

## **Wirkung eines Heimexperimentiersets im Rahmen eines chemischen Citizen-Science-Projektes**

### **Einführung und theoretischer Hintergrund**

Citizen Science, wo sich Laien aktiv an wissenschaftlichen Forschungsprojekten beteiligen oder diese sogar selbst durchführen, hat in den letzten Jahren ein großes Wachstum erfahren. Durch den Einbezug der Öffentlichkeit birgt das Konzept Citizen Science den großen Vorteil, relativ leicht den Erhalt großer Datenmengen zu ermöglichen (Bonney et al., 2009). Citizen-Science-Projekte fokussieren häufig Aspekte der Biodiversität (Chandler et al., 2017), was von Vogelbeobachtungen (Sullivan et al., 2017) bis zum Monitoring der Qualität von Gewässern (Jollymore, Haines, Satterfield & Johnson, 2017) reichen kann. Dabei wird zunehmend erkannt, dass das Potenzial von Citizen Science nicht nur in der Bereitstellung von Daten, sondern auch in Aspekten der Bildung liegt (Peter, Diekötter & Kremer, 2019). Die Bildungsmöglichkeiten und -ziele sind hierbei vielfältig, wobei Bildung für nachhaltige Entwicklung und allgemeine Umweltbildung eine besondere Rolle spielen (Fritz et al., 2019). In einigen Studien konnte bereits gezeigt werden, dass die Teilnahme an Citizen-Science-Projekten positive Auswirkungen auf angestrebte Lernergebnisse haben kann (Hiller & Kitsantas, 2014; Peter et al., 2019). Dem gegenüber stehen Studien, die Veränderung hinsichtlich der Einstellungen der Bürger:innen, deren wissenschaftlichen Kenntnissen und Verständnis untersucht haben und keine signifikanten Änderungen feststellen konnten (Brossard, Lewenstein & Bonney, 2005), was zu der Fragestellung führt, inwiefern Bürger:innen in ihrem Lernprozess in Citizen-Science-Projekten weitgreifender unterstützt werden können. Die Art der Unterstützung kann variieren und hängt von vielerlei Faktoren wie beispielsweise der Art der Lernziele, der Anzahl und lokalen Verteilung teilnehmender Bürger:innen aber auch von den Projektkapazitäten ab. Auch wenn in der Literatur bereits von einigen Unterstützungsmöglichkeiten, darunter interaktive, digitale Plattformen (Herodotou, Aristidou, Sharples & Scanlon, 2018), Schulungsprogramme (Cronje, Rohlinger, Crall & Newman, 2011) und Begleitmaterial zum Lesen und Experimentieren (Kruse, Kiessling, Knickmeier, Thiel & Parchmann, 2020), berichtet wurde, gibt es bisher wenig Studien, welche die Effektivität dieser Unterstützungsmöglichkeiten untersuchen.

Um dieser Forschungslücke zu begegnen, wurde im Nordwesten Deutschlands ein Citizen-Science-Projekt durchgeführt, in welchem sich Schüler:innen und Bürger:innen mit der Nitratbelastung von Gewässern beschäftigen und diese im Rahmen eines Nitratmonitorings untersuchen (Brockhage, Lüsse, Pietzner & Beeken, 2021).

### **Design und Forschungsfragen**

Das Citizen-Science-Projekt gliedert sich in drei Hauptprojektgruppen: die Bürger:innen, Schüler:innen und zuletzt die Universitäten als Projektkoordinatoren (Abb. 1). Der Fokus dieser Studie liegt auf der Stickstoff-Box, einem freiwilligen Angebot für etwa 100 Bürger:innen zur vertieften Erarbeitung des Themas im Rahmen einer Experimentierbox mit Informationsmaterialien und Heimexperimenten. Inhaltlich behandelt die Stickstoff-Box neben Hintergründen zur Stickstoffproblematik die Grundsätze des Stickstoff-Kreislaufs, Aspekte zu Düngung und Ernährung sowie rechtliche Grundlagen.

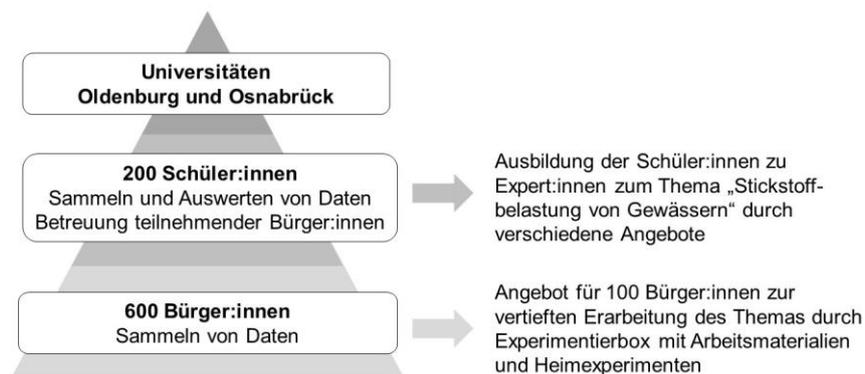


Abb. 1: Aufbau des Citizen-Science-Projektes (verändert nach Brockhage et al., 2021)

Alle Experimente sind thematisch in das begleitende Informationsheft eingebettet und lassen sich mithilfe der in der Box befindlichen Materialien sowie von Haushaltsutensilien durchführen. Im schulischen Kontext haben sich Heimexperimente zu anderen Themenbereichen bereits bewähren können (de Vries, Martin & Paschmann, 2006). Im Citizen-Science-Kontext ist das Potenzial der Nutzung von Heimexperimenten noch nicht erforscht. Auf dieser Grundlage ergeben sich für diese Studie folgende Forschungsfragen:

- Wie bewerten die Bürger:innen den Inhalt und die Qualität der Stickstoff-Box?
- Welchen Einfluss hat die Nutzung der Stickstoff-Box auf das Interesse an Umweltthemen, die Selbstwirksamkeit des Umwelthandelns hinsichtlich der Stickstoffproblematik und die wissenschaftsmethodischen Kompetenzen?
- Inwiefern werden Auswirkungen des Interesses, der Selbstwirksamkeit, der wissenschaftsmethodischen Kompetenzen und die Bewertung des Inhalts und der Qualität der Stickstoff-Box vom Geschlecht, Alter und Bildungsabschluss der Bürger:innen beeinflusst?

### Methodik

Es wurde zunächst eine erste Version der Stickstoff-Box an dreizehn am Projekt teilnehmende Schulen geschickt. Daraufhin wurde das Feedback der Lehrer:innen genutzt, um eine optimierte zweite Version der Stickstoff-Box zu konzipieren, die zusammen mit einem Post-Fragebogen 97 Teilnehmer:innen des Nitratmonitorings postalisch zugestellt wurde. Im Rahmen des Fragebogens sollten die Bürger:innen zunächst den Inhalt und die Qualität der Box auf einer fünfstufigen Likert-Skala bewerten und beispielsweise einschätzen inwiefern der Inhalt verständlich war und ihnen geholfen hat, Sachverhalte besser zu erfassen. Außerdem enthielt der Fragebogen bereits validierte Skalen zum Interesse an Umweltthemen (Phillips, Porticella, Bonney & Grack-Nelson, 2015), zur Selbstwirksamkeit des Umwelthandelns (Porticella, Phillips & Bonney, 2017) und zu wissenschaftsmethodischen Kompetenzen (Phillips, Porticella & Bonney, 2017). Diese wurden übersetzt und teilweise entsprechend der Thematik adaptiert. Im Zuge der wissenschaftsmethodischen Kompetenzen wurden beispielsweise konkrete Fertigkeiten, wie das selbstständige Durchführen und Protokollieren von Experimenten oder eine Nitratgehaltbestimmung, berücksichtigt. Auch hier wurde für alle Items eine fünfstufige Likert-Skala von 1 für „stimmt völlig“ bis 5 für „stimmt gar nicht“ verwendet, auf der die Bürger:innen selbst Veränderungen ihrer Denk- und Handlungsweisen einschätzen sollten. Diese Selbsteinschätzung war aufgrund der ausschließlichen Post-

Testung nötig, welche verwendet wurde, um bei der eher niedrigen Teilnehmer:innenzahl von 97 Bürger:innen die Ausfallquote möglichst gering zu halten.

### **Ergebnisse**

Insgesamt haben 36 Bürger:innen (25 männlich, 10 weiblich, 1 k. A.) im Alter von 17 bis 83 Jahren den Post-Fragebogen beantwortet. Für die Datenanalyse wurde IBM SPSS Statistics 27 genutzt und zur Beantwortung der ersten beiden Forschungsfragen deskriptive Analysen durchgeführt. Hinsichtlich der Qualität und des Inhalts der Box wurde ein Mittelwert von 1,75 (SD = 0,51) auf einer Skala von 1 für positive Wahrnehmung bis 5 für negative Wahrnehmung erhalten. Der „Interesse an Umweltthemen“ ergab auf einer Skala von 1 für eine starke Zunahme des Interesses bis 5 für keine Interessensveränderung einen Mittelwert von 2,62 (SD = 0,88). Bei der Einschätzung der Bürger:innen zur „Selbstwirksamkeit des Umwelthandelns“ lag der Mittelwert bei 2,84 (SD = 0,55) und im Bereich der „Wissenschaftsmethodische[n] Kompetenzen“ bei 2,16 (SD = 0,61). Zur Untersuchung möglicher Effekte von Geschlecht, Alter und Bildungsabschluss wurden Mann-Whitney U Tests durchgeführt, wobei hinsichtlich des Geschlechtes keine signifikanten Unterschiede festgestellt wurden. Bei der Betrachtung möglicher Effekte durch das Alter der Bürger:innen wurde die Stichprobe in zwei Altersgruppen (Gruppe A  $\leq$  51 Jahre; Gruppe B  $\geq$  52 Jahre) geteilt und nach Durchführung des Mann-Whitney U Tests ebenfalls keine signifikant unterschiedliche Tendenzen erhalten. Einen signifikanten Unterschied gab es jedoch bei der Bewertung der Stickstoff-Box zwischen Bürger:innen mit ( $M_{\text{Rank}} = 13,02$ ) und ohne akademischen Abschluss ( $M_{\text{Rank}} = 24,95$ ;  $U = 33.500$ ;  $Z = -3,364$ ,  $p < 0.001$ ,  $r = -0.58$ ).

### **Diskussion und Ausblick**

Die Ergebnisse zeigen, dass die Bürger:innen die Stickstoff-Box insgesamt positiv wahrgenommen und bewertet haben, wobei die Bewertung unter den Bürger:innen mit akademischen Abschluss signifikant positiver erfolgte als unter den Bürger:innen ohne akademischen Abschluss. Eine mögliche Ursache könnte in dem Umfang und der Komplexität des Materials liegen. Auf der einen Seite wurde versucht, die Box so einfach und für Laien verständlich wie möglich zu gestalten. Gleichzeitig sollten die Bürger:innen herausgefordert und in ihrem kritischen Denken, sowie in ihrer Kreativität und Entscheidungsfähigkeit bei der Durchführung von Experimenten gefördert werden (Yip et al., 2012). Für zukünftige Nutzung von Experimentierkästen mit Heimexperimenten lässt sich die Empfehlung ableiten, verstärkt auf eine Eignung für eine breit gefächerte Lerngruppe zu achten. Diese Differenzierung ist vor allem im Kontext von Citizen Science herausfordernd, da die Lernvoraussetzungen hier erheblich differenter ausfallen als in schulischen Kontexten.

Hinsichtlich der untersuchten Lernziele wurden lediglich leicht positive Effekte erhalten. Eine mögliche Ursache, die bereits im Vorfeld von einigen Bürger:innen rückgemeldet wurde, könnte darin liegen, dass beispielsweise im Bereich des „Interesse[s] an Umweltthemen“ bereits vor Durchführung der Studie ein großes Interesse vorlag, das sich nur bedingt weiter steigern ließ. Aufgrund der geringen Anzahl der Teilnehmer:innen lassen sich bei dieser Fragebogenstudie keine repräsentativen Aussagen treffen, sodass auf Basis dieser ersten Eindrücke bereits leitfadengestützte Interviews durchgeführt werden, welche im Zuge der weiteren Forschung ausgewertet werden. Durch diese Vertiefung sollen nicht nur mehr Informationen bezüglich Wirkung und Lerneffekte der Stickstoff-Box erhalten, sondern auch allgemeine Konzeptions- und Nutzungshinweise für Heimexperimente im Citizen-Science-Kontext abgeleitet werden können.

## Literatur

- Bonney, R., Cooper, C. B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. V. et al. (2009). Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. *BioScience*, 59(11), 977–984. <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.9>
- Brockhage, F., Lüsse, M., Pietzner, V. & Beeken, M. (2021). Citizen Science & Schule. Wie Schülerprojekte die Forschung zu Themen der Nachhaltigkeit vorantreiben können. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 32(183), 8–15.
- Brossard, D., Lewenstein, B. & Bonney, R. (2005). Scientific knowledge and attitude change: The impact of a citizen science project. *International Journal of Science Education*, 27(9), 1099–1121. <https://doi.org/10.1080/09500690500069483>
- Chandler, M., See, L., Copas, K., Bonde, A. M., López, B. C., Danielsen, F. et al. (2017). Contribution of citizen science towards international biodiversity monitoring. *Biological Conservation*, 213, 280–294. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.09.004>
- Cronje, R., Rohlinger, S., Crall, A. & Newman, G. (2011). Does Participation in Citizen Science Improve Scientific Literacy? A Study to Compare Assessment Methods. *Applied Environmental Education & Communication*, 10(3), 135–145. <https://doi.org/10.1080/1533015X.2011.603611>
- De Vries, T., Martin, J. & Paschmann, A. (2006). Heimexperimente - Ein erprobtes Projekt zum Thema Elektrochemie in der Sek. II. *CHEMKON*, 13(4), 171–179. <https://doi.org/10.1002/ckon.200610047>
- Fritz, S., See, L., Carlson, T., Haklay, M., Oliver, J. L., Fraisl, D. et al. (2019). Citizen science and the United Nations Sustainable Development Goals. *Nature Sustainability*, 2(10), 922–930. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0390-3>
- Herodotou, C., Aristeidou, M., Sharples, M. & Scanlon, E. (2018). Designing citizen science tools for learning: lessons learnt from the iterative development of nQuire. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 13(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s41039-018-0072-1>
- Hiller, S. E. & Kitsantas, A. (2014). The Effect of a Horseshoe Crab Citizen Science Program on Middle School Student Science Performance and STEM Career Motivation. *School Science and Mathematics*, 114(6), 302–311. <https://doi.org/10.1111/ssm.12081>
- Jollymore, A., Haines, M. J., Satterfield, T. & Johnson, M. S. (2017). Citizen science for water quality monitoring: Data implications of citizen perspectives. *Journal of Environmental Management*, 200, 456–467. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.05.083>
- Kruse, K., Kiessling, T., Knickmeier, K., Thiel, M. & Parchmann, I. (2020). Chapter 11. Can Participation in a Citizen Science Project Empower Schoolchildren to Believe in Their Ability to Act on Environmental Problems? In I. Parchmann, S. Simon & J. Apotheker (Hrsg.), *Engaging Learners with Chemistry* (S. 225–240). Cambridge: Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/9781788016087-00225>
- Peter, M., Diekötter, T. & Kremer, K. (2019). Participant Outcomes of Biodiversity Citizen Science Projects: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 11(10), 2780. <https://doi.org/10.3390/su11102780>
- Phillips, T., Porticella, N. & Bonney, R. (2017). *Skills for Science Inquiry Scale (Custom)*. *Technical Brief Series* (Cornell Lab of Ornithology, Hrsg.). Ithaca NY.
- Phillips, T., Porticella, N., Bonney, R. & Grack-Nelson, A. (2015). *Interest in Science and Nature Scale (Adult Version)*. *Technical Brief Series* (Cornell Lab of Ornithology, Hrsg.). Ithaca NY.
- Porticella, N., Phillips, T. & Bonney, R. (2017). *Self-Efficacy for Environmental Action Scale (SEEA, Custom)*. *Technical Brief Series* (Cornell Lab of Ornithology, Hrsg.). Ithaca NY.
- Sullivan, B. L., Phillips, T., Dayer, A. A., Wood, C. L., Farnsworth, A., Iliff, M. J. et al. (2017). Using open access observational data for conservation action: A case study for birds. *Biological Conservation*, 208, 5–14. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.04.031>
- Yip, J., Clegg, T., Bonsignore, E., Gelderblom, H., Lewittes, B., Guha, M. et al. (Hrsg.). (2012). *Kitchen Chemistry: Supporting Learners' Decisions in Science*.