalltag implementierbar. Der wesentliche Vorteil des *Citizen Science* Ansatzes ist es, dass je nach Partizipationsstufe der Schüler/innen unterschiedliche Kompetenzbereiche gefördert werden können. Kooperative Projekte bewegen sich innerhalb des Anforderungsbereiches I, indem sich Schüler/innen mit der Beschreibung, Durchführung, Lokalisierung und Protokollierung von Untersuchungsobjekten beschäftigen können. Ein häufiges in *Citizen Science* vorkommendes Beispiel ist das Sammeln von Daten, z. B. über Auffinden von genealogischen Informationen in der Familienforschung zur Bildung eines Ortsverzeichnisses (Verein für Computergenealogie e.V. 2015) oder die Lokalisation Flora und Fauna im Sinne von Goodchild (2007) als Sensor. Kollaborative Projekte decken Be-

reiche des Anforderungsbereichs II ab, z. B. im Falle des iSPEX *Citizen Science* Projektes. Das Projekt fördert das Umweltbewusstsein von Schülerinnen und Schülern indem teilnehmende Geographielehrende und deren Klassen an rund 20 Berliner Schulen ein Unterrichtsprojekt durchführen. Es werden Daten zur Feinstaubbelastung mittels Smartphone und Adapter gesammelt. Im Klassenraum findet eine Interpretation der Daten statt, um die Resultate mit anderen Städten zu vergleichen (Informationsdienst Wissenschaft e.V. 2015). *Citizen Science* hat das Potential demgemäß den Schülerinnen und Schülern die Ursachen von Umweltverschmutzung begreifbar zu machen und Bildungsprozesse mittels neuer Technologien zu fördern. Koproduktive und Codesign Projekte können das Interpretieren von Daten, die Beurteilung von Sachverhalten begünstigen und können es ermöglichen, eine eigenständige Forschungsfrage und Problemstellung zu entwickeln. Es besteht die Eventualität durch *Citizen Science* Projekte auf der höchsten Partizipationsstufen alle Kompetenzbereiche abzudecken und diese durch forschendes und projektbezogenes Lernen in die Curricula zu implementieren. Innerhalb des Projektes „YES! – *Young Economic Summit*“ erarbeiten Schüler/innen Lösungen für globale Herausforderungen und erleben, dass sie nicht nur der Spielball der ökonomischen Realität sein müssen, sondern diese eigenverantwortlich mitgestalten können. Bei YES! stehen die Schüler/innen als wissenschaftlich interessierte Bürger/innen im Zentrum, um kreative Lösungsansätze anhand einer selbständig gesuchten und gewählten wissenschaftlichen Fragestellung zu finden. Experten und Expertinnen stehen im direkten Dialog mit den Jugendlichen und geben beratend Hinweise zu aktuellen Problemstellungen und führen die Schüler/innen an eigene wirtschaftsgeographische Forschungsfragen heran (ZBW 2015).

In diesem Zusammenhang sind unterschiedliche Kritikpunkte anzumerken. Falls Aufgaben und Kriterien nicht altersgerecht aufgearbeitet sind, könnten Schüler/innen Schwierigkeiten haben, diese nachzuvollziehen. Außerdem ist das Akquirieren und Bearbeiten von Vorwissen innerhalb der Klasse notwendig. Wenn komplexe Projekte mit allen Kriterien einbezogen werden sollen, besteht die Gefahr einer kognitiven Überforderung. Als Alternative gilt die auf die jeweiligen Bedürfnisse und Möglichkeiten des Klassenverbundes zugeschnittene Herangehensweise. Schüler/innen generieren eigene Vorschläge, um die Untersuchungskriterien des jeweiligen Projektes anzupassen, wobei die erhobenen Daten in vielen kooperativen Projekten keine Verwendung finden, da sie nicht den Standards entsprechen. Allerdings sammeln Schüler/innen über die Präzision von Beobachtungen und welche Parameter relevant sind Erfahrungen.

Demgemäß erhalten sie wichtige wissenschaftsorientierte Kompetenzen, die als Basis für die Partizipation an *Citizen Science* Projekten notwendig sind.

4 Beteiligungsprozess und theoretische Konzepte zur Partizipation

4.1 Participatory turn

In den letzten Jahrzehnten hat sich innerhalb des akademischen Diskurses das bürgerliche Engagement in der Forschung und Wissenschaftspolitik als Element herauskristallisiert, der „*participatory turn*“ (Jasanoff 2003, 235), welcher sich insbesondere in *Citizen Science* Projekten widerspiegelt. „*Citizen participation is citizen power*“ (Arnstein 1969, 216) ist ein Abgrenzungskriterium, welches zur Kategorisierung und Typologie von *Citizen Science* Projekte hilfreich ist und sich in der Involvierung innerhalb des Forschungsprozess ausgedrückt. Die Grundlagen der theoretischen Partizipationsdebatte kommen aus der Entwicklungsforschung (Whyte 1991; Fishkin 2009) sowie den Politikwissenschaften (Fischer 2000). „*The term ‘participation’ is used to describe a wide spectrum of approaches for engaging individuals and communities, with each approach often tied to different intentions and outcomes*“ (Shirk et al. 2012, 3). Der Erfolg von partizipativen Projekten ist anhand bestimmter Kriterien quantifizierbar. Shirk et al. (2012) nennen in diesem Zusammenhang die Dauer der Involvierung (Dickinson et al. 2010), die Anzahl (Wilmsen & Krishnaswamy 2008), die Diversifizierung (Cheng et al. 2008) und Intensität bzw. Tiefe (Wilmsen & Krishnaswamy 2008) der Partizipation. Ein idealtypischer Forschungsprozess hat identische Phasen innerhalb der projektbasierenden Forschung (Tab. 1).

4.2 Motivation zur Partizipation

Die Motivation der Bürger/innen an wissenschaftlicher Forschung zu partizipieren, setzt sich aus wissenschaftlicher Erkenntnis, persönlichem Interesse und gesellschaftlicher Relevanz (Ziegler & Pettibone 2015) zusammen. Innerhalb dieses Dreiklangs können Lehrpersonen in der Schule ansetzen, um eine aktive Mitwirkung von Schülerinnen und Schülern zu fördern. Dabei existieren unterschiedliche Formen der Partizipation von Bürgerinnen und Bürgern an wissenschaftlicher Forschung.

Die häufigste Form ist die reine Beobachterrolle der Bürger/innen durch Konsum von Forschungsergebnissen, wobei eine aktive Partizipation durch die aktive Teilnahme an wissenschaftlichen Studien, z. B. als Proband zunehmendes Engagement erfordert. Wächst

das Engagement der Bürger/innen an, steigt auch die Partizipationsintensität am wissenschaftlichen Forschungsprozess, z. B. wenn die Kooperation mit wissenschaftlichen Institutionen neben dem Konsum von Ergebnissen auch die Bereitstellung von Informationen durch Bürger/innen beinhaltet (Prosumption). Die reine Bürgerwissenschaft an der Spitze von *Citizen Science* beinhaltet eine selbständige Operationalisierung einer Forschungsfrage mit enger Kooperation von Forschungsinstitutionen und wirksame Partizipation am Forschungsprozess (Abb. 2).

Die Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern an wissenschaftlicher Forschung ist übertragbar auf den Einsatz in der Schule. Durch steigendes Engagement und einen höheren Grad an Partizipation wird ein sichtbareres Lernergebnis möglich. Die Lehrperson hat eine entscheidende Rolle, um die Jugendlichen als Bindeglied zwischen Wissenschaft und Schule zu motivieren und anzuleiten.

4.3 Partizipationsstufen am Forschungsprozess

„High-quality participation in the design of a project can be found in projects supporting any degree of participation in the research process“ (Shirk 2012, 4). Demnach muss die Qualität der Partizipation von Schülerinnen und Schülern bereits im Vorfeld einer Projektentwicklung genau geplant werden (Hickey & Mohan 2004; Wulforth et al. 2008). Durch Kooperation (Stufe 1) stellen Schüler/innen Ressourcen für den Forschungsprozess bereit. In der nächsten Stufe (Kollaboration) besteht ein intensiveres Verhältnis zwischen Schülerinnen und Schülern und Wissenschaftler/innen als in der ersten Stufe, indem sie eine assistierende Rolle einnehmen. Die Stufe drei (Koproduktion) involviert mindestens eine Schülerin oder einen Schüler in alle Phasen des Forschungsprozesses von der Forschungsfrage bis hin zur Verbreitung der Ergebnisse und Entwicklung von weitergehender Forschung. Professionell Forschende und Schüler/innen sind gleichberechtigt an allen Phasen eines Forschungsprozess beteiligt. Der Forschungsprozess kann auch unabhängig (Kodesign) von institutionell Forschenden umgesetzt werden, die nur noch beratend zur Seite stehen, wie z. B. im Projektes „YES!“ (Abb. 3).

Inwieweit sich diese Kriterien der Partizipationsstufen in den aktuellen Projekten auf der Plattform „Bürger schaffen Wissen“ widerspiegeln und sich der Grad an Partizipation für Projekte verschiedene Schulformen unterscheidet, wird im folgenden Kapitel dargestellt.

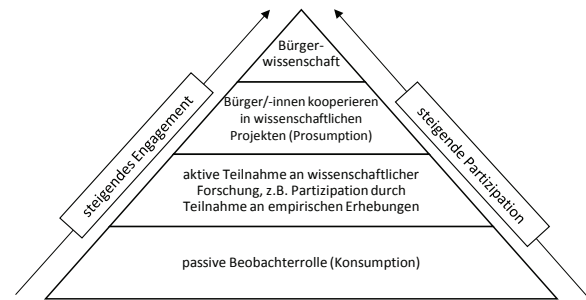


Abb. 2: Die Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern am wissenschaftlichen Forschungsprozess (eigener Entwurf)

5 Citizen Science Projekte und deren Partizipation im Überblick

5.1 Untersuchungsgegenstand: Projekte auf der Plattform – *Bürger schaffen Wissen* – und dessen Bezug zur Schule

Citizen Science Projekte sind weltweit durch Plattformen vertreten. Diese dienen als erster Zugang für Schüler/innen sowie der Lehrpersonen, um an *Citizen Science* Aktivitäten zu partizipieren. Des Weiteren existieren regionale Projekte, die noch in keiner Plattform eingetragen sind oder sich noch in der Konstruktion befinden (z. B. Kanwischer et al. 2014). Als Untersuchungsgegenstand wurden die 65 *Citizen Science* Projekte auf der Plattform *Bürger schaffen Wissen* ausgewählt, weil keine Sprachbarriere den Zugang von deutschsprachigen Schülerinnen und Schülern beeinträchtigt. Von diesen 65 Projekten hatten insgesamt 53 einen direkten Schulbezug zur Sekundarstufe I und II, dies entspricht 81,5 % aller Projekte. In diesem Zusammenhang sind die Angaben der Eignung für die jeweiligen Schulformen, der Fachbereiche, die Beitragsform und die Partizipationsstufe relevant, um deren Mehrwert für die geographische Bildung zu ermitteln.

Eine Quantifizierung der Projekte erfolgt durch die Kriterien: Schulformen, der Fachbereiche (Naturwissenschaften, Sozial- und Geisteswissenschaften, Technik- und Ingenieurwissenschaften) und Partizipationsstufen (Kooperation, Kollaboration, Koproduktion und Kodesign). Die Projektdaten der Schulform und des Fachbereichs beziehen sich auf die Eigenangaben der Projektleitenden, wenn sie eine Präsenz auf der Homepage erstellen. Die Kurzbeschreibung, der Besuch der Projektwebseiten und ein auf den theoretischen Partizipationsstufen hergeleitetes Analyseraster ermöglichen eine Einordnung des Partizipationstyps.

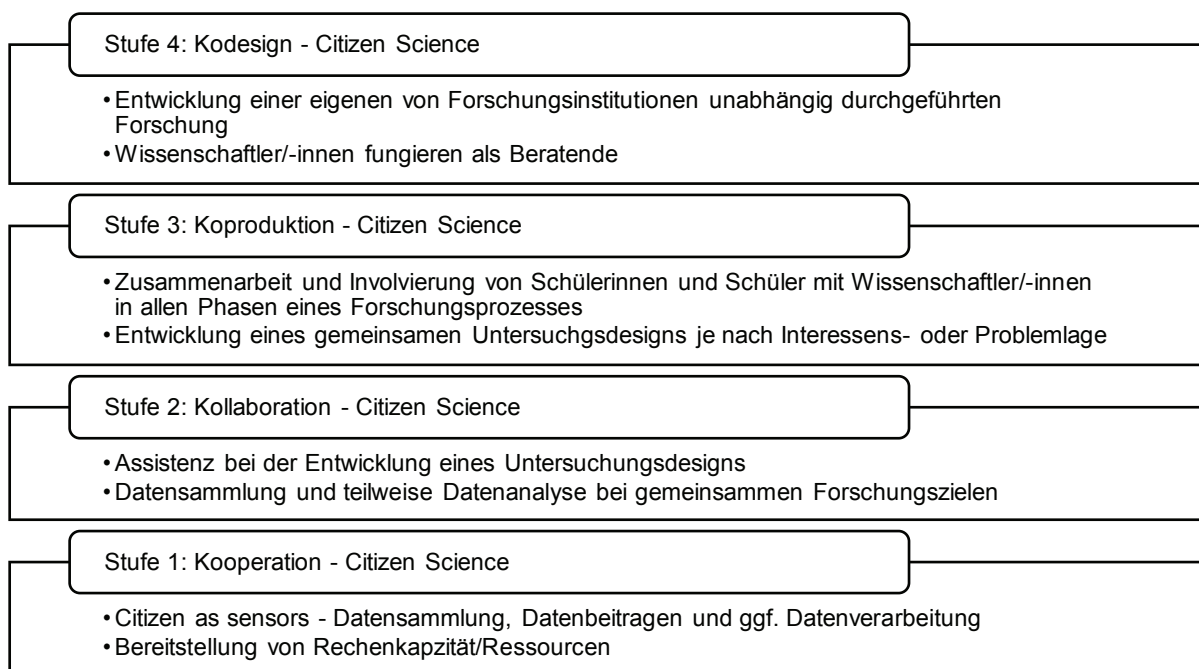


Abb. 3: Partizipation von Schülerinnen und Schülern in Citizen Science Projekten (eigener Entwurf in Anlehnung an Shirk et al. 2012, 4 ff; Bonney et al. 2009, 17; Hakley 2013, 11)

5.2 Methodisches Vorgehen bei der Bestandsaufnahme der Partizipationsstufe von Citizen Science Projekten für Schulen

Die auf der Webseite angebenen Projektdaten für die Untersuchung wurden in eine Datenbank übertragen. Die Einteilung in Partizipationsstufen erfolgt anhand der Auswahl von Analyseeinheiten, z. B. Schlüsselwörter, Wortkombinationen, die Rückschlüsse auf die Phasen des Forschungsprozesses erlauben. Anschließend erfolgt eine Zuordnung der Erhebungseinheiten

zu den Kategorien anhand eines theoriegeleiteten Analyserasters (Tab. 1).

Anhand des Rasters konnten 38 (58,5 %) kooperative, 18 (27,7 %) kollaborative und 8 (12,3 %) Kodesign/koproduktive Projekte mit Schulbezug identifiziert werden. Aufgrund der in der Literatur identischen Faktoren der Stufe drei und vier wurden diese in der Auswertung akkumuliert. Abschließend erfolgt eine Auszählung der Elemente und anschließende Interpretation der Ergebnisse.

Tab. 1: Analyseraster der Citizen Science Anwendungen auf bürgerwissenschaften.de (eigener Entwurf in Anlehnung an Shirk et al. 2012, 6; Bonney et al. 2009).

Phasen des Forschungsprozesses	kooperative Projekte (Stufe 1)	kollaborative Projekte (Stufe 2)	koproduktive / Kodesign Projekte (Stufe 3 und 4)
Wahl oder Definition der Forschungsfrage			X
Informationsbeschaffung und akquirieren von Ressourcen			X
Hypothesengenerierung			X
Design der Datenaufnahme (Methodologie)		(X)	X
Datenaufnahme, Stichprobenziehung	X	X	X
Analyse der Stichproben		X	X
Analyse der Daten	(X)	X	X
Interpretation und Schlussfolgerungen		(X)	X
Verbreitung der Schlussfolgerungen/Ergebnisse umsetzen	(X)	(X)	X
Ergebnisse diskutieren und neue Forschungsfragen generieren			X

X = Volontäre sind involviert; (X) = Volontäre sind gelegentlich involviert

5.3 Citizen Science Projekte in der Primarstufe, Sekundarstufe I und II und verschiedenen Fachbereichen

Eingangs sollte erwähnt werden, dass die nominale Anzahl der kooperativen Projekte mit 65 insgesamt bzw. 60,2 % aller Projekte mit Schulbezug die Häufung der kollaborativen (n=30 bzw. 26,5 %) und Projekte der Koproduktiven/Kodesign (n=15 bzw. 13,3 %) übertrifft. Mehrfachnennungen sind aufgrund der Angaben eines Projektes für mehrere Schulformen möglich. Die Ergebnisse überraschen, da der relative Anteil von koproduktiven und Kodesign Projekten hinsichtlich der Primarstufe mit mehr als einem Viertel aller Projekte höher vertreten ist, als bei kooperativen Projekten mit 20,6 % und kollaborativen Projekten mit 13,3 %. Wobei zu beachten ist, dass sich die Hälfte aller kollaborativen Projekte in der Sekundarstufe II wiederfindet. Projekte der Sekundarstufe I haben in etwa in allen Partizipationsstufen das selbe relative Verhältnis (Abb. 4).

Naturwissenschaftliche Projekte repräsentieren 81,2 % der kooperativen Projekte, wobei der relative Anteil bei den kollaborativen Projekten bei 56,1 % und bei koproduktiven und Kodesign Projekten bei 30 % liegt. Die Geistes- und Sozialwissenschaften dominieren diese Partizipationsstufe mit 40 % aller Projekte. Technik- Ingenieurwissenschaften haben einen verschwindend geringen Anteil bei den Stufen kooperativer und kollaborativer Projekte.

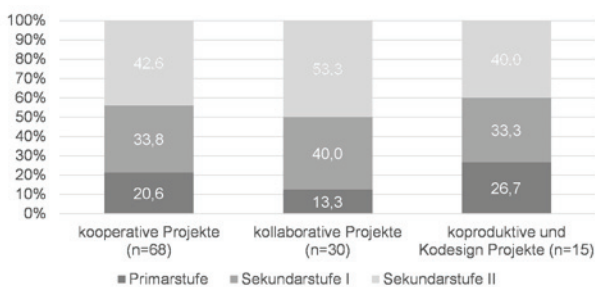


Abb. 4: Citizen Science Projekte nach Schulform und Partizipationsstufe auf *Bürgerwissenschaften.de*, Stand Januar 2016, Angaben in %, Mehrfachnennungen möglich (eigener Entwurf).

6 Fazit

Die Analyse der *Citizen Science* Projekte auf der Plattform „Bürger schaffen Wissen“ ergab klare Ergebnisse hinsichtlich des Einsatzes in der Schule und der Partizipationsstufe von Jugendlichen sowie dessen Einsatz in der Primar-, Sekundarstufe I und II. Während naturwissenschaftlich ausgerichtete Projekte mit einer niedrigen Partizipationsstufe eher auf die Sensoren-

Tätigkeit von Schülerinnen und Schülern setzen und inhaltliches Wissen über den Untersuchungsgegenstand fördern (Land-Zandstra et al. 2016), begünstigen geistes- und sozialwissenschaftlich ausgerichteten Projekte mit einer hohen Partizipationsstufe die kritisch analytischen Fähigkeiten und Problemlösekompetenzen. Eine Mehrheit der untersuchten Projekte erfordert ein hohes Maß an kognitiven Fähigkeiten und ist somit vorrangig für die Sekundarstufe II ausgelegt.

Die infrastrukturellen Rahmenbedingungen durch Pilotprojekte sind geschaffen worden, um Jugendliche an Schulen und außerschulischen Bildungseinrichtungen durch *Citizen Science* an einem wissenschaftlichen Forschungsprozess im Rahmen der geographischen Bildung zu partizipieren. Herausforderungen des 21. Jahrhunderts wie Ressourcenverknappung, Klimawandel und der Verlust an Biodiversität sind klassische Themen von *Citizen Science* Projekten und können in einem fachübergreifenden Ansatz in der geographischen Bildung eingesetzt werden, wenn die geeigneten Lernmaterialien und Lehrerfortbildungen konzipiert werden. Speziell die durch VGI und Crowdsourcing generierten Informationen als auch die geomediale Repräsentation von Beiträgen und Ergebnissen der *Citizen Science* Projekte sind hinsichtlich der Anknüpfung an realweltliche Situationen essentiell für den Zugang von Schülerinnen und Schülern und deren Affinität die Nutzung neuer Medien.

Ein zentraler Gesichtspunkt für die Kompetenzvermittlung, die durch das Engagement von Schülerinnen und Schülern gefördert werden, ist der Grad der Partizipation innerhalb eines *Citizen Science* Projektes. Insbesondere hier setzen Bildungsprozesse hinsichtlich der Demokratisierung der Wissenschaften an. Jugendlischer Aktionismus und Engagement wird im Rahmen des „Service-Learning“ angeregt und die Willensbildungs- und Handlungskompetenz anhand maßstabsübergreifender Problemstellungen gefördert (*citizenship education*). Räumliches Denken und Raumhandlungskompetenz ist ein zentrales Element für die geographische Perspektive. Mithilfe von *Citizen Science* Projekten, haben Schüler/innen die Möglichkeit aus einer Gerechtigkeitsperspektive heraus breite, systemische und strukturelle Fragen im Rahmen geographischer Themen zu erfassen. Diese müssen wissenschaftlich begleitet und auf ihre tatsächliche Eignung in der Schule getestet werden. Des Weiteren bestehen Herausforderungen darin, geeignetes Lernmaterial für die Schulen und Fortbildungen für Lehrende zu konzipieren. Der *Citizen Science* Ansatz hat mit Sicherheit das Potenzial als wichtiger zukünftiger Baustein innerhalb der geographischen Schulbildung zu wirken. In wieweit allerdings die Umsetzung und Implementierung innerhalb der einzelnen Bildungs-

einrichtungen gelingen wird, muss die weitere Forschung aufzeigen.

7 Literatur

- Arnstein, S.R. (1969): A ladder of citizen participation. In: *Journal of the American Institute of Planners* 35 (4), 216–224.
- Bednarz, S.W. & R.S. Bednarz (2015): Brave New World. Citizenship in Geospatially Enriched Environments. In: *GI_Forum – Journal for Geographic Information Science* 1, 230–240.
- Bonn, A., A. Richter, K. Vohland, L. Pettibone, M. Brandt, R. Feldmann, C. Goebel, C. Grefe, S. Hecker, L. Hennen, H. Hofer, S. Kiefer, S. Klotz, T. Kluttig, J. Krause, K. Küsel, C. Liedtke, A. Mahla, V. Neumeier, M. Premke Kraus, M. C. Rillig, O. Röller, L. Schäffler, B. Schmalzbauer, U. Schneidewind, A. Schumann, J. Settele, K. Tochtermann, K. Tockner, J. Vogel, W. Volkmann, H. von Unger, D. Walter, M. Weisskopf, C. Wirth, T. Witt, D. Wolst & D. Ziegler (2016): Grünbuch Citizen Science Strategie 2020 für Deutschland. Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Deutsches Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle-Jena-Leipzig, Leipzig, Museum für Naturkunde Berlin, Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung (MfN), Berlin-Brandenburgisches Institut für Biodiversitätsforschung (BBIB), Berlin.
- Bonney, R., H. Ballard, R. Jordan, E. McCallie, T. Phillips, J. Shirk & C.C. Wilderman (2009): Public Participation in Scientific Research: Defining the Field and Assessing Its Potential for Informal Science Education. A CAISE Inquiry Group Report. Washington, D.C.: Center for Advancement of Informal Science Education (CAISE).
- CDU Deutschlands, CSU-Landesleitung & SPD (2013): Deutschlands Zukunft gestalten. Der Koalitionsvertrag der CDU, CSU und SPD. 18. Legislaturperiode. <https://www.cdu.de/sites/default/files/media/dokumente/koalitionsvertrag.pdf> (27.02.16).
- Cheng, A. S., K. Bond, C. Lockwood & S. Hansen (2008): Calibrating collaboration: monitoring and adaptive management of the Landscape Working Group process on the Grand Mesa, Uncompahgre and Gunnison National Forests in Western Colorado. In: C. Wilmsen, W. Elmen-dorf, L. Fisher, J. Ross, B. Sarathy & G. Wells (eds.): Partnerships for empowerment: participatory research for community-based natural resource management. Earthscan, London, UK. 147–165.
- Devictor, V., R.J. Whittaker & C. Beltrame (2010): Beyond scarcity: citizen science programmes as useful tools for conservation biogeography. In: *Diversity and Distributions* 16 (3), 354–362.
- Dickinson, J.L., B. Zuckerberg & D.N. Bonter (2010): Citizen science as an ecological research tool: challenges and benefits. In: *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 41, 149–172.
- Edwards, R. (2014): The ‘citizens’ in citizen science projects: Educational and conceptual issues. In: *International Journal of Science Education Part B*, 4 (4), 376–391.
- Finke, P. (2014): Citizen Science. Das unterschätzte Wissen der Laien. München: oekom verlag.
- Fischer, F. (2000): Citizens, experts, and the environment: the politics of local knowledge. Duke University Press, Durham, North Carolina, USA.
- Fishkin, J.S. (2009): When the people speak: deliberative democracy and public consultation. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Fromme, J. & B. Schäffer (2007): Medien - Macht - Gesellschaft. 1. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften (Medienbildung und Gesellschaft, Bd. 4).
- Goodchild, M. (2007): Citizens as sensors: the world of volunteered geography. In: *GeoJournal*, 69 (4), 211–221.
- Gray, S.A., K. Nicosia & R.C. Jordan (2012): Lessons Learned from Citizen Science in the Classroom. A Response to «The Future of Citizen Science.» In: *Democracy & Education* 20 (2). Article 14. <http://democracyeducationjournal.org/home/vol20/iss2/14> (19.03.16).
- Grunwald, A. (2010): Technikfolgenabschätzung – eine Einführung. 2. grundlegend überarb. u. wesentlich erw. Aufl. Berlin: Ed. Sigma (Gesellschaft - Technik - Umwelt, n.F., 1).
- Haklay, M. (2013): Citizen Science and Volunteered Geographic Information – overview and typology of participation. In: Sui, D.Z., S. Elwood & M.F. Goodchild (eds.): *Crowdsourcing Geographic Knowledge: Volunteered Geographic Information (VGI) in Theory and Practice*. Berlin: Springer, 105–122.
- Helmholtz Zentrum für Umweltforschung (2014): Bürger schaffen Wissen. Wie Citizen Science in Deutschland ausgebaut werden soll. Pressemitteilung vom 07.07.2014. <http://www.ufz.de/index.php?de=32981> (12.01.2016).
- Hickey, S. & G. Mohan (2004): Towards participation as transformation: critical themes and challenges. In: Hickey, S. & G. Mohan (eds): *Participation: from tyranny to transformation?* Zed Books, London, UK, 3–24.
- Hiller, S.E. & A. Kitsantas (2014): Fostering Student Metacognition and Motivation in STEM through Citizen Science Programs. In: Peña-Ayala, A. (ed.): *Metacognition. Fundamentals, applications and trends: a profile of the current state-of-the art*. Cham: Springer (Intelligent systems reference library, 76), 193–222.
- Informationsdienst Wissenschaft e.V. (2015): Wie sauber ist der Himmel über Berlin? Das Citizen Science Projekt iSPEX startet. Karl-Heinz Karisch Pressestelle des Forschungsverbundes Berlin e.V. <https://idw-online.de/de/news637089> (11.04.16).
- Irwin, A. (1995): Citizen science. A study of people, expertise and sustainable development. London: Routledge (Environment and society).
- Jasanoff, S.S. (2003): Technologies of humility: citizen participation in governing science. *Minerva* 41 (3), 223–244.
- Kammer, H., N. Krajewski & M. Stoh (2014): Save the planet – Deine Entscheidung rettet die Welt – Ein Si-

- mulationsspiel zu den drei Säulen der Nachhaltigkeit. In: Praxis der Naturwissenschaften Biologie in der Schule 63 (8), 35–37.
- Kanwischer, D., D. Burger & T. Nauss (2014): Citizen Science and Digital Geomedia: Implementing a Biodiversity Information System in Cabo Verde. In: GI_Forum – Geospatial Innovation for Society. Salzburg, 299–308.
- Kerski, J.J. (2015): Geo-awareness, Geo-enablement, Geotechnologies, Citizen Science and Storytelling. Geography on the World Stage. In: Geography Compass 9 (1), 14–26.
- Kreimeyer, J. (2003): Lernprozesse im freiwilligen Engagement von jungen Erwachsenen – Zur Fragestellung einer empirischen Untersuchung. In: Dewe, B. (Hrsg): Erwachsenenbildung und Demokratie. Bielefeld: Bertelsmann (Dokumentation der Jahrestagung der Sektion Erwachsenenbildung der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft, 2002).
- Land-Zandstra, A.M., J.L.A. Devilee, F. Snik, F. Buurmeijer & J.M. van den Broek (2016): Citizen science on a smartphone: Participants' motivations and learning. In: Public understanding of science (Bristol, England) 25 (1), 45–60.
- Mueller, M., D. Tippins & L. Bryan (2012): "The Future of Citizen Science" In: Democracy & Education 20 (1). Article 2. <http://democracyeducationjournal.org/home/vol20/iss1/2> (19.03.16).
- Österreichische Bundesregierung (2013): Arbeitsprogramm der österreichischen Bundesregierung 2013–2018: Erfolgreich. Österreich, Wien.
- Rettberg, W. (2014): Lichverschmutzung, Samenfraß und Sensorstationen – Citizen Science bringt echte Forschung an die Schule. In: Praxis der Naturwissenschaften Biologie in der Schule 63 (8), 4–9.
- Ringel, L., G. Reischauer & D. Suchy (2014): Schlägt Wissen Funken? Zu den Effekten des politischen Steuerungsinstruments Sparkling Science. In: Österreich Z Soziol 39 (2), 153–162.
- Schumann, S. & P. Favre (2015): Das Konzept Citizen Science – ein Ansatz für die Sachunterrichtsdidaktik. In: Schulpädagogik heute: Außerschulische Lernorte 11 (6). Prolog Verlag.
- Shirk, J.L., H.L. Ballard, C.C. Wilderman, T. Phillips, A. Wiggins, R. Jordan, E. McCallie, M. Minarchek, B.V. Lewenstein, M.E. Krasny & R. Bonney (2012): Public Participation in Scientific Research: a Framework for Deliberate Design. In: Ecology and Science 17 (2).
- Siegele & Mayrhofer (2015): Von Sparkling Science zu Citizen Science, Programmbroschüre 2015. https://www.sparklingscience.at/_Resources/Persistent/17d780c4bf7b497d6832274249ff916244cefd2e/spsc%20A5%20brosch%C3%BCre%20D%20022016%20web.pdf (18.03.16).
- Sui, D., S. Elwood. & M. Goddchild (eds.) (2013): Crowdsourcing Geographic Knowledge. Volunteered Geographic Information (VGI). In: Theory and Practice. Dordrecht, Heidelberg, New York, London.
- UNEP – United Nations Environment Programm (2014): UNEP year book 2014: Emerging issues in our global environment - Realizing the potential of Citizen Science. <http://www.unep.org/yearbook/2014/PDF/chapt6.pdf> (14.04.16).
- Verein für Computergenealogie e.V. (2015): Das Genealogische Orts-Verzeichnis. <http://gov.genealogy.net/search/index> (14.01.16).
- Whyte, W. F. (1991): Participatory action research. Sage Publications, Newbury Park, California, USA.
- Wilmsen, C. & A. Krishnaswamy (2008): Challenges to institutionalizing participatory research in community forestry in the US. In: C. Wilmsen, W. Elmendorf, L. Fisher, J. Ross, B. Sarathy & G. Wells (eds.): Partnerships for empowerment: participatory research for community-based natural resource management. Earthscan, London, UK. 47–67.
- Wissenschaftsrat (2015): Zum wissenschaftspolitischen Diskurs über große gesellschaftliche Herausforderungen. Positionspapier. Drs. 4594-15 Verabschiedet in Stuttgart, April 2015.
- Wulfhorst, J.D., B.W. Eisenhauer, S.L. Grippe & J.M. Ward (2008): Core criteria and assessment of participatory research. In: C. Wilmsen, W. Elmendorf, L. Fisher, J. Ross, B. Sarathy & G. Wells (eds.): Partnerships for empowerment: participatory research for community-based natural resource management. Earthscan, London, UK. 23–46.
- ZBW – Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft (2015): YES! – Young Economic Summit. It's Your Economy. You Are The Economy. Lösungsideen der nächsten Generation. ZBW – Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft. http://stiftung-wirtschaft-verstehen.de/_Resources/Persistent/feb29b19be602cc4a6b0c8804c41554c0bc96a5/YES!%202015%20-%20Petition.pdf (18.03.16).
- Ziegler, D. & L. Pettibone (2015): Potenzial für lebenslanges Lernen – Beispiel Citizen Science Projekte. In: Die Fachzeitschrift Weiterbildung – Zeitschrift für Grundlagen, Praxis und Trends 2, Schwerpunkt: Citizen Science – Bürger im Dienst der Wissenschaft, 18–21.