



Bundesamt
für Strahlenschutz

Ressortforschungsberichte zum Strahlenschutz

Untersuchung zur Nutzbarkeit von Citizen Science zur Gewinnung von Daten zur Radoninnenraumkonzentration

Vorhaben 3621S12230

IZT - Institut für Zukunftsstudien und
Technologiebewertung gemeinnützige GmbH

C. Kahlisch
J. Maier
B. Oertel

Das Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz,
nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) und im Auftrag des Bundesamtes
für Strahlenschutz (BfS) durchgeführt.

Dieser Band enthält einen Ergebnisbericht eines vom Bundesamt für Strahlenschutz im Rahmen der Ressortforschung des BMUV (Ressortforschungsplan) in Auftrag gegebenen Untersuchungsvorhabens. Verantwortlich für den Inhalt sind allein die Autoren. Das BfS übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie die Beachtung privater Rechte Dritter. Der Auftraggeber behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit seiner Zustimmung ganz oder teilweise vervielfältigt werden.

Der Bericht gibt die Auffassung und Meinung des Auftragnehmers wieder und muss nicht mit der des BfS übereinstimmen.

Impressum

Bundesamt für Strahlenschutz
Postfach 10 01 49
38201 Salzgitter

Tel.: +49 30 18333-0

Fax: +49 30 18333-1885

E-Mail: ePost@bfs.de

De-Mail: epost@bfs.de-mail.de

www.bfs.de

BfS-RESFOR-218/23

Bitte beziehen Sie sich beim Zitieren dieses Dokumentes immer auf folgende URN:

urn:nbn:de:0221-2023091839254

Salzgitter, September 2023

FKZ: 3621S12230

Untersuchung zur Nutzbarkeit von Citizen Science zur Gewinnung von Daten zur Radoninnenraumkonzentration

Abschlussbericht

vorgelegt dem Bundesamt für Strahlenschutz

von

IZT - Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gemeinnützige GmbH

Carolin Kahlisch

Jennifer Maier

Britta Oertel

Berlin, den 29.07.2022

Inhalt

Kurzzusammenfassung.....	3
1 Einleitung.....	5
1.1 Hintergrund und Zielsetzung	5
1.2 Aufgabenstellung und Umsetzung im Projekt	7
1.3 Aufbau des Berichts und Vorgehensweisen	8
2 Forschungsstand zu Citizen Science	10
2.1 Begriffsverständnis	10
2.2 Citizen Science in Deutschland.....	11
2.3 Citizen Science in der EU	14
2.4 Citizen-Science-Prinzipien der European Citizen Science Association	15
2.5 Vorteile und Herausforderungen des Citizen-Science-Ansatzes	17
3 Citizen Science in der Radon-Forschung.....	20
3.1 Internationale Überblicksstudie.....	20
3.2 Citizen Sensing und Datenspende	20
3.3 Erkenntnisse einer internationalen Übersichtsstudie zu Radon- Projekten mit Citizen-Science-Ansatz	22
3.3.1 Beteiligungsebenen von Citizen-Science-Projekten.....	22
3.3.2 Internationale Citizen-Science-Projekte im Radonbereich	24
3.3.3 Erweiterung der ECSA-Prinzipien für die Radon-Forschung	35
4 Mögliche Herangehensweisen zur Nutzung von Citizen Science für die Gewinnung von Daten zur Radoninnenraumkonzentration in Deutschland	38
4.1 Leitgedanken für ein Citizen-Science-Projekt zu Radon in Deutschland	38
4.2 Vorüberlegungen.....	39
4.3 Lösungsvorschlag und Umsetzungshinweise.....	46
4.3.1 Ausgangslage.....	46
4.3.2 Einsatz elektronischer Messgeräte	48
4.3.3 Messvorgang und Datenqualität	49
4.3.4 Metadaten und Fragebogen.....	51
4.3.5 Datenerfassung und -visualisierung.....	52
4.3.6 Kommunikationsplattform	53
5 Resümee.....	55
Abbildungsverzeichnis	57
Tabellenverzeichnis	58
Literaturverzeichnis	59
Anhang	64

Kurzzusammenfassung

Das IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung bearbeitete im Auftrag des Bundesamts für Strahlenschutz das Forschungsprojekt „Untersuchung zur Nutzbarkeit von Citizen Science zur Gewinnung von Daten zu Radoninnenraumkonzentration“. Aufgabe des Forschungsvorhabens war es, den Nutzen sowie ggf. konkrete Vorschläge zur Umsetzung eines Citizen-Science-Projektes zu Radon in Deutschland zu erarbeiten. Zentrale Aufgaben eines etwaigen Citizen-Science-Projektes soll die Datengewinnung von Radoninnenraumkonzentrationen, vorzugsweise mit elektronischen Messgeräten, sowie die Verbesserung des Radonwissens in der breiten Bevölkerung sein. Bei der Konzeption eines Citizen-Science-Projektes waren messtechnische, soziale, gesellschaftliche und rechtliche Aspekte einzubeziehen.

Das Projekt gliederte sich in zwei Arbeitspakete, die aufeinander aufbauen:

- AP 1: Aufarbeitung des Stands der Forschung zum Thema Citizen Science (überblicksartig) sowie Recherche und Zusammenfassung von Citizen-Science-Projekten in Deutschland sowie international durchgeführten Projekten zu Radon,
- AP 2: Evaluation der Ergebnisse und Erarbeitung von Optionen zur Umsetzung eines Citizen-Science-Projektes im Zusammenhang mit Radon in Deutschland.

Die Ergebnisse des Forschungsprojektes zur Nutzbarkeit von Citizen Science für die Gewinnung von Daten zur Radonkonzentration in Innenräumen sind:

- Citizen Science eignet sich grundsätzlich für die Gewinnung von Daten zur Radoninnenraumkonzentration und kann eine Ergänzung zu behördlich und gesetzlichen vorgeschrieben Radonmessungen darstellen.
- Voraussetzung für eine breite Beteiligung der Bürger*innen ist die klare Formulierung einer Forschungsfrage ausschlaggebend.
- Mit einem Citizen-Science-Projekt ist es möglich, die Bekanntheit des Themas Radon und seiner Auswirkungen auf die Gesundheit der Menschen in Deutschland zu steigern. Diese Wirkung ist zwar als Nebenfolge intendiert, darf jedoch hinsichtlich ihrer Bedeutung nicht das vorrangige Ziel des wissenschaftlichen Erkenntnisgewinns bzw. die „Forscherrolle“ der Bürger*innen dominieren. Im Vordergrund stehen muss die Wertschätzung der Bürger*innen im wissenschaftlichen Erkenntnis- bzw. Citizen-Science-Prozess.
- Der Einsatz von elektronischen Messgeräten für Kurzzeitmessungen ist denkbar, jedoch ist zu definieren, nach welchem Prinzip die Messungen erfolgen müssen, damit die Daten für das BfS verwertbar sind.

- Die Bereitstellung elektronischer Messgeräte ist mit Kosten, Prozessgestaltungen sowie in der Regel mit Partnerschaften mit Multiplikator*innen verbunden.

Lösungsvorschlag:

Vorgeschlagen wird, ein Radon-Citizen-Science-Projekt durchzuführen, bei dem die Adressaten über Bibliotheken erreicht und elektronische Messgeräte in dieser Zusammenarbeit verteilt werden.

Der vorgeschlagene Lösungsweg basiert auf folgenden Charakteristika:

- Fokussierung auf Citizen Science bei gleichzeitiger nachgelagerter Berücksichtigung von Öffentlichkeits- und Informationskampagnen zur Sensibilisierung der Bevölkerung für das Thema Radon,
- Anbindungspotenzial an bestehende geobasierte Radon-Datensammlungen des BfS,
- Zusammenarbeit mit Bibliotheken als meistgenutzte Bildungs- und Kultureinrichtungen und Erfahrungswissen in vergleichbaren Projekten,
- Zeitliches begrenztes Leihsystem für die Nutzung von elektronischen Radon-Messgeräten,
- Elektronisches Messgerät mit hoher Bedienungsfreundlichkeit und Möglichkeit zur Gewährleistung von Datenschutz und Privatsphäre.

Dieser Lösungsvorschlag wird als am aussichtreichsten eingestuft. Kooperationen mit anderen Multiplikator*innen wie Schulen, Nachbarschaftsinitiativen oder Betriebs- und Personalräten sind als Optionen ebenfalls denkbar.

1 Einleitung

1.1 Hintergrund und Zielsetzung

Radon ist ein radioaktives Edelgas. Es entsteht beim radioaktiven Zerfall des im Erdboden und in Gesteinen vorhandenen natürlichen Urans. Das Element kommt natürlich, aber regional sehr unterschiedlich im Erdreich vor. In Deutschland sind hohe Radonkonzentrationen im Boden vor allem in den südlichen Bundesländern durch Messungen an Referenzpunkten nachgewiesen. In Gebieten mit hohen Radonkonzentrationen in der Bodenluft und guter Bodenpermeabilität kann sich Radon in Gebäuden anreichern – vor allem dann, wenn die bauliche Abdichtung gegenüber dem Boden nicht gegeben ist, weil beispielsweise die Bodenwanne undicht ist. Auch Kellerböden aus Kies, Erde oder Lehm oftmals in alten Häusern oder undichte Kabel- und Lüftungsschächte sind typische Schwachstellen. Da der Luftdruck in Gebäuden in der Regel wenige Pascal unter dem Luftdruck außerhalb des Gebäudes liegt, kann Radon bereits durch kleinste Risse ins Gebäude gelangen und sich dort anreichern. Die Jahresmittelwerte der Radon-Aktivitätskonzentration in Gebäuden betragen gewöhnlich zwischen 5 Becquerel pro Kubikmeter bis etwa 30 Becquerel pro Kubikmeter Innenluft und können kleinräumig deutlich höher liegen (BfS 2019).

Es herrscht Übereinstimmung, dass mit der Radonexposition in Innenräumen gesundheitliche Risiken einhergehen: Epidemiologische Untersuchungen ergeben eine statistisch signifikante Zunahme des Risikos von Lungenkrebserkrankungen oberhalb des Wertes von 100 Becquerel pro Kubikmeter Innenluft. Die Kombination von Rauchen und Radon erhöht das individuelle Lebenszeitrisko. Das Risiko einer Lungenkrebserkrankung steigt linear mit der Radonexposition an (WHO 2009).

Der Schutz der Bevölkerung vor Radon in Innenräumen wird in Deutschland im Strahlenschutzgesetz geregelt. Im § 124, Abschnitt 2 „Schutz vor Radon in Aufenthaltsräumen des Strahlenschutzgesetzes“ wurde zum 01.01.2019 ein Referenzwert von 300 Becquerel pro Kubikmeter Luft festgelegt. Wird dieser überschritten, sollten Maßnahmen zur Senkung der Radon-Konzentration im Gebäude ergriffen werden. Konkrete Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung wurden vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) im sog. Radonmaßnahmenplan festgehalten. Ein Bereich des Maßnahmenplans betrifft die Öffentlichkeitsarbeit und die Förderung der Eigeninitiative der Bevölkerung zum Schutz vor Radon in Innenräumen. Auf der Grundlage des § 125 des Strahlenschutzgesetzes sollen in Deutschland durch Behörden der Länder Maßnahmen zur Ermittlung von Aufenthaltsräumen angeregt werden, in denen die über das Jahr gemittelte Radon-Aktivitätskonzentration in der Luft den Referenzwert von 300 Becquerel pro Kubikmeter (Jahresmittel) überschreitet. Darüber hinaus sind Betroffenen Maßnahmen zu empfehlen, die über technische oder andere Mittel zur Verringerung der Exposition gegenüber Radon beitragen (BMU 2019).

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) als organisatorisch selbstständige wissenschaftlich-technische Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) arbeitet für die Sicherheit und den Schutz des Menschen und der Umwelt vor den Gefahren durch Strahlung. Zu den behördlichen Aufgaben zählt auch die Information der Öffentlichkeit.

Seit Ende 2021 und einer Ergänzung der Strahlenschutzverordnung im Oktober 2021 (Ergänzung des Paragraphen 155) erhält das BfS die Ergebnisse der vorgeschriebenen Radon-Messungen an Arbeitsplätzen durch die sog. anerkannten Messstellen für Radonmessungen. Die anonymisierten Daten dürfen danach durch das BfS für Forschungszwecke genutzt werden. Für die Datenübertragung stellt das BfS seit Dezember 2021 ein Datenübermittlungsportal zur Verfügung, das eine schnelle, standardisierte und anonymisierte Datenübertragung ermöglicht (BfS 2021).

Vor diesem Hintergrund prüft das BfS, ob und inwiefern sich Citizen Science eignet, um die Datengewinnung von Radonkonzentrationen in Innenräumen zu erhöhen sowie das Radonwissen in der Bevölkerung zu erhöhen. Dieser Bericht diskutiert hierzu Lösungsansätze. Zudem werden messtechnische, soziale, gesellschaftliche und rechtliche Aspekte aufgezeigt, die bei der Konzeption eines zukünftigen Citizen-Science-Projektes zu beachten sind.

Aufgabe dieses Berichts ist es, den aktuellen Sachstand zum Thema Citizen Science zu erheben und einzuordnen, beispielhafte Citizen-Science-Projekte mit Bezügen zur Radon-Forschung zu analysieren, um darauf aufbauend Handlungsoptionen für das BfS aufzuzeigen.

Vorarbeiten des BfS zur Messung von Radoninnenraumkonzentrationen

Neben der Bereitstellung von konkreten Informationen auf der BfS-Website, wie und mit welchen Messgeräten Bürger*innen die Radonkonzentration in Aufenthaltsräumen messen können, beauftragte das BfS im Jahr 2019 eine Studie zur Messung der Radonkonzentration in Wohnräumen (<https://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/radon/karten/studie.html>). Ziel war es, deutschlandweit zeitgleich in 6.000 Wohnungen Radonwerte über einen Zeitraum von 12 Monaten zu messen. Dazu wurden Haushalte in Deutschland angeschrieben und gebeten an der Studie teilzunehmen. Die Teilnahme an der Studie und somit auch die Messgeräte waren für die Teilnehmer*innen kostenfrei. Über die Website des Sachverständigenbüros erfolgte die Anmeldung zum Projekt. Da mehr als 6.000 Anmeldungen eingingen, fand ein Auswahlprozess statt. Die ausgewählten Haushalte erhielten auf dem Postweg zwei (passive) Messgeräte des gleichen Typs (Exposimeter mit Kernspurdetektoren), einen Freiumschlag für die Rücksendung der Messgeräte sowie eine ID zur Dateneingabe auf der Website des Sachverständigenbüros. Die Messungen waren selbstständig und unter Zuhilfenahme einer Aufstellanleitung vorzunehmen. Sie sollten in zwei unterschiedlichen Zimmern durchgeführt werden. Für die Bewertung der Messergebnisse übermittelten die Teilnehmenden Angaben zum Gebäude, zu den Wohnräumen, in denen die Messungen vorgenommen wurden sowie Angaben zu Beginn und Ende des Messzeitraums. Die Auswertung erfolgte ohne Bezug

zu persönlichen Angaben oder Anschrift. Nach Rücksendung und Auswertung der Messgeräte in einem Labor konnten die Teilnehmenden die Messergebnisse über die Website des Sachverständigenbüros abrufen. Eine Erläuterung der Messergebnisse und die Empfehlung von Maßnahmen zur Reduzierung der Radonkonzentration war nicht vorgesehen. Der Abschlussbericht des Projektes soll 2022 vorliegen.

Mit dem Vorhaben „Wirkung staatlicher Fördermaßnahmen auf die Umsetzung von Radonsanierungsmaßnahmen im Wohnbereich – eine Potenzialanalyse“ (Illge et al. 2021) ließ das BfS prüfen, ob und in welcher Form ein staatliches Förderprogramm zur Sanierung von Wohngebäuden zu zusätzlichen Sanierungen von Gebäuden mit erhöhten Radonaktivitätskonzentrationen in der Innenraumluft führen würde. Für die Zielgruppenansprache diskutiert der Bericht in diesem Zusammenhang u. a. die Durchführung kostenloser Radon-Tests in Radonvorsorgegebieten und auch außerhalb dieser Gebiete. Als sinnvolle Zielgruppe von Informationsarbeit benennt der Bericht die gesamte Bevölkerung (und nicht nur die Wohngebäudeeigentümer*innen), um das Thema in der Bevölkerung insgesamt zu verbreiten.

1.2 Aufgabenstellung und Umsetzung im Projekt

Das IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung bearbeitete im Auftrag des Bundesamts für Strahlenschutz das Forschungsprojekt „Untersuchung zur Nutzbarkeit von Citizen Science zur Gewinnung von Daten zu Radoninnenraumkonzentration“. Aufgabe des Forschungsvorhabens war es, den Nutzen sowie ggf. konkrete Vorschläge zur Umsetzung eines Citizen-Science-Projektes zu Radon in Deutschland zu erarbeiten. Zentrale Aufgaben eines etwaigen Citizen-Science-Projektes soll die Datengewinnung von Radoninnenraumkonzentrationen, vorzugsweise mit elektronischen Messgeräten, sowie die Verbesserung des Radonwissens in der breiten Bevölkerung sein. Bei der Konzeption eines Citizen-Science-Projektes sind messtechnische, soziale, gesellschaftliche und rechtliche Aspekte einzubeziehen. Dazu wurde in einem ersten Schritt im Projekt zunächst der Stand der Wissenschaft im Bereich Citizen Science erarbeitet. Darüber hinaus wurden gelungene Citizen-Science-Projekte im naturwissenschaftlich-technischen Bereich in Deutschland sowie internationale Radon-Projekte identifiziert, beschrieben sowie Erfolgsfaktoren herausgearbeitet. Im zweiten Arbeitspaket standen darauf aufbauend Vorschläge zur Umsetzung eines Citizen-Science-Projektes durch das BfS im Mittelpunkt. Auf Basis der vorangegangenen Analysen sowie inhaltlicher Überlegungen der wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen wurden Projektideen verdichtet und dann die Umsetzungsmöglichkeiten mit Fachleuten der jeweiligen Themenfelder diskutiert. Ziel der Experteninterviews war es, eine erste Einschätzung zur Relevanz des Themas Radon in jeweiligen Handlungsfeld sowie zur möglichen Umsetzung von Citizen-Science-Projekten zu erhalten. Darauf aufbauend werden Kriterien für eine erfolgversprechendsten Strategien zur Umsetzung eines Citizen-Science-Projektes zu Radon aufgezeigt. Hierzu wird sowohl auf aktuelle Citizen-Science-Projekte und -Veröffentlichungen als auch Hinweise der interviewten Fachleute zurückgegriffen.

1.3 Aufbau des Berichts und Vorgehensweisen

Dieser Bericht gliedert sich in fünf Kapitel sowie einen Anhang, der Beschreibungen guter Beispiele für Citizen-Science-Projekte in Deutschland enthält. Der Aufbau des Berichtes orientiert sich an der im vorangegangenen Kapitel skizzierten Aufgabenstellung:

In Kapitel 2 wird der Forschungsstand zum Thema Citizen Science mit folgenden Schwerpunkten dargelegt: Begriffsverständnis, Citizen Science in Deutschland und der EU, Vorteile und Herausforderungen des Forschungsansatzes sowie den Prinzipien der guten wissenschaftlichen Praxis in Citizen-Science-Projekten. Die Literaturrecherche erfolgte sowohl in wissenschaftlichen Datenbanken als auch in Datenbanken nationaler und internationaler Citizen-Science-Netzwerke. Berücksichtigt wurde auch graue Literatur sowie sonstige im Internet verfügbare Informationsquellen wie Webseiten von Forschungsprojekten und veröffentlichte Vorträge auf Fachkonferenzen bzw. Workshops. Die Publikationen „The Science of Citizen Science“ (Vohland et al. 2021) sowie „Citizen Science“ (Hecker et al. 2018) fassen den Stand der Wissenschaft zu Thema Citizen Science zusammen und enthalten Verweise zu den relevantesten Originaltexten zum Thema.

In Kapitel 3 werden Aspekte aus dem Citizen-Science-Kontext für die Radon-Forschung dargestellt sowie die zentralen Ergebnisse einer aktuellen Studie zum Thema Citizen Science in der Radon-Forschung vorgestellt. Die Ergebnisse dieser Studie umfassen auch Gütekriterien mit Indikatoren und Fragen, die eine Bewertung von Citizen-Science-Projekten in der Radon-Forschung ermöglichen. Die in der Studie untersuchten internationalen Radon-Projekte mit Citizen-Science-Ansatz werden ebenfalls dargestellt. Die Projekte wurden nachrecherchiert und um relevante Informationen für das vorliegende Projekt, beispielsweise Öffentlichkeitsarbeit, ergänzt.

In Kapitel 4 werden mögliche Schwerpunkte und Ansatzpunkte für ein Citizen-Science-Projekt zur Gewinnung von Daten zu Radoninnenraumkonzentration in Deutschland vorgestellt. Grundlage für die Projektideen und Umsetzungsstrategien sind die Vorgehensweisen und Hinweise der internationalen und nationalen Projekte sowie eruiierende Expert*innengespräche. Das IZT ergänzt diese Vorgehensweise durch langjährige Expertise und Kompetenzen mit Ansätzen aus dem Social-Design zur Förderung gesellschaftlich wünschenswerter Denkweisen, Einstellungen und Verhaltensweisen. Lösungsansätze werden gezielt mit dem Fokus auf Strategien hin entwickelt, die durch soziale, transformative Prozesse zu der Vermittlung von Wissen und der Vernetzung der Gesellschaft beitragen.

Die Expert*innengespräche dienen der Überprüfung von möglichen Grundideen und Umsetzungskonzepten für eine möglichst breite Beteiligung an einem Citizen-Science-Projekt zu Radon. Die Expert*innen wurden anhand ihrer Funktion und Expertise in für die jeweilige Projektidee relevanten Verbänden oder Organisationen ausgewählt. Mit Fachleuten aus folgenden Bereichen wurden Fachgespräche in der Regel per Videokonferenz geführt:

- Wohnungswirtschaft,
- Bibliotheken,
- Bildungsministerien,
- Schulen,
- Strom- und Energieberatung (Caritas und Verbraucherzentrale),
- Online-Netzwerke mit Energiebezug,
- Personal- und Betriebsrät*innen,
- Berufsgenossenschaften und
- Nachbarschaftsnetzwerke.

Insgesamt konnten zehn Einschätzungen eingeholt werden. (Aufgrund der aktuellen Herausforderungen der Wärmeversorgung infolge des Ukraine-Krieges standen Vertreter*innen der Wohnungswirtschaft für Stellungnahmen nicht zur Verfügung.) Die Mehrheit der befragten Personen bat darum, im Bericht nicht namentlich genannt zu werden. Die Fachleute erklärten jedoch mehrheitlich ihre Bereitschaft, dem BfS für weitere Gespräche zur Verfügung zu stehen.

Im Vorfeld der Gespräche wurde den Expert*innen ein Kurzpapier zugesandt, welches das Thema Radon, das Forschungsprojekt sowie die zu diskutierenden Lösungsansätze kurz erläuterte. Drei Leitfragen sollten beantwortet werden:

- Ist diese Grundidee grundsätzlich denkbar und umsetzbar? Was spricht ggf. gegen diese Idee?
- Welche Voraussetzungen müssten aus Ihrer Sicht für eine erfolgreiche Umsetzung der Idee erfüllt sein?
- Wer könnte im Falle weiterer Gespräche der/die richtige Ansprechpartner*in für das BfS sein?

Dieser Bericht präsentiert als Ergebnis einen konkreten Vorschlag für ein Citizen-Science-Projekt und begründet ihn. Die im Rahmen der Projektbearbeitung geprüften Alternativen werden im Überblick dargestellt.

Im Anhang des Berichts werden aktuelle Citizen-Science-Projekte aus Deutschland vorgestellt, die unterschiedliche Bezüge zu einem zukünftigen BfS-Projekt aufweisen. Diese Initiativen sind zum Zeitpunkt der Berichterstellung meist noch nicht abgeschlossen.

2 Forschungsstand zu Citizen Science

2.1 Begriffsverständnis

Citizen Science, im deutschsprachigen Raum auch als Bürgerwissenschaften bezeichnet, ist ein Forschungskonzept, dessen Ursprünge mehr als hundert Jahre zurück reichen. Es entwickelte sich aus den Naturwissenschaften heraus. Das erste dokumentierte von Wissenschaftler*innen organisierte Projekt mit Beteiligung von Bürger*innen fand in den USA an Weihnachten des Jahres 1900 statt (<https://www.audubon.org/about/history-audubon-and-waterbird-conservation>). Die Bürger*innen wurden aufgerufen, Wintervögel zu zählen, um den Bestand von Arten zu erfassen. Der sog. Christmas Bird Count wird auch heute noch von der National Audubon Society organisiert. Bis heute wird diese Methode der Vogel- und Wildtierzählung in vielen Ländern der Erde praktiziert. In der wissenschaftlichen Literatur wird diskutiert, ob bereits Amateurforscher*innen im 18. und 19. Jahrhundert, die vorwiegend Naturbeobachtungen durchführten, eine frühe Form von Citizen Science darstellten (Strasser et al. 2019, Eitzel et al. 2017). Ein anderer Ansatzpunkt für Citizen Science wird in den sozialen Bewegungen der 1960er und 1970er Jahre gesehen, die die professionalisierte Wissenschaft kritisch betrachteten, mehr Offenheit und die stärkere Berücksichtigung der Bürger*innen in der Wissenschaft forderten (Strasser et al. 2019).

In Anlehnung an die historischen Vorläufer von Citizen Science wird das Konzept in der wissenschaftlichen Literatur meist auf zwei Begriffsverwendungen zurückgeführt: Zunächst bezeichnete Alan Irwin im Jahr 1995 ein wissenschaftliches Vorgehen, bei dem die Forschungsziele gemeinsam von Wissenschaftler*innen und der Öffentlichkeit bestimmt werden (Irwin 1995). Irwin verfolgte mit diesem Vorgehen das Ziel, die Öffentlichkeit und die Wissenschaft einander näher zu bringen, Möglichkeiten für eine aktivere "wissenschaftliche Bürgerschaft" in Betracht zu ziehen und die Öffentlichkeit stärker in den Dialog und die Entscheidungsfindung bei Fragen zu Risiken und Umweltbedrohungen einzubeziehen. Dieser Ansatz wird auch als demokratisches Konzept bezeichnet. Andere Begriffsverwendungen verstehen unter dem Begriff die Beteiligung der Öffentlichkeit an wissenschaftlicher Forschung bzw. die aktive Zusammenarbeit von Bürger*innen mit Wissenschaftler*innen zu Forschungszwecken. So nutzte Rick Bonney im Jahr 1996 den Begriff für Projekte am Cornell Lab of Ornithology in den Vereinigten Staaten, die die Öffentlichkeit in die Vogelforschung einbezogen (Bonney 1996). Das Vorgehen wurde gewählt, um mit Hilfe der Öffentlichkeit Daten über Vögel zu sammeln und zu übermitteln. Vergleichbare Projekte werden heute auch in Deutschland durchgeführt. Daran anknüpfend entwickelt sich der Begriff Crowdsourcing, der einen offenen Aufruf an eine große Gruppe zur Mithilfe bei einer bestimmten Arbeit meint und aus einer Zeitschrift WIRED aus dem Jahr 2006 stammt (<https://www.wired.com/2006/06/crowds/>).

Aus diesen historischen Wurzeln entwickeln sich stetig unterschiedliche Begriffe und Definitionen von Bürgerwissenschaft, die je nach Kontext wie der wissenschaftlichen Disziplin, Sprache, Land oder Forschungsdesign angepasst werden (Vohland et al. 2021).

Eitzel et al. (2017) gibt einen Überblick über die Terminologie von Citizen Science und dessen Kontext in unterschiedlichen Ländern der Welt. Eine Vereinheitlichung der Definition bzw. eine Festlegung auf Qualitätskriterien ist bisher global noch nicht gelungen. Citizen Science ist ein sich entwickelndes Forschungsgebiet, dessen Debatten tendenziell offen und Bottom-up zwischen Wissenschaftler*innen, Praktiker*innen und politischen Entscheidungsträger*innen geführt werden (Hecker et al. 2018).

Die European Citizen Science Association kennzeichnet Citizen Science bzw. Bürgerwissenschaft deshalb als einen flexiblen Ansatz, der an verschiedene Gegebenheiten und Disziplinen angepasst werden kann (ECSA 2015). Eine Liste mit ausgewählten Definitionen internationaler Akteure wie der Citizen Science Association (USA), der UNESCO oder nationaler Behörden findet sich im Buch „Citizen Science as a Science“ (Vohland et al. 2021, S. 15).

Die Zahl der Veröffentlichungen zum Thema Citizen Science ist in den letzten zehn Jahr international ebenso stark angestiegen wie die Anzahl an Projekten und die Fördermöglichkeiten (Vohland et al. 2021).

2.2 Citizen Science in Deutschland

Im Projekt „BürGER schaffen WISSen – Wissen schafft Bürger (GEWISS)“ (2014 - 2016) wurde das Thema Citizen Science in Deutschland erstmals in einem offenen Dialog mit Akteuren aus Wissenschaft, Gesellschaft und Politik diskutiert. Als Ergebnis wurde 2016 eine Definition von Citizen Science in Deutschland vorgelegt: „Citizen Science ist die Beteiligung von Personen an wissenschaftlichen Prozessen, die nicht in diesem Wissenschaftsbereich institutionell gebunden sind. Dabei kann die Beteiligung in der kurzzeitigen Erhebung von Daten bis hin zu einem intensiven Einsatz von Freizeit bestehen, um sich gemeinsam mit Wissenschaftlerinnen bzw. Wissenschaftlern und/oder anderen Ehrenamtlichen in ein Forschungsthema zu vertiefen. Obwohl viele ehrenamtliche Forscher*innen eine akademische Ausbildung aufweisen, ist dies keine Voraussetzung für die Teilnahme an Forschungsprojekten. Wichtig ist allerdings die Einhaltung wissenschaftlicher Standards, wozu vor allem Transparenz im Hinblick auf die Methodik der Datenerhebung und die öffentliche Diskussion der Ergebnisse gehören.“ (Bonn et al. 2016).

- 2013 wurde die Online-Plattform „Bürger schaffen Wissen“ (www.buergerschaffenwissen.de) eingerichtet. Sie ist eine Initiative verschiedener universitärer und nicht-universitärer Organisationen, die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wird. Als zentrale Anlaufstelle informiert sie über Citizen Science, leistet nationale und internationale Vernetzungsarbeit und reflektiert und fördert die Entwicklung der Bürgerforschung (<https://www.buergerschaffenwissen.de/ueber-uns>). Sie umfasst auch eine umfangreiche Datenbank mit abgeschlossenen und laufenden Citizen-Science-Projekten für ganz Deutschland.
- Im Jahr 2016 wurde das Grünbuch zur „Citizen Science Strategie 2020 für Deutschland“ veröffentlicht, in dem Bedarfe und Potenziale von Citizen

Science für Deutschland erörtert werden. Es fokussierte auf das Verständnis, die Bedarfe und Potenziale von Citizen Science in Deutschland (Bonn et al. 2016).

- Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) rief 2020 die Denkfabrik #FactoryWisskomm mit dem Ziel ein, Wissenschaftskommunikation und Wissenschaftsjournalismus zu stärken. In der #FactoryWisskomm arbeiteten 150 ausgewählte Expert*innen zusammen. Die als Ergebnis veröffentlichten „Handlungsperspektiven für die Wissenschaftskommunikation“ ordnen Citizen Science als direkte Partizipation an Forschung ein. Demnach weist Citizen Science eine wichtige Wissenschaftskommunikationskomponente auf und fördert den Austausch der Wissenschaft mit anderen Teilgruppen der Gesellschaft (BMBF 2021).
- Im Jahr 2022 erschien das Weißbuch „Citizen Science Strategie 2030 für Deutschland“. Das Weißbuch beschreibt die Förderlandschaft von bürgerwissenschaftlichen Projekten und stellt fest, dass der Forschungsansatz ein zunehmend wichtiges Instrument der Teilhabe sei und mit Zielsetzungen und Strategien verschiedener Ressorts der Bundesregierung verknüpft werde (Bonn et al. 2021). Außerdem heißt es im Weißbuch: Insgesamt werde eine „große Offenheit für die Förderung und Implementierung von Citizen Science als Forschungsansatz beobachtet“.

Dies zeigt sich u. a. daran, dass nicht nur Ministerien, sondern auch Universitäten und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen eigene Förderrichtlinien entwickeln und Schnittstellen einrichten, um Citizen Science in den jeweiligen Einrichtungen zu verankern. Dazu zählt auch der Aufbau regionaler Anlaufstellen mit dem Ziel des Wissensaustausches und Dialogs. Im Jahr 2020 wurde beispielsweise die erste Citizen-Science-Professur an der Universität Jena eingerichtet. Auch Verbände, Fachgesellschaften und öffentliche Einrichtungen wie Museen, Archive und Bibliotheken werden zu wichtigen Akteuren in der Entwicklung von Citizen Science in Deutschland (Bonn et al. 2021).

Nach Bonn et al. (2021) wird die Liste der Fachdisziplinen, die Citizen Science-Projekte umsetzen, vielfältiger. Aktivitäten in den Bereichen Social-Citizen-Science (z. B. Göbel, Henke, Mauermeister 2020), künstliche Intelligenz und Sensorik, Medizin und Gesundheitswissenschaften nehmen zu. Auch die Geistes- und Sozialwissenschaften integrieren den Citizen-Science-Ansatz zunehmend in ihre Forschung, wobei Aktivitäten insbesondere in Bibliotheken und Archiven zu beobachten sind (z. B. Sona 2021).

Die Autor*innen des Weißbuchs stellen jedoch auch kritisch fest, dass die Förderquote des BMBF bisher vergleichsweise gering ausfällt; in 2019 wurden demnach weniger als 5 % der eingereichten Projektskizzen gefördert. Außerdem werde beobachtet, dass die Integration der Projektergebnisse in politische und gesellschaftliche Entscheidungsprozesse kaum stattfindet.

Beeinflusst wird die Entwicklung von Citizen Science von technischen Entwicklungen. So tragen mobile Sensoren und Verfahren der Künstlichen Intelligenz zur Erweiterung des Einsatzes von Citizen Science bei. Außerdem befördern Entwicklungen der technischen

Infrastrukturen (Datenmanagement) die Möglichkeiten des Einsatzes von Citizen Science.

Citizen Science in der Ressortforschung in Deutschland

Wie in der Forschungsförderung gewinnt Citizen Science auch in den Behörden von Bund und Ländern an Aufmerksamkeit. Eine erste Arbeit, die sich mit der Anwendbarkeit von Citizen Science in der Ressortforschung beschäftigte, entstand 2017 im Auftrag des Umweltbundesamt (UBA). Das „Konzept zur Anwendbarkeit von Citizen Science in der Ressortforschung des Umweltbundesamtes“ (Rückert-John et al.) soll den Mitarbeiter*innen als Leitfaden für die Abschätzung der Eignung von Citizen Science in geplanten Forschungsvorhaben dienen. Weitere Behörden im Zuständigkeitsbereich anderer Bundesministerien, die Citizen Science bereits konkret anwenden oder die Anwendung planen sind das Thünen-Institut in Braunschweig (Agrar-Monitoring), der Deutsche Wetterdienst (WarnWetter-App) und das Bundesamt für Naturschutz (Biodiversitätsmonitoring).

Das Fachinstitut für Biodiversität des Thünen-Instituts richtete 2019 eine Arbeitsgruppe Citizen Science ein, die das Ziel verfolgt „den bürgerwissenschaftlich-basierten Ansatz für zukünftige Monitoringsysteme zu entwickeln und zu erproben, sowie Vorhaben an der Schnittstelle zwischen Agrarforschung, Gesellschaft und Politik durchzuführen.“ (<https://www.thuenen.de/de/bd/arbeitsbereiche/monitoring/monitoring-der-biologischen-vielfalt-in-agrarlandschaften/citizen-science/>). Zudem wird in dem Projekt „Gemeinsam Forschen@Thünen“ (2021 – 2023) untersucht, welche Anforderungen und Bedarfe mit dem Aufbau einer Aktions- und Vernetzungsplattform für Citizen Science in der Ressortforschung verbunden sind. Ein weiteres Projekt des Instituts für Biodiversitätsforschung am Thünen Institut trägt den Titel „Citizen Science als Ansatz in der Angewandten Biodiversitätsforschung in Agrarlandschaften“. In dem Projekt soll gemeinsam mit dem Julius Kühn-Institut - Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI) ein Citizen-Science-Konzept entwickelt und erprobt werden.

Ausgehend von der langen Tradition der Zusammenarbeit mit Ehrenamtlichen in vielen Bereichen des Naturschutzes plant das Bundesamt für Naturschutz (BfN), Citizen Science für das bundesweite Insekten-Monitoring einzusetzen. Zur Vorbereitung des entsprechenden Projektes wurde ein Workshop durchgeführt und dokumentiert. In dem Beitrag „Citizen Science und Insekten. Welchen Beitrag kann bürgerschaftliches Engagement für das Insekten-Monitoring leisten? Dokumentation des gleichnamigen Workshops“ (Ludwig et al. 2021) werden Erfahrungen zur Einbindung von Ehrenamtlichen in Projekte mit Insektenerfassungen sowie die Möglichkeiten und Grenzen der Bürgerbeteiligung aufgezeigt und diskutiert.

Citizen Science im Schulwesen

Bisher hat das Konzept von Citizen Science noch keinen Eingang in die Lehrpläne der Bundesländer gefunden (Bonn et al. 2021). In den Lehrplänen gäbe es jedoch Anknüpfungspunkte für Citizen Science, beispielsweise mit der Forderung den „Kompetenzerwerb im Bereich (natur-)wissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen zu ermöglichen sowie Fragestellungen aus der Forschungspraxis als Kontext im Unterricht

zu verwenden“ (Bonn et al. 2021). Bisher sind Lehrer*innen kaum mit der Citizen-Science-Community vernetzt. Die zeige sich auch daran, dass an einer Umfrage zu Citizen Science im Jahr 2020 nur wenige Lehrer*innen teilnahmen und diese nur vereinzelt angaben, bereits an Citizen-Science-Aktivitäten mit Schüler*innen teilgenommen zu haben. In diesen Projekten waren Schüler*innen der Klassenstufen 10 bis 12 beteiligt (Bonn et al. 2021).

2.3 Citizen Science in der EU

Die EU fördert länderübergreifende Aktivitäten im Bereich Citizen Science im Rahmen der Forschung und Entwicklung von Citizen-Science-Projekten und Netzwerkaktivitäten, beispielsweise im Rahmen der European Cooperation in Science and Technology (COST). Diese Initiative unterstützte rund 500 Wissenschaftler*innen aus Europa darin, Netzwerke zu bilden und die Bürgerwissenschaft näher zu untersuchen. Die Europäische Kommission setzte zudem eine Citizen-Science-Gruppe in der gemeinsamen Forschungsstelle der EU-Kommission (JRC) ein und ließ von 2015 bis 2020 die Verbreitung der Bürgerwissenschaften in Europa und der Welt untersuchen. Die Ergebnisse der Forschungsstelle sind in dem Bericht „Activity Report on Citizen Science – discoveries from a five year journey“ (Schade, Tsinaraki, Manzoni et al. 2020) zusammengefasst. Die Forschungsstelle förderte und testete u. a. mobile Anwendungen in Citizen-Science-Kontexten zur Unterstützung der europäischen Politik. Auch Künstliche Intelligenz oder Chatbots wurden in Citizen-Science-Kontexten angewendet und erste Erfahrungen mit digitalen Herangehensweisen gesammelt.

Gemeinsam mit Expert*innen aus Politik, öffentlicher Verwaltung, Wissenschaft und Gesellschaft erarbeitete die Arbeitsgruppe auch eine Erklärung zu neuen Möglichkeiten der Erfassung von Daten zur Luftqualität mit kostengünstigen Sensoren für Behörden und Citizen-Science-Initiativen (Schade et al. 2019). Darin wird bekräftigt, dass die Verbindung von Daten aus öffentlichen Überwachungsnetzen mit Daten aus Messungen mit kostengünstigen Sensoren die Nutzbarkeit von Luftqualitätsdaten verbessert. Die Europäische Kommission lies in diesem Zusammenhang ein Projekt zur Entwicklung einer Plattform für die Integration von Citizen-Science-Messdaten und öffentlichen Luftqualitätsdaten durchführen (Projekt: Air Quality Sensing, 2019 - 2021). Die Erkenntnisse der Citizen-Science-Gruppe sollen in den kommenden Jahren in Forschungsprojekten vertieft werden.

Eine Untersuchung der Citizen-Science-Landschaft in Europa führten Hecker, Garbe und Bonn (Hecker et al. 2018) im Jahr 2016 durch. Mit einer Online-Umfrage wurden umfassende Daten zu Citizen-Science-Projekten in Europa erhoben, u. a. zu den Zielstellungen, Herausforderungen und Finanzierungsstrukturen der Projekte. Die Ergebnisse zeigen ein Ost-West-Gefälle, d. h. Projektinitiativen werden häufiger in West-, Mittel- und Nordeuropa umgesetzt als in Süd- und Osteuropa. Thematisch überwiegen Projekte mit Bezug zur Biodiversitätsforschung.

Auch die Europäische Kommission lies Citizen-Science-Projekte in Europa untersuchen und bewerten. Hier lag der Schwerpunkt auf Projekten mit Relevanz für die europäische

Umweltpolitik (Bio Innovation Service 2018). Zusammenfassend zeigt diese Studie, dass Citizen Science das Potenzial hat, die Umweltpolitik zu unterstützen und unterstreicht die Bedeutung der Förderung einer Vielfalt der bürgerwissenschaftlichen Aktivitäten sowie ihre Innovationskraft.

Das informelle Netzwerk der nationalen Umweltagenturen Europas „EPA Network“ bearbeitet das Thema Citizen Science in einer eigenen Arbeitsgruppe, der sog. Interest Group on Citizen Science (IGCS) und bringt leitende Vertreter*innen europäischer Umweltschutzbehörden mit Interesse an Citizen Science zusammen. Das UBA ist Mitglied dieser Arbeitsgruppe. Der Zusammenschluss setzt sich für ein besseres Verständnis und für die Nutzung von Citizen Science in der Umweltpolitik und Verwaltung ein.

Website: <https://epanet.eea.europa.eu/reports-letters/epa-network-interest-group-on-citizen-science/epa-network-interest-group-on-citizen-science>

Im Jahr 2021 untersuchten Vohland et al. die Entwicklung der Bürgerwissenschaft in Europa. Dazu führten sie eine Literaturrecherche durch und analysierten Daten des Informationsdienstes der Gemeinschaft für Forschung und Entwicklung (CORDIS). Der Umsetzungsstand wurde im Rahmen einer Piloterhebung über Bürgerwissenschaftsstrategien in ganz Europa erfasst. Die Erhebung wurde in Zusammenarbeit mit der Initiative „Citizen Science to Promote Creativity, Scientific Literacy, and Innovation throughout Europe“ der COST durchgeführt. Die Autor*innen konstatieren im Ergebnis, dass es kein einheitliches Forschungskonzept von Citizen Science in Europa gibt. Die jeweilige Ausrichtung hänge von der Geschichte, Kultur, der Rolle der Wissenschaft und den Government-Strukturen des jeweiligen Landes ab. Die Beteiligung der Bürger*innen an der Wissenschaft sei grundsätzlich überall möglich, hänge jedoch von den Finanzierungsmöglichkeiten und dem Engagement der Bürger*innen ab. Daraus resultiere auch, so die Autor*innen, dass Länder mit engagierten Bürger*innen und guten Finanzierungsmöglichkeiten den Diskurs um Citizen Science in Europa stärker prägen als andere Länder. Bestätigt wird dieses Bild, so Vohland et al. durch die Anzahl von Statusberichten oder Guidelines, die auf nationaler Ebene veröffentlicht werden. Vor allem Länder Westeuropas wie UK, Schweiz, Frankreich, Spanien, Portugal, Deutschland, Österreich und Portugal veröffentlichten eigene Berichte zum Thema Citizen Science. Lettland und Tschechien veröffentlichten ebenfalls jeweils einen Bericht.

2.4 Citizen-Science-Prinzipien der European Citizen Science Association

Die European Citizen Science Association (ECSA) stellt heute die Dachorganisation der Bürgerwissenschaften in Europa dar. Der gemeinnützige Verein, gegründet 2012 und mit Sitz im Berliner Museum für Naturkunde, unterstützt europäische und internationale Mitglieder bei der Durchführung von Forschungsarbeiten zu Citizen Science und bei der

Koordination von Citizen-Science-Initiativen. Die Organisation bündelt außerdem die Kommunikation zum Thema Citizen Science in Europa.

Eine Arbeitsgruppe der ECSA entwickelte unter Leitung des Naturkundemuseums London im Jahr 2015 zehn Prinzipien für eine gute wissenschaftliche Praxis in Citizen-Science-Projekten. Die Prinzipien wurden in mehr als 20 Sprachen übersetzt. Ziel des Prozesses war es dabei auch, unter Einbeziehung aller internationalen Mitglieder, die unterschiedlichen Sichtweisen auf Citizen Science in Kernaussagen zusammenzufassen. Diese Prinzipien sollen Politiker*innen, Forscher*innen und Projektleiter*innen Orientierung in einem sich entwickelnden Forschungsfeld geben und sie dabei unterstützen bürgerwissenschaftliche Projekte bestmöglich zu fördern, zu planen und umzusetzen.

Für diese Liste der Prinzipien wurden von wissenschaftlicher Seite Ergänzungen in Bezug auf Radon vorgeschlagen. In Kapitel 3.3.3 wird die erweiterte Liste der ECSA-Prinzipien vorgestellt.

2.5 Vorteile und Herausforderungen des Citizen-Science-Ansatzes

Pettibone et al. (2016) stellten Vorteile für die Wissenschaft, für die Gesellschaft und für die beteiligten Bürger*innen wie folgt zusammen (Tabelle 1).

Tabelle 1 Vorteile des Citizen-Science-Ansatzes

Mehrwert für die Wissenschaft	Mehrwert für die Gesellschaft	Mehrwert für die Beteiligten
<ul style="list-style-type: none"> • Inspiration und Generierung von Forschungsfragen durch Einbringung neuer Ideen, Fragestellungen, Methoden und anderen Wissensformen aus der Gesellschaft • Ermöglichung großer, räumlich und zeitlich skaliertes Datensätze • Diverse Auswertungskapazitäten z.B. von Fotos, Scans und Videosequenzen • Höhere Akzeptanz der Forschungsergebnisse • Evaluation der wissenschaftlichen Ergebnisse durch die Gesellschaft • Überprüfung der praktischen Relevanz und Anwendbarkeit wissenschaftlicher Ergebnisse 	<ul style="list-style-type: none"> • Generierung und Kommunikation von gesellschaftlich relevanten Forschungsfragen • Mitgestaltung einer transparenten Forschung • Übernahme von Verantwortung für die Mitwirkung in Forschung • Gestaltung eines Perspektivwechsels von allen Beteiligten • Möglichkeit zu gesellschaftlicher Transformation, z.B. Richtung Nachhaltigkeit • Bessere Übertragung von Forschungsergebnissen in die Praxis durch frühzeitige Einbindung gesellschaftlicher Akteure • Öffnung der Deutungshoheit der Wissenschaft • Stärkung der Zivilgesellschaft und Verwaltung 	<ul style="list-style-type: none"> • Beitrag zu wissenschaftlicher Erkenntnis leisten • Erhöhung der Bildung (auch Weiterqualifizierung) und des Wissenschaftsverständnisses • Mehr Akzeptanz und Verständnis für ein Problem • Innovative Ideen in die Wissenschaft einbringen • Teilhabe an politischen Entscheidungsprozessen durch inhaltliche Beiträge • Einbringen von Ideen und Vorschlägen zu Alternativen • Kritische Hinterfragung der wissenschaftlichen Ergebnisse • Mitwirken an besserer Umwelt und besserer Gesellschaft • Spaß haben und teilen

Quelle: Pettibone et al. (2016)

Neben den Vorteilen des Citizen Science-Ansatzes werden in der Literatur, u. a. im Entwurf des Weißbuchs „Citizen Science Strategie 2030“, Herausforderungen benannt. In Bezug auf Deutschland wird konstatiert, dass die Erkenntnisse aus Citizen-Science-Projekten im Vergleich zu nur im Wissenschaftsbereich angelegten Forschungsprojekten nicht als gleichwertig anerkannt werden. Außerdem sei das Vertrauen in die Qualität der durch Bürger ermittelten Daten noch nicht hoch genug. Weiterentwicklungen seien noch in der Qualitätssicherung und im Datenmanagement notwendig. Zudem müsse in der Regel eine größere Diversität der teilnehmenden Bürger*innen erreicht werden. Faktoren, die gesellschaftliche Gruppen ein- oder ausschließen müssen adressiert werden. Auch die geringe Anerkennung von Bürger*innen in Projekten als Miterfinder*innen oder Mitautor*innen (z. B. durch fehlende Erwähnung in Publikationen) sei problematisch. Eine weitere Gefahr sei, dass Aufgaben zum Zweck der Projektkostenreduzierung an Bürger*innen ausgelagert werden und somit nicht der bürgerwissenschaftliche Ansatz, sondern Kosteneinsparungen im Vordergrund ständen. Die Autor*innen weisen auf eine zu geringe Sichtbarkeit von Citizen Science in der Öffentlichkeit hin und stellen fest, dass die Akzeptanz bei Forscher*innen und Fördermittelgebern in Deutschland erhöht werden sollte.

Diese Aspekte werden in der internationalen wissenschaftlichen Literatur wie folgt diskutiert:

Diversität / Inklusion

Mit Bezug zu Diversität und Inklusion gilt die Einbeziehung vielfältiger gesellschaftlicher Gruppen und Teilnehmer*innen als Voraussetzung für die Demokratisierung der Wissenschaft durch Citizen Science (Bonney et al. 2016, S. 12). Inklusion umfasst in diesem Kontext Aspekte wie das Geschlecht, die Religionszugehörigkeit, den sozioökonomischen und soziokulturellen Status sowie die Berücksichtigung von Hierarchien und Machtverhältnissen (Paleco et al. 2021).

Inklusion beginnt bereits bei der Zusammensetzung des wissenschaftlichen Forschungsteams. Darüber hinaus ist die Bestimmung der Zielgruppe entscheidend. Auch sind Materialien und Methoden sowie Kommunikationsstrategien und ggf. Workshops oder Schulungsformate an die Teilnehmer*innen anzupassen bzw. sogar neu zu entwickeln (ebd.). Auch mit einer realitätsnahen Zeit- und Terminplanung kann dazu beitragen werden, dass so viele Interessierte wie möglich am Projekt teilnehmen können. Auch der Ort für Begegnungen sollte bewusst gewählt werden, denn auch Universitätsräume können abschreckend wirken (Tauginiené et al. 2021)

Rechtliche Aspekte

Die rechtlichen Fragestellungen in Citizen-Science-Projekten sind durch die digitalen Möglichkeiten der Zusammenarbeit von Bürger*innen in den vergangenen Jahren komplexer geworden. Im Entwurf des Weißbuchs „Citizen Science Strategie 2030“ wird herausgestellt, dass es gegenwärtig einen hohen Beratungsbedarf zu rechtlichen Fragestellungen gebe. Beratungsbedarfe bestehen insbesondere in Bezug auf Datenschutz, Urheberrecht/geistiges Eigentum, Versicherungsschutz und Bildrechte.

Für den Bereich „Recht“ werden im Weißbuch Handlungsempfehlungen formuliert, die u. a. finanzielle Unterstützung von Rechtsberatungsangeboten fordern sowie Anlaufstellen in Forschungs- und Bildungseinrichtungen.

Ethische Aspekte

Ethische Aspekte müssen im Rahmen von Forschungsprojekten mit Citizen Science-Ansatz gezielt berücksichtigt werden. In der Literatur finden sich Hinweise auf kritische Punkte, die sich im Besonderen auf das Verhältnis zwischen Wissenschaftler*innen und Bürger*innen beziehen. Tauginiené et al. (2021) weisen auf ethische Herausforderungen beispielsweise auf die politische Instrumentalisierung von Citizen-Science-Projekten hin. Denn bürgerwissenschaftliche Projekte können auch dazu dienen, politische Ziele zu erreichen, besonders wenn der Anteil der Bildungsarbeit im Projekt hoch sei. Die Autor*innen problematisieren außerdem die Gefahr der Nichteinhaltung wissenschaftlicher Standards sowie den möglichen Missbrauch von Daten oder der Erkenntnisse durch Bürger*innen als Herausforderung. Zudem könne es zu Interessenskonflikten von Bürgerwissenschaftler*innen kommen, wenn sie beispielsweise falsche wissenschaftliche Schlussfolgerungen unterstützen oder Projektdaten nutzen, um Interessen außerhalb des Projektes zu verfolgen.

In Deutschland existieren noch keine Richtlinien oder Leitfäden, die die Einbeziehung von Bürger*innen in Forschungsprojekte unter Beachtung ethischer Aspekte regeln. Unklar ist in diesem Zusammenhang auch, wer bei der Formulierung solcher Richtlinien beteiligt sein sollte. Im Bereich „Ethik“ empfehlen die Autor*innen des Weißbuchs, dass das Thema Citizen Science in die Arbeit bestehender Ethikräte oder -kommissionen in der Wissenschaft aufgenommen werden sollte. Zudem fordern sie von allen Beteiligten (Vertreter*innen aus Politik, Praktiker*innen und Wissenschaftler*innen) die gemeinsame Formulierung von „Spielregeln“ für die Beteiligung von Bürger*innen an Forschungsprojekten.

3 Citizen Science in der Radon-Forschung

3.1 Internationale Überblicksstudie

Ergebnisse einer internationalen Übersichtsstudie von Martell et al. (2021) zu Radon-Projekten mit Citizen-Science-Ansatz folgern, dass Citizen-Science-Projekte einen Beitrag zur Radon-Forschung leisten können. Laut den Autor*innen ermöglichen Citizen-Science-Projekte die aktive Beteiligung von Bürger*innen, generieren wissenschaftliche Ergebnisse und fördern das Verständnis der Gesellschaft für das Thema. Die Untersuchungen ergaben, dass die Initiativen meist von Behörden und Wissenschaftler*innen ausgehen (Top-down). Das geringe Risikobewusstsein in der Bevölkerung für Radon in einigen Ländern kann, so die Autor*innen, ein wichtiger Grund für Behörden sein, den Citizen-Science-Ansatz zu unterstützen. Es zeige sich auch, dass Citizen-Science-Initiativen einen wichtigen Beitrag zu nationalen Aktionsplänen und zur Umsetzung gesetzlicher Vorgaben leisten können. Projekte, die nicht nur auf Radon-Messungen, sondern auch auf die Reduzierung der Radonkonzentration in Innenräumen abzielen, hätten gezeigt, dass mehr Menschen Sanierungsmaßnahmen durchführten und so ihr Risiko einer Lungenkrebserkrankung senken können. Die Reduzierung des Radon-Risikos stellt demnach eine Motivation für die Projektteilnahme von Bürger*innen dar.

Martell et al. weisen außerdem darauf hin, dass Citizen-Science-Initiativen aus der Radon-Forschung kaum in Projektdatenbanken registriert sind. Der Wissens- und Erfahrungsaustausch in Wissenschaft und Praxis wird dadurch erschwert.

3.2 Citizen Sensing und Datenspende

Ansätze wie Citizen Sensing sind für die Radon-Forschung relevant und fokussieren auf Möglichkeiten, wie Bürger*innen befähigt werden, Daten zu Radon-Konzentrationen in Innenräumen selbst zu erheben.

Suman und van Geenhuizen (2020) beschreiben den Begriff Citizen Sensing (auch Participatory Sensing) als Untergruppe der Bürgerwissenschaften. Die Entwicklungen im Bereich Sensortechnologien, auch in Verbindung mit Smartphones (GPS, Bewegungssensoren etc.), sowie günstige intelligente Messsysteme ermöglichen es Bürger*innen beispielsweise Umwelt- oder Gesundheitsdaten (u. a. Evers-Wölk et al. 2018) selbst zu erheben. Dazu zählen Feinstaub, Lärm oder andere Gefahrstoffe oder gemessene individuelle Körperwerte. Intelligente Messsysteme sind Messeinrichtungen, die mit einer Kommunikationseinheit verbunden sind. Über die Kommunikationseinheit können Messdaten wie der Stromverbrauch aus der Ferne ausgelesen werden.

Die Autor*innen konstatieren in ihrem Beitrag, dass sich Bürger*innen in Citizen-Science-Projekten vor allem dann engagieren, wenn ein Risiko behandelt wird, das sie als relevant empfinden. Die wahrgenommene Gefährdung löst das Bedürfnis aus,

Zugang zu Daten aus erster Hand zu erhalten. Bürger*innen seien grundsätzlich bereit, Datenerhebungsmethoden anzuwenden, die üblicherweise von Expert*innen angewandt werden.

Weber et al. (2017) zeigen vier Ziele von Citizen Sensing auf:

- das Einbinden möglichst vieler Bürger*innen durch die Bereitstellung günstiger Technik für den Datenerhebungsprozess,
- die Möglichkeit Bürger*innen weiträumig zu erreichen, um viele und repräsentative Daten zu erheben,
- leichte Datenerhebung mit einfach zu bedienender Technik sowie
- die Daten möglichst vielen Interessierten frei zur Verfügung stellen.

Herausforderungen bei der Umsetzung von Citizen Sensing bestehen in der Gewährleistung der Datenqualität, da die Sensoren bzw. Messgeräte von Laien bedient werden oder die Qualität der Messgeräte ggf. von professioneller Ausstattung abweicht. Weber et al. verweisen auch auf die Gefahr, dass Daten absichtlich falsch oder für die Erreichung bestimmter Ziele gezielt beeinflusst und somit manipuliert werden könnten.

Die obige Aussage von Weber et al., dass es möglich sei, repräsentative Daten in Citizen-Sensing-Projekten zu erheben, ist vor dem Hintergrund der mit Citizen Science verbundenen Zielsetzungen zu hinterfragen. Zwar steht bei Citizen Science das Schaffen von (robustem) Wissen durch Bürgerwissenschaften im Vordergrund. Der Citizen-Science-Ansatz rückt jedoch die freiwillige und interessen geleitete Teilnahme von Bürger*innen an Datenerhebungen und nicht die Erfassung repräsentativer Daten in den Mittelpunkt (s. Kapitel 2 dieses Berichts). Es ist grundsätzlich nicht ausgeschlossen, dass erhobene Daten den Anspruch an statistische Repräsentativität für eine Stichprobe erfüllen können. Allerdings ist in der Literatur kein Citizen-Science-Projekt verzeichnet, das diesen Anspruch formuliert bzw. erfüllt. Es sind jedoch Citizen-Science-Projekte bekannt, die durch eine hohe Anzahl von Datensätzen aussagekräftige Hinweise zu wissenschaftlichen Zusammenhängen liefern, die ohne die Beteiligung von Bürger*innen kaum hätten erfasst werden können. Beispiele dafür sind die (wiederkehrenden) Aktionen zur Erfassung des Bestandes von Tierarten in Deutschland wie im Projekt „Mückenatlas“ (Pernat et al. 2021a/ 2021b). In der quantitativen Forschung ist eine Stichprobe dann repräsentativ, wenn sie die Population, aus der sie stammt und über die Aussagen getroffen werden sollen, möglichst unverzerrt „im Kleinen“ abbildet (Döring/Bortz 2016).

Datenspende

Der Begriff der Datenspende beschreibt eine bewusste und freiwillige Sammlung und Weitergabe von Daten zur Bearbeitung einer wissenschaftlichen Fragestellung. Die Daten werden zweckgebunden und anonymisiert meist durch eine hohe Zahl von Personen bzw. Organisationen für Forschungszwecke bereitgestellt, um so die Datenverfügbarkeit zu erhöhen (TAB 2022).

Das Prinzip der Datenspende gewinnt vor dem Hintergrund fortschreitender Digitalisierung und der zunehmenden Erfassung von Daten über digitale Geräte und Anwendungen an Bedeutung. Das wohl bekannteste Beispiel ist die Corona-Datenspende-App 2.0, über die mehr als 530.000 Personen Daten von ihren Fitnessarmbändern und Smartwatches dem Robert-Koch-Institut für wissenschaftliche Zwecke zur Verfügung stellen. Diese Daten können Hinweise auf Symptome einer COVID-19-Infektion liefern. Datenspenden wurden unter anderem auch für die Analyse von Verkehrsdaten im Rahmen des Radmesseprojektes der Zeitung „Der Tagesspiegel“ (Tagesspiegel 2019) genutzt, bei dem die Abstände von Fahrradfahrern zu vorbeifahrenden Autos gemessen wurden. Mit Bezug zu sozialen Medien werden Datenspendeverfahren genutzt, um beispielsweise den Personalisierungsgrad der auf den Computern angezeigten Ergebnisse von Suchmaschinenrecherchen zu analysieren (Krafft et al. 2018). Ein weiteres Beispiel für eine Datenspende ist das Reallabor-Projekt „Flexitility“. Über eine App konnten die Teilnehmer*innen des Reallabors die Zählerstände für Wasser und Strom eingeben und Auswertungen zu haushaltsbezogenen Einsparungen erhalten (Yildiz et al. 2021).

3.3 Erkenntnisse einer internationalen Übersichtsstudie zu Radon-Projekten mit Citizen-Science-Ansatz

3.3.1 Beteiligungsebenen von Citizen-Science-Projekten

Citizen Sensing und Datenspenden sind häufig genutzte Ansätze, die in der Radon-Forschung für die Datenerhebung genutzt werden. Martell et al. (2021) ermittelten und untersuchten in der Studie „Evaluation of citizen science contributions to radon research“ Citizen-Science-Projekte in der Radon-Forschung. Es handelt sich dabei um Projekte aus Italien, Irland, Israel, den USA sowie Kanada. Ziel war es, zu bewerten, inwiefern Citizen-Science-Projekte zur Radon-Forschung und zum Strahlenschutz beitragen können. Die Autor*innen betrachteten die ermittelten Projekte auf der Grundlage der vier Partizipationsebenen von Haklay (2013) - Crowdsourcing, Distributed Intelligence, Participatory Science und Extreme Citizen Science. Diese Partizipationsebenen weisen mit ihrem hierarchischen Charakter Bezüge zur oft zitierten „Leiter der Beteiligung“ von Sherry R. Arnstein (1969) auf.

„Crowdsourcing“ stellt die unterste Stufe der Beteiligung dar. Die Bürger*innen dienen als Mittler zur Erfassung von Daten und somit nur als „Sensoren“, verfügen über keinen Einfluss auf das Projektdesign und unterstützen das Projekt nur in der Datenerhebungsphase. Sie leisten demnach einen passiven Beitrag zum Projekt. In Bezug zur Radon-Forschung können durch Crowdsourcing Datenerhebungen wie Radon-Messungen und die dazugehörige Erfassung von Basisdaten (Haustyp, Baujahr etc.) durch Bürger*innen vorgenommen werden.

Auf der Ebene der „Distributed Intelligence“ übernehmen Bürger*innen zusätzlich grundlegende Analyse- und Interpretationsaufgaben. Sie können Kurse besuchen, um

sich weiterzubilden, Daten sammeln und selbst einfache Datenauswertungen vornehmen. Für die Radon-Forschung bedeutet dies, dass Bürger*innen nicht nur Radonkonzentrationen mit Messgeräten erfassen können, sondern auch in die Lage versetzt werden, die Ergebnisse selbst zu interpretieren und ggf. Schutzmaßnahmen zu recherchieren und zu ergreifen.

Mit Bezug zu „Participatory Science“ oder im deutschsprachigen Raum als „partizipative Forschung“ bekannt werden die (betroffenen) Bürger*innen bereits in die Entwicklung der Forschungsfragen einbezogen. Ergänzend zur Datenerfassung und Interpretation sind sie außerdem mit Unterstützung der Wissenschaftler*innen an der Erstellung von Projektberichten beteiligt.

Forschungsprojekte mit dem Ansatz der „Extreme Citizen Science“ stellen die intensivste Form der Bürgerbeteiligung dar und zeichnen sich dadurch aus, dass (betroffene) Bürger*innen idealerweise in den gesamten Forschungsprozess einbezogen werden. Ergänzend zur Datenerhebung, Interpretation und Verschriftlichung tragen die Bürger*innen auch zur Verbreitung der Ergebnisse bei. Die Methoden und Datenerhebungsinstrumente werden durch das Team der Forschenden so gewählt, dass sie von allem Beteiligten und unabhängig von ihrem sozialen Hintergrund und Kenntnisstand angewendet werden können.

3.3.2 Internationale Citizen-Science-Projekte im Radonbereich

Die folgenden Projektbeispiele sind der Studie von Martell et. al entnommen und zeigen die Bandbreite auf, wie Forschungsprojekte mit bürgerwissenschaftlichem Ansatz zu Radon bereits umgesetzt werden. Die Beispiele werden nach Beteiligungsebene geordnet dargestellt. Da nicht zu jedem Projekt Publikationen vorliegen, variiert die Ausführlichkeit der Beschreibungen.

Tabelle 2: Übersicht über internationale Radon-Projekte mit Citizen-Science-Ansatz

Projektname	Land	Beteiligungsebene
Evict Radon	Kanada	Crowdsourcing
RadonACCURACY	Israel	Crowdsourcing
Tennessee Radon Program	USA	Crowdcourcing
RADIOactivity-LABoratory (RadioLab)	Italien	Distributed Intelligence
Radon on the Radar (Residents Acting to Detect and Alleviate Radon)	USA	Distributed Intelligence
Pilot citizen science project in Wexford libraries	Irland	Distributed Intelligence
Pilotprojekt in den Main South/Piedmont-Vierteln von Worcester (Massachusetts)	USA	Participatory Science

Projekttitle	„Citizen Scientist“, heute „Evict Radon“
Laufzeit	2013 - laufend
Citizen-Science-Einstufung	Crowdsourcing
Raumbezug	Kanada, landesweit
Durchführende Stelle und Projektpartner	Universität Calgary Evict Radon
Bezug zum BfS-Projekt	passive Radon-Messungen, Erhöhung des Risikobewusstseins, Öffentlichkeitsarbeit, Anregungen zu Sanierungsmaßnahmen
Kosten/ Förderung	Unterstützt durch Stiftungen und Gesundheitsministerium
Website	https://evictradon.org/

In Calgary und Umgebung wurden in einem Zeitraum von 2013 bis 2016 rund 2.400 Wohnhäuser auf ihre Radonbelastung in den Innenräumen getestet (Stanley et al. 2017). Die Messungen dauerten im Mittel 103 Tage und wurden nach den Richtlinien des kanadischen Gesundheitsministeriums (Guide for Radon Measurements in Residential Dwellings (Homes)) durchgeführt. Die Teilnehmenden machten mittels einer Online-Befragung Angaben zu ihrem Haus, die das Baujahr sowie den Bau- und Fundamenttyp umfassten. Außerdem war die Angabe zum Standort des Detektors (Stockwerk und Wohnraum) notwendig. Teilnehmende, die sich aufgrund einer hohen Radonbelastung für bauliche Maßnahmen entschieden, wurden erneut zu einer Messung eingeladen.

Die Bewohner*innen der ausgewählten Orte wurden durch Print- und Online-Medien sowie über Fernsehen und Radio über das Projekt informiert und zur Teilnahme eingeladen. Sowohl Hauseigentümer*innen als auch Mieter*innen konnten an dem Projekt teilnehmen. Für die Radonmessung kauften die Teilnehmenden den Radon-Detektor „Radtrak²“, der für Langzeitmessungen ausgelegt ist und zu diesem Zeitpunkt 45 Dollar kostete. Der Versand der Detektoren bzw. des Testkits erfolgte durch die Projektleitung.

Nach Abschluss der Messungen sendeten die Teilnehmer*innen den Detektor an ein Auswertungslabor in die USA. Für die Rücksendung nutzten sie einen vorbereiteten Versandkarton.

Während des Test-Zeitraums gaben die Teilnehmenden in einer Online-Umfrage Durchschnittswerte der Radonmessung sowie Angaben zu Ihrem Haus bzw. ihrer Wohnung an. Die Ortsangabe wurde lediglich über die ersten drei Zahlen der Postleitzahl ausgewertet. Der Fragebogen ist unter <https://www.cmajopen.ca/content/cmajo/suppl/2017/03/29/5.1.E255.DC1/open-2016-0142-1-at.pdf> einsehbar.

Die Teilnehmenden wurden umfassend über die korrekte Durchführung der Messungen aufgeklärt. Fachleute des Canadian – National Radon Proficiency Program (C-NRPP) begleiteten und unterstützen bei der korrekten Umsetzung der Messungen.

Das Citizen-Science-Projekt von Calgary wird gegenwärtig durch die gemeinnützige Organisation Evict Radon fortgeführt, die sich mit den Problemen der Radonbelastung in Kanada auseinandersetzt. Evict Radon forscht interdisziplinär zu drei Fragestellungen: Welche Art von Gebäuden weist eine hohe oder niedrige Radonkonzentration auf? Wer ist von einer hohen Radonkonzentration betroffen und was kann die Politik tun, um Menschen vor hohen Radonkonzentrationen in Innenräumen zu schützen? Geleitet wird das Projekt von Dr. Aaron Goodarzi von der Universität Calgary.

Evict Radon bietet auf der Website evictradon.org für Bürger*innen Informationen zum Thema Radon in Innenräumen und ermöglicht es weiteren interessierten Teilnehmer*innen am Radon-Testverfahren teilzunehmen. Dazu können sich Interessierte das Testkit mit dem „Radtrak²“-Detektor bzw. seit November 2021 den „RadTrak³“-Detektor für Langzeitmessungen in den eigenen Wohnräumen bestellen. Die Kosten für das Testkit sind von den Teilnehmenden zu tragen und liegen derzeit bei etwa 55 Dollar. Über den Detektor hinaus sind in den Gebühren Anleitungen zur Platzierung und zur Registrierung enthalten sowie die Rücksendung des Detektors an das Labor, die Laboranalyse und ein Auswertungsbericht. Der Messzeitraum beträgt mindestens 90 Tage und sollte mit Beginn zwischen Mai und August rund 180 Tage betragen.

Über die Website erfolgt auch die Registrierung des Teilnehmenden und des Messgeräts (<https://evictradon.org/home-metric-survey/>). Über einen Online-Fragebogen sind Angaben zur Lage des Hauses und zu Gebäudemerkmalen zu tätigen. Anschließend erfolgt die Weiterleitung zur Website des Analyselabors, auf der das Messgerät noch einmal registriert wird sowie das Start- und Enddatum der Messung eingetragen werden muss. Das Messgerät wird nach Beendigung des Messzeitraums durch die Teilnehmenden an das Analyselabor gesendet.

Die Messergebnisse werden durch das Labor per E-Mail an die Teilnehmenden versandt. Die Website von Evict Radon hilft bei der Interpretation der Ergebnisse und gibt entsprechende Handlungsempfehlungen (<https://evictradon.org/radon/results/>).

Auf der Website finden sich Hinweise in Bezug auf die ethischen Aspekte der Beteiligung von Bürger*innen an der Forschung von Evict Radon. Zum einen wird angegeben, dass der Ethikausschuss der Universität Calgary die Studie genehmigt hat und sich Teilnehmende mit Fragen an den Ethikausschuss wenden können. Zum anderen wird daraufhin gewiesen, dass die Teilnehmenden mit den Radon-Messungen einen wichtigen Beitrag zur Krebsforschung in Kanada leisten. Zudem wird versichert, dass die erhobenen Daten anonymisiert in Kanada gespeichert und geschützt werden.

Zudem wird unter der Rubrik „Teilnahmebedingungen“ (<https://evictradon.org/terms-and-conditions/>) detailliert Stellung zu Themen wie Nutzen und Grenzen der Beteiligung, Privatsphäre und Informationen zum Testverfahren genommen.

Das Projekt betreibt Öffentlichkeitsarbeit über die sozialen Medien Facebook, Instagram und Twitter.

Projekttitle	Einbeziehung von Schulkindern in die Durchführung von Radon-Kurzzeittest „RadonACCURACY“
Laufzeit	2018 - 2020
Citizen-Science-Einstufung	Crowdsourcing
Raumbezug	Israel, landesweit
Durchführende Stelle und Projektpartner	Israel Institute of Technology (Technion), Taking Citizen Science to School (TCSS)
Bezug zum BfS-Projekt	passive Radon-Messungen, Erhöhung des Risikobewusstseins, Kartierung, Bildungsarbeit
Kosten/ Förderung	170.500 EUR, EU-Förderung „Horizon 2020“
Website	https://radonmap.online/indoorradon/

Im Rahmen des israelischen Forschungsprojektes „RadonACCURACY“ beschäftigten sich Wissenschaftler*innen mit den stark zeitabhängigen Schwankungen der Radonwerte in Innenräumen. Ziel des Projektes war es, statistische Algorithmen und Verfahren zur Überwachung der Radonbelastung in Innenräumen zu entwickeln, die die stark zeitabhängigen Schwankungen der Radonwerte über das Jahr hinweg miteinbeziehen.

Für die Erreichung des Projektziels wurden zahlreiche Kurzzeittest (3 bis 6 Tage) in Innenräumen durchgeführt. Die Forscher*innen nutzten den Citizen-Science-Ansatz und beteiligten Schulkinder, die in ihren eigenen Häusern und Wohnungen Radon-Messungen vornahmen. Das Zentrum „Taking Citizen Science to School (TCSS)“ unterstützte das Projekt, in dem es als Vermittler und Kommunikator zwischen Schulvertreter*innen und Forschenden agierte. Mehr als 14 Schulen (Mittel- und Oberschulen) aus verschiedenen Regionen Israels beteiligten sich an dem Projekt und nahmen mehr als 400 Kurzzeitmessungen vor. Für die Messungen wurden Geräte verwendet, die auf der Adsorption von Radon an Aktivkohle beruhen (Tsapalov et al. 2020). Für die Lehrer*innen wurde ein Leitfaden entwickelt, der über die richtige Durchführung der Radon-Messungen informierte.

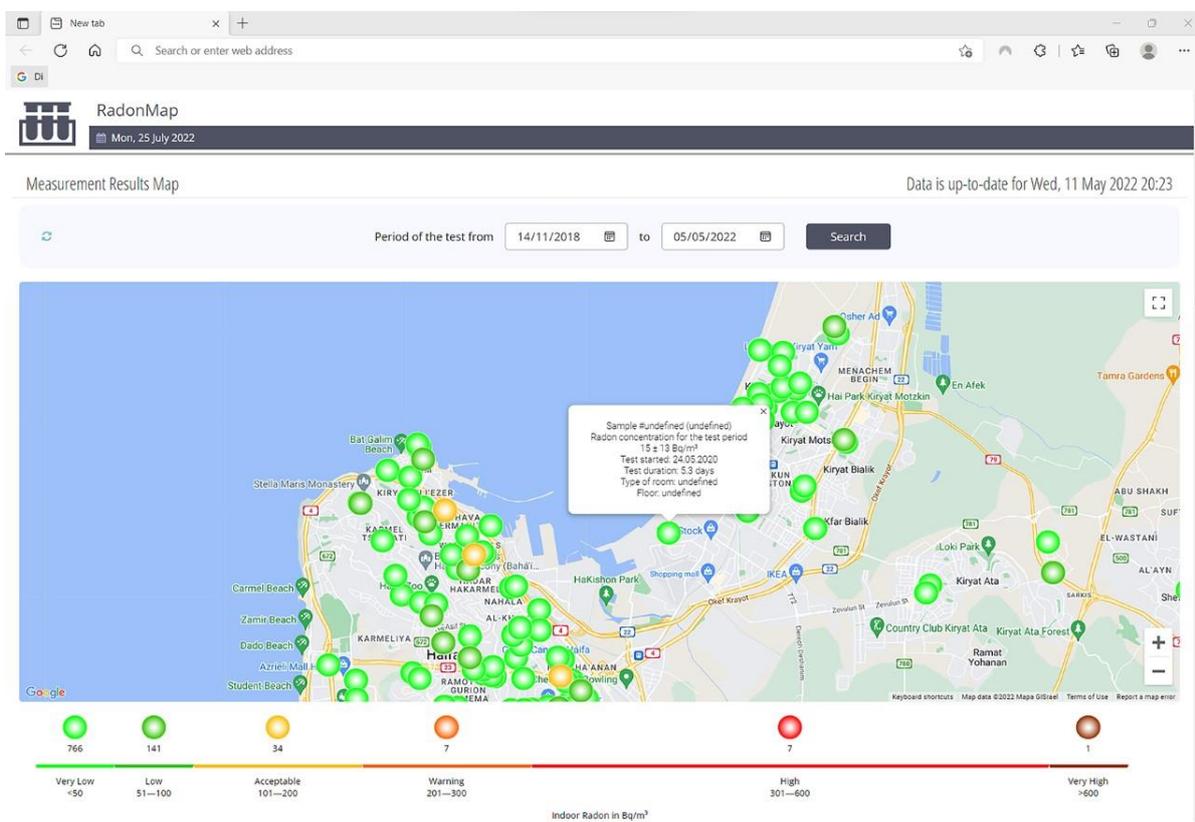
Für die Einbeziehung von Schulkindern in das Projekt mussten besondere Voraussetzungen erfüllt sein. Sie umfassten die grundsätzliche Genehmigung des israelischen Bildungsministeriums Schüler*innen in eine Befragung einzubeziehen, die Erlaubnis der Eltern sowie der Gewährleistung des Datenschutzes.

Für die Datenerhebung wurde das Online-System „RadonTest“ entwickelt (<https://radontest.online/>). Für die passive Probennahme wurden spezielle Miniatur-Holzkohleflakons ausgewählt und mit einem QR-Code versehen, der mit einem Smartphone gescannt werden konnte und die Website zur Datenerhebung öffnete. Durch das Scannen des QR-Codes wurde das Messgerät identifiziert, der Standort des Hauses und der Beginn bzw. das Ende des Testzeitraums ausgegeben. Auf der Website

„RadonTest“ wurden weitere Daten zum Gebäude und zur Testumgebung abgefragt. Zudem fanden die Teilnehmenden dort eine Anleitung für die richtige Durchführung der Messung.

Nach der Rücksendung der Messgeräte an die Wissenschaftler*innen der Technion, wurden die Radonwerte bestimmt und die Ergebnisse in einer sicheren Datenbank gespeichert. Die Messergebnisse wurden zudem in der „RadonMap“, einer Karte im Internet, kartiert und veröffentlicht (<https://radonmap.online/indoorraddon/>). Um die Anonymität der Teilnehmenden zu bewahren, werden die Messergebnisse lediglich als Marker und in Form von Kreisen mit einem Durchmesser von 120 m dargestellt.

Abbildung 1 Ausschnitt aus der RadonMap des Projektes RadonACCURACY



Quelle: <https://radonmap.online/indoorraddon/>

Die Wissenschaftler*innen kommen am Ende des Projektes zu dem Schluss, dass die Beteiligung von Schüler*innen an Radon-Tests ein gutes Erhebungsinstrument sei (Tsapalov et al. 2020). Sie heben hervor, dass so Zufallsstichproben und eine ausreichende Anzahl von Messungen in Bezug zur Bevölkerungsdichte gegeben seien. Zudem habe sich gezeigt, dass Schüler*innen in der Lage sind die Testbedingungen zu dokumentieren und die Sensoren richtig anzuwenden. Die Einbeziehung von Schüler*innen erhöhe auch das Wissen über das von Radon ausgehende Risiko in der gesamten Bevölkerung und führe zu einer schnelleren Verbreitung von Radoninformationen. Die Beteiligung von Schüler*innen wurde letztlich auch in den Lehrplan der Schulen aufgenommen.

Aufgrund der guten Erfahrungen mit diesem Projekt werden die Radon-Messungen in Israel fortgesetzt und weiterentwickelt. Die Wissenschaftler*innen bewerten die Nutzung des Citizen-Science-Ansatzes im Rahmen von groß angelegten Radon-Messungen aus zeitlicher und finanzieller Sicht als am effektivsten.

Projekttitle	Tennessee Radon Program
Laufzeit	laufend
Citizen-Science-Einstufung	Crowdsourcing
Raumbezug	Tennessee (USA)
Durchführende Stelle und Projektpartner	Bundesstaat Tennessee (Department of Environment & Conservation), AirChek
Bezug zum BfS-Projekt	passive Radon-Messungen, Kartierung, Erhöhung des Risikobewusstseins
Website	https://www.tn.gov/environment/program-areas/opsp-policy-and-sustainable-practices/community-programs-and-services/radon.html

Der Bundesstaat Tennessee führt im Rahmen des „Tennessee Radon Program“ Kurzzeit-Radon-Messungen als Citizen-Science-Projekt durch. Ziel ist es, mit den erhobenen Daten Gebiete zu ermitteln, in denen hohe Radonkonzentration in Innenräumen möglich sind. Bürger*innen können sich über die Website des Departments of Environment & Conservation über das Thema „Radon“ informieren und ein kostenloses Testkit bestellen, um selbständig die Radonbelastung in ihren Wohnräumen zu messen. Nach Rücksendung des Messgeräts an ein Labor, werden die Daten analysiert und das Messergebnis für die Bürger*innen aufgearbeitet.

Das eingesetzte Testkit wurde durch das Labor „Air Chek“ entwickelt (www.radon.com). Sowohl der Bezug des Testkits als auch die Analyse erfolgt über dieses Labor. Die Messung wird über einen Zeitraum von 3 bis 7 Tage durchgeführt (<https://www.radon.com/instructions/>). Informationen über die korrekte Messung erhalten die Bürger*innen sowohl über die Website des Departments als auch über die Website des Labors.

Die Testergebnisse können in einer digitalen Karte auf der Website des Departments of Health eingesehen werden (www.tn.gov/health/cedep/environmental/data/environmentaldata/radon/radon-data.html). Die Messergebnisse werden von „Air Chek“ an die Ministerien übermittelt, wobei ein Rückschluss auf die Messstandorte nicht möglich ist. Die Ergebnisse werden aggregiert nach Postleitzahlen dargestellt. Neben den Ergebnissen der Bürgertests enthält diese Karte auch Messergebnisse von professionell durchgeführten Radon-Tests.

Projekttitle	RADIOactivity-LABoratory (RadioLab)
Laufzeit	2017 - laufend
Citizen-Science-Einstufung	Distributed Intelligence
Raumbezug	Italien, regional
Durchführende Stelle und Projektpartner	National Institute of Nuclear Physics (INFN), Schulen
Bezug zum BfS-Projekt	passive Radon-Messungen, Bildungsarbeit, Erhöhung des Risikobewusstseins, Öffentlichkeitsarbeit
Website	https://web.infn.it/RadioLAB/ Website der Universität Siena: https://www.dsfta.unisi.it/en/research/labs/physics-education-research-laboratory/radiolab

Die italienische Initiative RADIOactivity-LABoratory (RadioLab) hat es sich zum Ziel gesetzt, das Bewusstsein der Menschen für die Bedeutung der Überwachung der Radonbelastung in der Umwelt zu erhöhen. Zielgruppe des Projektes sind Sekundarschüler*innen, die durch vielfältige interdisziplinäre Aktivitäten lernen sollen, wie Radioaktivität entsteht, mit welchen Methoden die Strahlenbelastung gemessen werden kann und welche gesundheitlichen Folgen eine hohe Exposition für den Menschen haben kann. Die Schüler*innen werden selbst wissenschaftlich aktiv, in dem sie mittels eines selbst erstellten Fragebogens andere Schüler*innen, Familie und Bekannte zum Wissen über Radon und das davon ausgehende Risiko befragen und die erhobenen Daten statistisch analysieren. Darüber hinaus führen die Schüler*innen eine Reihe von Radon-Messungen durch, arbeiten in Laboren, werten die Messergebnisse aus und suchen nach Ursachen für unterschiedliche Messwerte. Die Radon-Messungen werden mit passiven Detektoren für mindestens drei Monate durchgeführt. Die Schüler*innen teilen ihr erworbenes Wissen und ihre Forschungsergebnisse in Veranstaltungen sowohl mit anderen Schüler*innen als auch mit der breiten Bevölkerung.

An der Initiative sind Schüler*innen mehrerer Regionen Italiens beteiligt, sodass sich die Messdaten vergleichen lassen und regionale Besonderheiten erkannt werden können. Das Projekt nutzte bis 2020 soziale Medien für die Öffentlichkeitsarbeit (Facebook, Twitter, Instagram und YouTube).

Projekttitle	Radon on the Radar (Residents Acting to Detect and Alleviate Radon)
Laufzeit	2020 - 2024
Citizen-Science-Einstufung	Distributed Intelligence
Raumbezug	Kentucky, USA
Durchführende Stelle und Projektpartner	Universität Kentucky, Kentucky Geological Survey, UK College of Public Health, Area Health Education Centers (AHEC)
Kosten	2,6 Mio. US\$
Bezug zum BfS-Projekt	aktive Radon-Messungen, Bildungsarbeit, Erhöhung des Risikobewusstseins
Website	-

Das hohe Radonpotenzial im Bundesstaat Kentucky in Verbindung mit einer hohen Rate an Raucher*innen erhöht das Risiko an Lungenkrebs zu erkranken. Das transdisziplinär angelegte Projekt hat zum Ziel, die Bevölkerung über das Lungenkrebsrisiko aufzuklären und Maßnahmen zu entwickeln, die helfen das Erkrankungsrisiko zu senken (Brown 2020). Dafür sollen zum einen die geologischen und atmosphärischen Bedingungen ermittelt werden, die das Eindringen von Radon in Innenräume begünstigen. Zum anderen sollen diese Erkenntnisse genutzt werden, um die Bevölkerung für das Thema zu sensibilisieren und das Risikobewusstsein zu erhöhen. In diesem Zusammenhang sollen auch die Zugänge zu Radon-Tests für die eigene Wohnung sowie zu günstigen Sanierungsmaßnahmen verbessert werden.

Geplant ist, Bewohner*innen der ländlichen Räume zu Bürgerwissenschaftler*innen im Themenbereich auszubilden, damit nachhaltige Aktionspläne für die Umweltgesundheit aufgestellt werden können und die Radonbelastung langfristig verringert werden kann.

Folgende Schritte sollen im Projekt umgesetzt werden:

- Identifizierung und Schulung von 60 Einwohner*innen aus vier Bezirken im Hinblick auf Radon-Tests, die Verbesserung der Umwelt- und Gesundheitskompetenz sowie die Fähigkeit das eigene Gesundheitsverhalten zu verändern.
- Die gemeinsame Betrachtung von Radonwerten mit Geolog*innen, wobei Radonwerte in Innenräumen mit Radonwerten im Boden verglichen werden sollen, neue Messtechnologien (z. B. Airthings) im Vergleich zu herkömmlichen Messmethoden angewendet sowie die Einflussfaktoren wie Jahreszeit, Geologie und Rauchen im Haus betrachtet werden sollen.

- Entwicklung und Bewertung eines Pilotprogramms zur Ausleihe von Radon-Testgeräten über ein Bibliotheksausleihprogramm an 400 Hausbesitzer*innen.
- Ausweitung des Pilotprogramms zur Ausleihe von Radon-Testgeräten auf schätzungsweise 4.320 Einwohner*innen und Untersuchung der jährlichen Verhaltensänderung bei der Informationssuche, einschließlich der Durchführung von Tests zu Hause und des Zugangs zu geologischen Karten.
- Die Etablierung von bürgerschaftlich geführten “Radon-Koalitionen” zur Weitergabe von Wissen rund um das Thema Radon und Lungenkrebs unter Einbeziehung von Gesundheitsfachleuten, Fachleuten für Gebäudesanierungen, politischen Entscheidungsträger*innen und Bauherr*innen.

Im Projekt und für das Ausleihprogramm in Bibliotheken wurde das Gerät “Corentium Home” der Firma Airthings ausgewählt. Das Geräte-Kit, das in den Bibliotheken hinterlegt wird, enthält das Messgerät, Batterien, Messanleitungen, eine Datenerfassungskarte und eine Schutzhülle. Zusätzlich wurde ein kurzes Video produziert, das zeigt, wie der Radon-Test zu Hause durchgeführt werden soll (<https://www.youtube.com/watch?v=1b-sA-SD20M>). Die Schulung der 60 Einwohner*innen dauert zwei Stunden und enthält einen allgemeinen Block zum Thema Radon und einen Block zum Messgerät, zur Messung und zur Datenprotokollierung. Die Messung selbst umfasst 14 Tage, wobei die Tageswerte und am Ende der Durchschnittswert des gesamten Messzeitraums übertragen werden soll. Die Teilnehmer*innen wurden täglich per SMS an die Dateneingabe erinnert. Die Daten trugen sie in eine Online-Befragung ein. Die Teilnehmer*innen erhielten abschließend einen einseitigen individuell zugeschnittenen Auswertungsbericht mit der Einordnung des Durchschnittswerts, Informationen zu Radon, zu Radon-Messungen und zum Einflussfaktor Rauchen (Stanifer et al. 2022).

Projekttitle	Pilot citizen science project in Wexford libraries
Laufzeit	2019 - laufend
Citizen-Science-Einstufung	Distributed Intelligence
Raumbezug	Irland, regional
Durchführende Stelle und Projektpartner	Environmental Protection Agency, Wexford Libraries
Bezug zum BfS-Projekt	aktive Radon-Messungen, Bildungsarbeit, Erhöhung des Risikobewusstseins, Öffentlichkeitsarbeit, Anregungen zu Sanierungsmaßnahmen
Website	https://www.epa.ie/take-action/in-the-community/citizen-science/clean-air-projects/#d.en.84490

Das irische Umweltamt (Environmental Protection Agency) führt gemeinsam mit den Bibliotheken von Wexford und weiteren Bibliotheken ein bürgerwissenschaftliches Projekt zu Radon-Messungen durch. Zielgruppe des Projektes sind zum einen Hausbesitzer*innen, die bereits einen dreimonatigen Radon-Test durchgeführt haben, dabei Konzentrationen über dem nationalen Referenzwert in ihrem Haus gemessen haben und keine Maßnahmen ergriffen, um die Radonkonzentration zu senken. Zum anderen sollen auch die übrigen Bürger*innen motiviert werden, die Radonkonzentration zu messen (Martell et al. 2021). In den Bibliotheken liegen digitale Messgeräte bereit (Typ "Airthings", inklusive Messanleitung), die von den Mitgliedern wie ein Buch für einen Zeitraum von vier Wochen ausgeliehen werden können. Die Teilnehmer*innen sollen durch die unmittelbare Anzeige der Radonkonzentration auf dem Messgerät dazu ermutigt werden, Sanierungsmaßnahmen durchzuführen oder ggf. einen dreimonatigen Radon-Test anzuschließen (ebd.). Sowohl über Social Media als auch über Radiosendungen wurden die Bürger*innen über diese Projekt informiert.

Im Rahmen des Projektes erhalten die Bürger*innen auch eine Grundausbildung zum Thema und werden neben der Datenerfassung auch zur Datenauswertung aufgefordert und befähigt.

Die bisherigen Erfahrungen im Projekt zeigen, dass Hausbesitzer*innen durch das erneute Messen von erhöhten Radonwerten motiviert wurden, Sanierungsmaßnahmen an ihrem Haus durchzuführen, um die Radonbelastung zu reduzieren. Es zeigte sich außerdem, dass die Teilnehmer*innen die Geräte innerhalb ihres Familien- und Bekanntenkreises weitergaben, wodurch weitere Häuser saniert wurden (EPA Network Interest Group on Citizen Science 2021).

Projekttitle	Pilotprojekt in den Main South/Piedmont-Vierteln von Worcester (Massachusetts)
Laufzeit	2006 - 2007
Citizen-Science-Einstufung	Participatory Science
Raumbezug	Stadtteile von Worcester, USA
Durchführende Stelle und Projektpartner	Clark University, Jugendzentrum Worcester, Umweltorganisation, örtliches Gesundheitszentrum
Bezug zum BfS-Projekt	aktive Radon-Messungen, Bildungsarbeit, Erhöhung des Risikobewusstseins
Website	-

Ein Beispiel für ein Citizen-Science-Projekt mit einem gemeinschaftsbasierten und partizipativen Forschungsansatz ist ein Projekt aus Worcester, dessen Fokus auf Bürger*innen von marginalisierten Stadtteilen lag (Downs et al. 2010). Ziel war es, den Ansatz des partizipativen Testens (Umwelttests) und Berichtens anzuwenden und zu ermitteln, wie dieser Ansatz in Nachbarschafts- und Haushaltsumgebungen umgesetzt werden kann und welche Erfahrungen dabei gesammelt werden können. Bürger*innen wurden bei der Problemdefinition, bei der Datenerhebung sowie bei der Analyse und Interpretation der Daten einbezogen und durch Expert*innen unterstützt. Neben der Messung von Radonkonzentrationen in der Kellerluft wurden beispielsweise auch die Qualität des Trinkwassers ermittelt. Insgesamt konnten 14 Häuser untersucht werden. Darüberhinaus überwachten Anwohner*innen die Feinstaubbelastung in den Vierteln und die Forscher*innen nutzen die Echtzeit-Daten um einen Dialog über diese Umweltbelastung und mögliche Gefahren anzugehen.

3.3.3 Erweiterung der ECSA-Prinzipien für die Radon-Forschung

In Bezug auf die Radon-Forschung kommen Martell et al. zu dem Schluss, dass die ECSA-Gütekriterien ein guter Ausgangspunkt für die Bewertung von Citizen-Science-Projekten in der Radon-Forschung sind. Die Autor*innen weisen darauf hin, dass meist nicht alle Kriterien von den Projekten erfüllt werden können. Die von ihnen untersuchten Citizen-Science-Projekte haben dennoch gezeigt, dass sie einen Beitrag zu Radon-Messungen und zur Radon-Forschung leisten können.

Martell et al. ergänzten die ECSA-Gütekriterien um Indikatoren und Fragen, die eine Bewertung von Citizen-Science-Projekten in der Radon-Forschung ermöglichen (Tabelle 3).

Tabelle 3 Indikatoren für die Evaluation des Beitrags von Citizen Science zur Radon-Forschung

1. Citizen-Science-Projekte binden Bürger*innen aktiv in wissenschaftliche Unternehmungen ein, die zu neuem Wissen und Verstehen führen.

Dienen die Bürger*innen als Radonsensoren oder Messstellen zur Erfassung von Radondaten?

Werden die Bürger*innen aktiv in das Projekt einbezogen?

Erzeugt das Projekt neues Wissen oder Verständnis in Bezug auf Radon?

2. Citizen-Science-Projekte führen zu echten wissenschaftlichen Ergebnissen.

Wird neben der Identifizierung von Häusern mit hohen Radonwerten auch eine spezifische Forschungsfrage beantwortet?

Gibt das Projekt Aufschluss über eine Politik oder eine Entscheidung zum Radon-Management?

3. Sowohl die professionellen Wissenschaftler*innen als auch die Bürgerwissenschaftler*innen profitieren von der Teilnahme.

Profitieren sowohl professionelle Wissenschaftler*innen als auch Bürger*innen von der Teilnahme an dem Projekt? Wenn ja, welche Vorteile können ermittelt werden?

4. Bürgerwissenschaftler*innen können, wenn sie es wünschen, an mehreren Phasen des wissenschaftlichen Prozesses teilnehmen.

Beteiligen sich die Bürgerwissenschaftler*innen an der Problemdefinition?

Beteiligen sich Bürgerwissenschaftler*innen an der Entwicklung der Forschungsfrage?

Beteiligen sich Bürgerwissenschaftler*innen an der Gestaltung der Forschungsmethode?

Sammeln Bürgerwissenschaftler*innen Daten?

Analysieren oder interpretieren Bürgerwissenschaftler*innen die Daten?

Kommunizieren oder verbreiten Bürgerwissenschaftler*innen die Ergebnisse?

5. Bürgerwissenschaftler*innen erhalten Rückmeldungen aus dem Projekt.

Werden die Bürgerwissenschaftler*innen darüber informiert, wie ihre Daten verwendet werden?

Werden die Bürgerwissenschaftler*innen über die Forschungsergebnisse informiert?

Werden die Bürgerwissenschaftler*innen über die politischen oder gesellschaftlichen Ergebnisse informiert?

6. Citizen Science wird als ein Forschungsansatz wie jeder andere betrachtet, mit Einschränkungen und Verzerrungen, die berücksichtigt und kontrolliert werden sollten.

Erkennen die Wissenschaftler*innen die mit dem Citizen Science-Ansatz verbundenen Einschränkungen und Verzerrungen?

7. Daten und Metadaten von Citizen-Science-Projekten werden öffentlich zugänglich gemacht und die Ergebnisse werden, soweit möglich, in einem Open-Access-Format veröffentlicht.

Sind die Daten des Citizen-Science-Projektes öffentlich zugänglich?

Werden die Ergebnisse in einem Open-Access-Format veröffentlicht?

8. Bürgerwissenschaftler*innen werden in den Projektergebnissen und Veröffentlichungen gewürdigt.

Werden Bürgerwissenschaftler*innen in den Forschungspublikationen gewürdigt?

Sind Bürger*innen als Co-Autoren an den Forschungspublikationen beteiligt?

9. Citizen-Science-Programme werden nach ihren wissenschaftlichen Ergebnissen, der Datenqualität, den Erfahrungen der Teilnehmer und den Auswirkungen auf die Gesellschaft oder die Politik bewertet.

Wird der wissenschaftliche Output des Citizen-Science-Projektes bewertet?

Wird die Qualität der Daten evaluiert?

Wird die Erfahrung der Teilnehmer*innen evaluiert?

Wird die gesellschaftliche oder politische Wirkung evaluiert?

10. Die Projektverantwortlichen berücksichtigen bei sämtlichen Aktivitäten ethische Aspekte, die Urheberrechte, Rechte des geistigen Eigentums, Datenprotokolle, Vertraulichkeit, Verantwortlichkeiten oder Auswirkungen, die die Umwelt betreffen.

Gibt es klare Grundsätze und Leitlinien zu rechtlichen und ethischen Fragen?

Gibt es einen Kodex für die Integrität der Forschung, an den sich alle Akteure halten müssen?

Gibt es ein forschungsethisches Einwilligungsfomular (z. B. Einwilligung zur Datenverarbeitung, Datenmanagement usw.)?

Quelle: Martell et al. 2021

4 Mögliche Herangehensweisen zur Nutzung von Citizen Science für die Gewinnung von Daten zur Radoninnenraumkonzentration in Deutschland

4.1 Leitgedanken für ein Citizen-Science-Projekt zu Radon in Deutschland

Die international durchgeführten bürgerwissenschaftlichen Initiativen haben gezeigt, dass sich Citizen-Science-Projekte zu Radon umsetzen lassen, zu neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen beitragen und das Radon-Verständnis in der Bevölkerung erhöhen können. Im Folgenden wird als Lösungsvorschlag aufgezeigt, mit welchen Merkmalen die Umsetzung eines Citizen-Science-Projektes in Deutschland im Sinne von Citizen Science und unter Berücksichtigung der Steigerung der Sensibilität von Bürger*innen zu Radonrisiken möglich ist.

Ein bürgerwissenschaftliches Projekt des Typs „Crowd-Sourcing“ (auch „Co-Produktion“ UBA 2017), d. h. mit punktueller Einbindung von Bürger*innen, bietet vorrangig das Potenzial, die Datenlage zur Radoninnenraumkonzentration in Deutschland für wissenschaftliche Zwecke zu verbessern und als Nebenfolge die Öffentlichkeit über das Thema Radon und dessen gesundheitliche Auswirkungen sowie über Schutzmaßnahmen zu informieren. Im Zentrum eines etwaigen Projektes sollen deshalb Radon-Messungen stehen, die Auskunft über die Radon-Konzentration in Innenräumen geben sollen. Dabei sollen elektronische Messgeräte eingesetzt und möglichst viele Menschen in Deutschland angesprochen und zu Radon-Messungen in der eigenen Wohnung/im eigenen Haus motiviert werden.

Für ein etwaiges Citizen-Science-Projekt bedeutet dies: Es sollen auch Menschen, die außerhalb von Vorsorgegebieten leben, angesprochen werden, denn durch verschiedene Einflussfaktoren können die Radon-Konzentrationen auch dort in Wohnräumen sehr unterschiedlich sein. Nur Messungen zeigen, welche Radon-Konzentration tatsächlich in Gebäuden vorliegen. Die Radonkonzentration in Innenräumen beträgt in Deutschland im Durchschnitt etwa 50 Becquerel pro Kubikmeter. „Auf der wissenschaftlichen Grundlage zahlreicher internationaler Studien ist es aus Sicht des Bundesamts für Strahlenschutz (BfS) sinnvoll, Maßnahmen zur Reduzierung des Radongehalts ab einem Wert von 100 Bq/m³ im Jahresmittel in viel genutzten Innenräumen in Betracht zu ziehen. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) teilt die Fachposition des BfS.“ (BfS 2019).

Es sollte sich von Beginn an um ein eigenständiges Projekt mit einem gemeinschaftsorientierten Forschungsansatz handeln, das Bürger*innen in Radon-Messungen einbezieht und dabei ein klar verständliches Forschungsziel verfolgt. Das Projekt folgt den Citizen-Science-Prinzipien, geht folglich über Öffentlichkeits- und

Informationskampagnen zur Sensibilisierung der Bevölkerung für das Thema Radon hinaus. Das Gelingen eines bürgerwissenschaftlichen Projektes zu Radon hängt maßgeblich davon ab, ob durch das Projekt und durch den Beitrag der Bürger*innen letztlich wissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen werden. Das Definieren einer Forschungsfrage ist dabei zentral und erhöht die Motivation von Bürger*innen sich an einem Projekt zu beteiligen und einen Beitrag zur Wissenschaft zu leisten. Zudem sollte sich das Projekt klar von bestehenden Radon-Studien abgrenzen, um Verwirrung seitens der Bürger*innen zu vermeiden.

Folgende Fragestellungen helfen bei der Konzeption eines Citizen-Science-Projektes (Pettibone et al. 2016):

- Rollenverteilung und Einigung von Verantwortlichkeiten: Wer soll an dem Projekt beteiligt sein und wie? Welche Rolle spielt jeder und wer hat welche Zuständigkeiten? Welche anderen Akteure sollen eingebunden werden?
- Klare Zielsetzung: Basierend auf der Idee, sollte bereits zu Beginn gemeinsam mit weiteren Beteiligten eine konkrete Zielsetzung formuliert werden. Eine Klarheit über die Ziele hilft auch bei der Evaluierung des Projektes.
- Art der Beteiligung: Wie viele Personen sollen sich beteiligen können? Wie intensiv? Bedarf es Ausrüstungsgegenstände oder Schulungen für Initiatoren oder Beteiligte?
- Präzise Fragestellung: Intensive Zusammenarbeit bei der Formulierung der Forschungsfrage verhindert, dass überflüssige Daten erhoben werden.
- Recherche zu den rechtlichen Grundlagen: Rechtliche Bedingungen zu Datensicherung, Kommunikation und Einbindung von Personen oder Personengruppen sollen mit einem rechtlichen Experten geklärt werden.
- Wahl der Methoden: Wie werden die Daten am Ende ausgewertet und veröffentlicht?
- Evaluierung: Welche Zielebenen sollen in welcher Form erreicht werden?

4.2 Vorüberlegungen

Ausgehend von den zwei großen Herausforderungen eines zukünftigen Citizen-Science-Projektes, möglichst die breite Öffentlichkeit zu erreichen und gleichzeitig über ein Leihsystem elektronische Messgeräte zur Verfügung zu stellen, wurden Multiplikator*innen gesucht, die entweder Interesse an der Mitwirkung an einem bürgerwissenschaftlichen Projekt haben, am Thema Radon und Gesundheitsschutz interessiert sind oder für die die Etablierung eines Leihsystems für elektronische Messgeräte denkbar sind.

Bereits in der Studie zur Anwendbarkeit von Citizen Science in der Ressortforschung des Umweltbundesamtes (2017) wird herausgestellt, dass bei einem Projekt des Typs Co-Produktion (Probensammlung, Datenerhebung) der Zugang zu den

Bürgerwissenschaftler*innen über Verbände/Vereine denkbar sei. „Zudem können etablierte Netzwerke und Plattformen von Citizen Science Projekten genutzt werden (wie z. B. <http://www.wissenschaft-im-dialog.de/projekte/buerger-schaffen-wissen/>). Bei diesem Typus kann sich im Grunde jeder Bürger und jede Bürgerin (unabhängig von sozialstrukturellen Merkmalen) beteiligen, da die Plausibilität und Validität durch entsprechende Verfahren gesichert werden kann.“

In die Vorüberlegungen wurden relevante Multiplikator*innen einbezogen und entsprechende Lösungsansätze für Umsetzungskonzepte entwickelt. Bei der Bestimmung der relevanten Akteure wurde auch der Zugang zu Menschen aus einkommensschwachen Haushalten und ländlichen Regionen berücksichtigt. Es wurden 10 eruierte Gespräche mit Vertreter*innen der Akteure geführt, um herauszufinden, inwieweit ein Interesse an einem Citizen-Science-Projekt zu Radon besteht, ob der Lösungsansatz jeweils tragen kann und wie ggf. eine unterstützende Beteiligung aussehen könnte. Aufgrund von hoher Arbeitsbelastung seitens der Befragten wurden teilweise schriftliche Stellungnahmen abgegeben und auf ein Gespräch verzichtet.

Öffentliche Bibliotheken und ein „Leihsystem an zentralen Orten“

Lösungsansatz: Bibliotheken gelten in Deutschland als meistgenutzte Bildungs- und Kultureinrichtung (etwa 11 Mio. Nutzer*innen), sind für alle Menschen niedrigschwellig zugänglich und befinden sich meist an (wohnnahen) zentralen Orten. Sie könnten deshalb ein wichtiger Akteur in einem bürgerwissenschaftlichen Projekt sein.

Einschätzung: Gespräche mit einer Vertreterin des Deutschen Bibliotheksverbandes e.V. (dbv) sowie einer Vertreterin einer Fahrbibliothek ergaben, dass ein Leihsystem für Messgeräte grundsätzlich vorstellbar ist und eher in Zentralbibliotheken als in Fahrbibliotheken gesehen wird. Neben dem Verleih von Büchern und anderen Medien fungieren Bibliotheken auch als „Dritte Orte“ – als öffentliche Orte des Miteinanders und der Begegnung: Hier finden Workshops und Lesungen statt, es wird diskutiert und es werden Erfahrungen ausgetauscht. Veranstaltungen zum Thema Radon wären denkbar. Immer mehr Bibliotheken richten zudem „Bibliotheken der Dinge“ ein: neben Medien können Alltagsgegenstände wie Handwerksgeräte (z.B. ein Bohrer oder eine Nähmaschine), Spielzeug, oder Musikinstrumente ausgeliehen werden. Im Bereich Citizen Science ist beispielsweise die Sächsische Landesbibliothek (SLUB Dresden) bereits aktiv und könnte ein möglicher Kooperationspartner sein. Fahrbibliotheken eignen sich hingegen aufgrund kurzer Standzeiten, geringem Platzangebot sowie begrenzter „Kundschaft“ weniger für ein Radon-Projekt.

An dieser Stelle sei auf die Initiative „Energiesparpaket in Bibliotheken“ des UBA und der Stiftung „No-Energy-Stiftung für Klimaschutz und Ressourceneffizienz“ hinzuweisen. Im Zeitraum von 2015 bis 2018 förderte das UBA mehr als 1.200 Energiesparpakete, die in Bibliotheken kostenfrei ausgeliehen werden konnten. Die Pakete enthielten ein Strommessgerät, eine ausführliche Bedienungsanleitung sowie Informationsmaterialien zum Thema Energieverbrauch. Zur Bekanntmachung dieser Möglichkeit bei den Bibliotheken verschickte der dbv über seine Mitgliederdatenbank (ca. 2.000 Mitglieder) einen Aufruf. Zwar sollten die Bürger*innen bei diesem Projekt keine Datenspende

vollziehen, dennoch könnten auf die Erfahrungen aus diesem Projekt zurückgegriffen werden und der eingeschlagene Pfad weitergegangen werden.

Es ist davon auszugehen, dass sich, bei einem Aufruf über die Mitgliederdatenbank des dbv, die Interessenlage von Bibliothek zu Bibliothek unterscheiden würde. Hier kommt es auch auf die Motivation der Mitarbeitenden an, sich mit dem Thema Radon auseinanderzusetzen zu wollen sowie ein bürgerwissenschaftliches Projekt zu unterstützen.

Für die Bibliotheken ist es wichtig, dass sie die größtmögliche Unterstützung im Bereich Logistik und Kommunikation erhalten. Fragen wie „Warum lohnt sich die Beteiligung?“, „Was geschieht mit den Messdaten?“ und „Warum ist eine Radon-Messung sinnvoll?“ sollten klar zu beantworten und mit Info-Materialien unterlegt sein. Schulungen für die Mitarbeitenden zum Thema Radon und in Bezug auf die Messgeräte sind wünschenswert.

Zudem stellt sich die Frage nach der Anzahl der zur Verfügung stehenden Messgeräte. Sollte die Nachfrage der Bibliotheken groß sein, müsse diese auch bedient werden können.

Nachbarschafts- und Stadtteilinitiativen und die Aussagekraft einer standortbezogenen „Zelle“

Lösungsansatz: Nachbarschafts- und Stadtteilinitiativen könnten ein wichtiger Akteur bei der Umsetzung eines bürgerwissenschaftlichen Projektes sein, in dem sie auf das Thema aufmerksam machen und Radon-Messgeräte an Bürger*innen verleihen. Im Leihzeitraum könnten Bewohner*innen Radonmessungen in der eigenen Wohnung durchführen, die Messdaten an das BfS übermitteln und das Messgerät anschließend wieder abgeben.

Einschätzung: Bürgerinitiativen, Stadtteilbüros, Seniorenbüros und Nachbarschaftsnetzwerke mit Begegnungsorten wie Beratungsstellen oder Stadtteilcafés kommen für eine Beteiligung an einem Radon-Projekt grundsätzlich in Frage. Wichtig ist hier oftmals das ehrenamtliche Engagement einzelner Personen vor Ort und ein zentraler Treffpunkt, der als Leihstation dienen kann. Der Vorteil von Nachbarschaftsnetzwerken in Bezug auf Radon ist, dass viele Messwerte innerhalb eines begrenzten räumlichen Gebiets erhoben werden können und für die Radon-Forschung besonders interessant sein könnten. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Zielgruppen der Netzwerke Bewohner*innen aller Altersgruppen und Herkunft sind und auch durch diese genutzt werden. In Stadtteilen, in den Menschen unter schwierigen sozioökonomischen Bedingungen leben, sind sie zudem oftmals ein wichtiger Anlaufpunkt, um Unterstützung bei Problemen des Alltags zu finden. „Funktionierende nachbarschaftliche Netzwerke wirken nachweislich positiv auf die Gesundheit, mit ihren nachbarschaftsspezifischen Angeboten leistet Stadtteilarbeit einen bedeutenden Beitrag zur Gesundheitsförderung marginalisierter Bevölkerungsgruppen.“ (Strauss et al. 2020). Die Gespräche mit Ehrenamtlichen haben gezeigt, dass grundsätzlich Interesse an der Beteiligung besteht, weil der positive Nutzen in der gesundheitlichen Aufklärung

gesehen wird und die Menschen vor Ort auch als beteiligungsbereit eingeschätzt werden.

Die größte Herausforderung ist die gezielte Ansprache von Nachbarschaftsinitiativen, da diese nicht zentral organisiert sind. Hier ist ein größerer Aufwand einzuplanen. Zudem ist davon auszugehen, dass ein persönlicher Kontakt zu den Mitarbeitenden oder meist ehrenamtlich tätigen Verantwortlichen notwendig ist, um eine Beteiligung zu erreichen. Die Gespräche ergaben zudem, dass (Online-)Schulungen rund um das Thema Radon und Radonmessungen als notwendig erachtet werden. Ggf. ist hier auch ein Citizen-Science-Ansatz zu wählen, der auf der Ebene „Distributed Intelligence“ zu verorten ist. Wissenschaftler*innen und Bürger*innen könnten hier gemeinsam Messungen durchführen und Schutzmaßnahmen besprechen wie es im Projekt „Radon on the Radar“ bereits praktiziert wird.

Arbeitgeber*innen und Belegschaften: Gesundheitsschutz im Home Office

Lösungsansatz: Arbeitgeber*innen und Arbeitnehmendenvertretungen könnten ein wichtiger Akteur bei der Umsetzung eines bürgerwissenschaftlichen Projektes sein, in dem sie auf das Thema aufmerksam machen und Radon-Messgeräte an Arbeitnehmer*innen verleihen. Im Leihzeitraum könnten Arbeitnehmer*innen Radonmessungen in der eigenen Wohnung bzw. an ihrem Heimarbeitsplatz durchführen.

Einschätzung: Grundsätzlich ist es denkbar, dass Arbeitgeber*innen gemeinsam mit einem Betriebs- oder Personalrat für das Thema Radon werben und Leihgeräte zur Verfügung stellen. Als Motivation wird die Gesundheitsprävention für Mitarbeitende auch außerhalb des Arbeitsplatzes angeführt.

Für die direkte Ansprache der Zielgruppe wäre eine gute Kommunikation der Kampagne notwendig und das Angebot, dass interessierte Unternehmen ein Radon-Messgerät zur Verfügung gestellt bekommen. Vor allem für kleine Unternehmen wäre eine Förderung sinnvoll.

Eine zusätzliche Möglichkeit stellt die Ansprache über Betriebsärzte (Zielgruppe: Kleinunternehmen), Berufsgenossenschaften und Industrie- und Handwerkskammern dar. In Bezug auf die Berufsgenossenschaften konnte eruiert werden, dass das Thema bereits in Schulungsmaterialien enthalten ist und aufgrund der gesetzlichen Bestimmungen zur Radon-Messung an Arbeitsplätzen bereits präsent ist. Eine Kooperation in einem bürgerwissenschaftlichen Projekt wird als schwierig bewertet, da die Abgrenzung zu bereits laufenden BfS-Studien nicht klar sei und der Fokus auf die privaten Wohnräume schwer kommunizierbar sei. Zudem wurde in der Vergangenheit festgestellt, dass das Thema bei Unternehmen teilweise auf Ängste und Ablehnung aufgrund möglicher Konsequenzen für das Unternehmen stößt. Unterstützend wäre lediglich ein Hinweis auf ein bürgerwissenschaftliches Projekt in Informations- und Ausbildungsmaterialien der Berufsgenossenschaften denkbar.

Unternehmen der Wohnungswirtschaft: Potenzial der Gemeinschaft nutzen

Lösungsansatz: Wohnungsunternehmen und -genossenschaften könnten aufgrund ihres Nachbarschaftssystems ein wichtiger Akteur bei der Umsetzung eines bürgerwissenschaftlichen Projektes sein, in dem sie vorhandene Strukturen wie Mietertreffs nutzen, um auf das Thema aufmerksam zu machen und Radon-Messgeräte an Mieter*innen zu verleihen. Im Leihzeitraum könnten Mieter*innen Radonmessungen in der eigenen Wohnung durchführen, die Messdaten an das BfS übermitteln und das Messgerät anschließend wieder abgeben.

Einschätzung: Das Thema Radon ist in der Wohnungswirtschaft bekannt, ist aber derzeit durch die Herausforderungen der Energiekrise infolge des Ukrainekrieges nicht im Fokus der Wohnungsunternehmen. Die Eignung dieses Ansatzes wäre zu einem späteren Zeitpunkt noch einmal zu prüfen. Nichtsdestotrotz besteht die Annahme, dass Wohnungsunternehmen zurückhaltend auf eine Kooperation reagieren könnten, da sie ggf. gezwungen wären, bauliche Maßnahmen im Falle von erhöhten Radonwerten durchzuführen oder Mieter*innen verlieren könnten.

Energie- und Stromsparberatungen („Energie-Checks“): Haushalte mit geringem Einkommen erreichen

Lösungsansatz: Um trotzdem möglichst viele Messungen in Wohnungen durchzuführen und auf das Thema aufmerksam zu machen, könnte eine Kurzzeitmessung während eines Stromspar-Checks (Caritas) oder eines Gebäudechecks (Verbraucherzentrale) eine Alternative darstellen. Die Energieberater*innen könnten eine Box mit einem Messgerät und weiteren Informationen während ihres Besuchs mitbringen oder ggf. selbst aufstellen und beim zweiten Besuch den gemessenen Radonwert ablesen und das Gerät wieder mitnehmen.

Einschätzung: Nach Einschätzungen der Caritas sind zusätzliche Themen für das Angebot der Stromsparchecks keine Option, da eine Überforderung der Beratenden selbst, aber auch der Zielgruppe droht. Aufgrund der Erfahrungen ist davon auszugehen, dass die Übermittlung einer weiteren Botschaft an die Zielgruppe nicht verarbeitet werden kann. Im Bereich des Gebäudechecks der Verbraucherzentralen ist nur ein einmaliger Besuch des Wohngebäudes vorgesehen, ein weiterer Besuch wäre mit erneuten Honoraren für die Energieberater*innen verbunden und lohne sich nur, wenn die Messung eine besondere Sachkenntnis erfordere, was im Falle von Luftmessungen nicht der Fall ist.

Netzwerke mit Energiebezug: Haushalte mit Interesse an Energiethemen ansprechen

Lösungsansatz: Netzwerke, die Bezüge zu Energiethemen aufweisen, könnten über Ihre Mailinglisten zur Beteiligung am Projekt aufrufen. Interessierte können sich über die Informationsplattform des Projektes registrieren und per Post das Radon-Kit vom BfS erhalten und anschließend wieder zurücksenden.

Einschätzung: Mitglieder in Netzwerken wie CO2-Online, die einen Bezug zu Energiethemen haben, könnten Interesse an einem Radon-Projekt zeigen. Da es sich bei

den Mitgliedern um Hausbesitzer*innen mit Interesse an Projekten im Bereich Energiesparen handelt, ist von einer gewissen Resonanz auszugehen. Über Mailinglisten könnte für das Projekt geworben werden. Über diesen Weg ließe sich zwar eine gute Beteiligung erzeugen, es ist aber nicht von einer Teilnehmerzahl von mehreren Hundert Haushalten auszugehen.

Wissensvermittlung im Schulwesen

Lösungsansatz: Weiterführende Schulen könnten sich an einem Citizen-Science-Projekt beteiligen, in dem sie das Thema Radon im Physikunterricht behandeln und mit Schüler*innen über die Bedeutung von Radonmessungen in Innenräumen sprechen. Messgeräte könnten zur Ausleihe zur Verfügung gestellt werden, damit Schüler*innen im eigenen Zuhause über einen Zeitraum von mehreren Tagen Radon-Messungen durchführen können. So würden auch viele Familien erreicht werden.

Einschätzung: Trotz der bisher wenig ausgeprägten Vernetzung von Citizen Science und Schule in Deutschland, können Schüler*innen eine interessante Zielgruppe sein, wie die Projekte „RadonACCURACY“ in Israel und „RADIOactivity-LABoratory“ in Italien zeigen. Aufgrund fehlender Vergleichsprojekte kann hier nur auf wenige Erfahrungen zurückgegriffen werden. Anknüpfungspunkte bestehen besonders in der Oberstufe in den Fächern Physik (Strahlungsarten und Nachweismethoden) sowie Biologie (Auswirkungen von Radon auf den Körper). Auch wenn in den meisten Lehrplänen die ionisierenden Strahlungsarten im Vordergrund stehen, kann ein Projekt sinnvoll sein, ggf. auch in Arbeitsgemeinschaften.

Für den Zugang zu Lehrer*innen sollten gezielt Plattformen genutzt werden, die Lehrmaterialien zur Verfügung stellen. Ein Beispiel ist der Bildungsserver „Umwelt im Unterricht nutzen“ des BMUV (www.umwelt-im-unterricht.de). Dort sind bereits Unterrichtsvorschläge zu ionisierender Strahlung hinterlegt. Das Angebot könnte um das Themenfeld der „Nicht-ionisierenden Strahlung“ ergänzt werden und mit einem Citizen-Science-Projekt zu Radon verknüpft werden.

Für die Radon-Messung in der Wohnung selbst sowie für die Datenübertragung inklusive der Verarbeitung persönlicher Daten, ist die Erlaubnis der Erziehungsberechtigten einzuholen. Grundsätzlich kann jede*r Schüler*in selbst über die Teilnahme an einer wissenschaftlichen Untersuchung entscheiden.

Zudem ist in der Regel eine Einwilligung vom zuständigen Bildungsministerium notwendig, wenn Dritte wissenschaftliche Untersuchungen an Schulen durchführen möchten. Dazu stellen die Ministerien Antragsformulare unter dem Stichwort „Wissenschaftliche Untersuchungen an Schulen“ zur Verfügung. Welche konkreten Genehmigungsverfahren in dem jeweiligen Bundesland durchlaufen werden müssen, muss geprüft werden.

Einen Leitfaden mit umfassenden Informationen zur Planung von Citizen-Science-Projekten mit Schulen gab das österreichische Bundesministerium Bildung, Wissenschaft und Forschung im Jahr 2021 heraus (Cieslinski et al. 2021).

Dieser Lösungsvorschlag hat den Nachteil, dass nicht Citizen Science, sondern die schulische Wissensvermittlung im Mittelpunkt steht.

Abbildung 2 Übersicht über mögliche Multiplikator*innen und Einschätzungen zur Realisierbarkeit eines Citizen-Science-Projektes in Kooperation mit dem BfS

	Arbeitgeber*innen	Energie- und Stromsparberatungen (z. B. der Caritas)	Wohnungsunternehmen	Schulen	Betriebsräte/ Personalräte (Homeoffice)	Nachbarschaftsinitiativen mit Begegnungsorten	Netzwerke mit Energiebezug (z. B. CO2-Online)	Bibliotheken
Stufe 1 Interesse der Multiplikator*innen am Thema Radon	⊘							
Stufe 2 Ressourcen der Multiplikator*innen (Zeit, Personal)		⊘	⊘	⚠				
Stufe 3 Zugang zu den Multiplikator*innen				⚠	⚠	⚠		
Stufe 4 Umsetzung des Geräteverleihs durch die Multiplikator*innen							⚠	✓
Stufe 5 Kommunikation der Multiplikator*innen mit den Bürger*innen über Messverfahren usw.								
Stufe 6 Potenzial zu Ansprache vieler Bürger*innen				⚠	⚠	⚠	⚠	

4.3 Lösungsvorschlag und Umsetzungshinweise

Im Folgenden wird ein Vorschlag für die Umsetzung eines Citizen-Science-Projektes zu Radon-Messungen in Innenräumen skizziert, der sich aus den Recherchen in der wissenschaftlichen Literatur und Gesprächen mit Expert*innen ableitet. Vorgeschlagen wird, ein Radon-Citizen-Science-Projekt durchzuführen, bei dem die Adressaten über Bibliotheken erreicht und elektronische Messgeräte in dieser Zusammenarbeit verteilt werden.

Der vorgeschlagene Lösungsweg basiert auf folgenden Charakteristika:

- Fokussierung auf Citizen Science bei gleichzeitiger nachgelagerter Berücksichtigung der Information der Öffentlichkeit,
- Anbindungspotenzial an bestehende geobasierte Radon-Datensammlungen des BfS,
- Zusammenarbeit mit Bibliotheken als meistgenutzte Bildungs- und Kultureinrichtungen und Erfahrungswissen in vergleichbaren Projekten,
- zeitliches begrenztes Leihsystem für die Nutzung von elektronischen Radon-Messgeräten,
- elektronisches Messgerät mit hoher Bedienungsfreundlichkeit und Möglichkeit zur Gewährleistung von Datenschutz und Privatsphäre.

4.3.1 Ausgangslage

Bekanntheit des Themas Radon und Radon-Messungen in Deutschland

Eine repräsentative Studie zum Thema „Was denkt Deutschland über Strahlung“ zeigt auf, „dass ein knappes Drittel der Bürger*innen in gewisser Weise Beunruhigung vor einer Belastung durch die vorherrschende Strahlung verspürt. Die Gruppe der eher sorglosen Bürger*innen ist etwas größer. Rund jede*r Vierte ist bei diesem Thema unentschieden.“ (Götte, Ludewig 2019). Weiterhin zeigen die Daten, dass die deutsche Bevölkerung mit dem Begriff Strahlung vor allem Mobiltelefone und Kernkraft verbindet. Gleichzeitig wird der Strahlenbelastung durch Radon, die den größten Anteil an der jährlichen Strahlenbelastung aus natürlichen Quellen ausmacht, eine deutlich geringere Bedeutung zugesprochen (ebd.). Nur etwa 37 % der Befragten vermuten, dass Radon in Häusern wesentlich zur jährlichen Strahlenbelastung beiträgt.

Die Befragung ergab weiterhin, dass sich die Menschen von staatlichen Institutionen nicht gut über Strahlenschutzthemen informiert fühlen (fast 50 % schlecht, 25 % sehr schlecht). Dementsprechend häufig gaben sie an, an Informationen zu entsprechenden Themen interessiert zu sein.

In der Studie wurden ebenfalls Einstellungen zum staatlichen und individuellen Strahlenschutz abgefragt. Nur etwa 37 % der Befragten vertrauen darauf, dass staatliche Einrichtungen die Bevölkerung vor schädlichen Einflüssen durch Strahlung schützen. Gleichzeitig betreiben aber nur wenige Personen (25 %) individuellen Strahlenschutz, rund 45 % tun dies (eher) nicht.

Aufgrund der Datenlage zu den Themen „Strahlung im Allgemeinen“ und „Radon“ ist nicht davon auszugehen, dass Menschen aufgrund von Ängsten vor Strahlung nicht an einem Citizen-Science-Projekt teilnehmen würden. Es ist vielmehr davon auszugehen, dass ein Projekt die Informiertheit zum Thema Radon und Radonmessungen erhöhen kann. Wichtig ist allerdings, dass die Bürger*innen im Projekt erfahren, wie sie eine Gefährdung durch Radon minimieren können.

Rechtliche und ethische Fragestellungen

In einem bürgerwissenschaftlichen Projekt zu Radon-Messungen ergeben sich rechtliche Fragestellungen insbesondere für den Bereich des Datenschutzes, aber auch mit Bezug zum Urheberrecht/geistigen Eigentum. Für den deutschsprachigen Raum liegt der „Leitfaden für rechtliche Fragestellungen in Citizen-Science-Projekte“ vor, der im Jahr 2020 durch das Museum für Naturkunde erstellt wurde. Er bietet einen kompakten Überblick über die relevantesten Rechtsthemen und Hinweise zur Planung, Durchführung und Abschluss von Citizen Science-Projekten.

Besondere rechtliche Fragestellungen bei einem Radon-Projekt ergeben sich für die Phase, in der die Bürger*innen Messdaten an das BfS weitergeben. Hinsichtlich des Erhebens und Speicherns von personenbezogenen Daten sind die Datenschutzgrundsätze der Datensparsamkeit und Datenminimierung der europäischen Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) aus dem Jahr 2018 einzuhalten. Unter personenbezogenen Daten zählen Angaben wie Name, Geschlecht, Alter sowie Kontaktdaten (Adressen, Mailadressen und Telefonnummern). Es ist davon auszugehen, dass personenbezogene Daten erhoben werden müssen, um mit den Beteiligten in Kontakt zu treten und Messdaten räumlich zuordnen zu können.

Der Datenschutzgrundsatz der Datenminimierung besagt, dass Daten nur in dem Umfang und für die Dauer erhoben werden dürfen, wie sie auch zur Erreichung des jeweiligen Zweckes benötigt werden. Das heißt, öffentliche und nichtöffentliche Stellen dürfen nur solche persönlichen Daten erheben, die für die Erfüllung des jeweils zugrunde liegenden Zwecks im Projekt nötig sind. Die Anonymisierung der persönlichen Daten kann zur Datenminimierung beitragen. So können Daten weiterverarbeitet werden, ohne dass ein Rückschluss auf bestimmte Personen möglich ist. Auch die zeitlich begrenzte Speicherung der Daten mit anschließender Löschung nach Erfüllung des Zwecks, sind Wege, den Grundsatz der Datenminimierung einzuhalten.

In dem vom BfS veröffentlichten „Radon-Handbuch Deutschland“ (2019) wird bereits auf die Verwendung von Daten aus Radon-Messungen eingegangen: „Die Ergebnisse von Radon-Messungen in Aufenthaltsräumen sind in Verbindung mit Namen und Adressen personenbezogene Daten. Sie unterliegen den Datenschutzgesetzen des Bundes und der Länder. Generell sind die Nutzer und Eigentümer der Aufenthaltsräume sowie bei

gewerblicher Nutzung eventuelle Arbeitgeber berechtigt, die Messergebnisse und deren Bewertung zu erfahren. Darüber hinaus darf eine Weitergabe nur in dem gesetzlich festgelegten Rahmen erfolgen. Wenn zum Zwecke der Messwertinterpretation und der Ableitung von Hinweisen, die über den „Referenzwertevergleich“ hinausgehen, Zusatzinformationen zu den Gebäuden eingeholt werden, ist auf die Freiwilligkeit dieser Angaben hinzuweisen.“.

Die Verwendung von Smartphones und Apps für die Dateneingabe kann problematisch sein, da diese unbemerkt auf Metadaten zurückgreifen, die Bürgerforscher*innen identifizieren können. Problematisch können vor allem die Standortdaten sein, wenn sie sich auf ein Einfamilienhaus beziehen oder sich Bewegungsmuster ableiten lassen (Museum für Naturkunde 2020). Auch hier ist darauf zu achten, dass über die erhobenen Daten informiert sowie der Zweck der Erhebung und eine Erlaubnis für die Verwendung eingeholt wird. Dies geschieht über eine verständlich formulierte Datenschutzerklärung. Für die Einhaltung der Bestimmungen ist die auftraggebende Einrichtung zuständig.

Urheberrechtliche Fragestellungen ergeben sich nicht, da Sensor- und sonstige Messdaten nicht durch das Urheberrecht geschützt sind (Museum für Naturkunde 2020).

Des Weiteren ist zu klären, wie der Versicherungsschutz für die Messgeräte im Schadensfall oder bei Verlust geregelt werden kann, wenn die Geräte von Bürger*innen beim BfS oder anderen Einrichtungen entliehen werden.

Finanzierungsaufwand

Für die Umsetzung eines bürgerwissenschaftlichen Projektes ist die Bereitstellung von Kosten oder Ressourcen für die folgenden Bereiche einzuplanen:

- elektronische Messgeräte in größerem Umfang für das Leihsystem (ggf. auch Postversand),
- Versicherung für Geräte,
- Internet-Plattform mit digitalen Karten, Tutorials usw., Social Media,
- Infrastruktur für die Datenübermittlung, Verwaltung und Speicherung,
- Trainings von Mitarbeiter*innen und Informationsmaterialien zum Aushang bei Multiplikatoren und für Bürger*innen.

4.3.2 Einsatz elektronischer Messgeräte

Der Markt für Messgeräte zur aktiven Messung von Radonkonzentrationen ist groß und reicht von hochpreisigen Geräten (mehr als 3.000 Euro) für Profianwender*innen bis hin zu leicht zu bedienenden Geräten für Bürger*innen, die entweder kurzzeitig oder über einen längeren Zeitraum Messungen vornehmen. Die Anwender*innen können den aktuellen Radonwert bzw. den Durchschnittswert meist direkt auf dem Display des Geräts ablesen oder die Daten mit Hilfe einer entsprechenden Software/ App am PC oder Smartphone auslesen. Zudem können moderne Geräte meist weitere Parameter wie die

Temperatur, Luftfeuchte oder auch der Standort der Messung erfassen. Die passiven Messungen mit sog. Kernspurdosimetern sind im Vergleich kostengünstig und unkompliziert in der Anwendung. Die Auswertung der Messdaten erfolgt im Labor. Bei der Auswahl des Messgerätes sind Aspekte wie die Demografie der Teilnehmer*innen, die Erschwinglichkeit, der Zugang sowie die Zweckmäßigkeit zu berücksichtigen.

Im Vergleich zu Radon-Langzeitmessungen mit passiven Detektoren wie zuletzt 2021 im Radon-Survey in Deutschland oder vielfach auch im internationalen Raum erfolgreich erprobt, sieht sich die Datenerhebung mit aktiven Messgeräten Herausforderungen gegenüber, die bei der Umsetzung eines bürgerwissenschaftlichen Projektes zu beachten sind. Diese betreffen zunächst die Auswahl eines geeigneten Geräts, den Zugang zu den Messgeräten selbst und zum anderen den Prozess der Datenerhebung und -übertragung.

Die Anschaffungskosten für ein elektronisches Messgerät für den Einsatz in Privaträumen, das von Bürger*innen einfach bedient werden kann und gleichzeitig genaue Messwerte in wenigen Tagen in Wohnräumen ermöglicht, betragen in etwa 150 bis 200 Euro. Es ist davon auszugehen, dass die hohen Anschaffungskosten nicht von Bürger*innen selbst übernommen werden. Der Einsatz elektronischer Messgeräte ist deshalb mit Überlegungen verknüpft, wie Bürger*innen ein möglichst kostenfreier Zugang zu Messgeräten ermöglicht werden kann. Eine Lösung, die auch von den befragten Expert*innen als gangbarer Weg bewertet wird, ist die Etablierung eines Leihsystems an zentralen Orten oder die Bereitstellung von Geräten über den Postweg.

Die auf dem deutschen Markt erhältlichen elektronischen Radon-Messgeräte für den privaten Gebrauch unterscheiden sich u. a. in der Messtechnik, im Messintervall, in der Messgenauigkeit, in der Art des Betriebs (Batterie oder Netzspannung) sowie in der Konnektivität mit Bluetooth oder W-Lan. Für den erfolgreichen Einsatz in einem bürgerwissenschaftlichen Projekt sind folgende Faktoren bestimmend: geringer Preis, einfache Handhabung, verständliche Bedienungsanleitung in deutscher Sprache und die Datensicherheit/ Datensparsamkeit.

Aufgrund der breiten Zielgruppe eines Citizen-Science-Projektes ist ein Gerät, das sich möglichst leicht bedienen lässt und ausschließlich Messdaten speichert, zu bevorzugen. Ein geeignetes Messgerät ist beispielsweise das Gerät „Corentium Home“ des Unternehmens Airthings, das sich durch eine einfache Bedienung, geringe Kosten bei gleichzeitig präzisen Messwerten auszeichnet und keine Konnektivität zu anderen Geräten wie Smartphone oder PC voraussetzt. Es gilt als meistverkauftes Radon-Messgerät weltweit und wurde auch im irischen Citizen-Science-Projekt „Pilot citizen science project in Wexford libraries“ eingesetzt.

4.3.3 Messvorgang und Datenqualität

Die genauesten Messwerte der Radonkonzentration in der Raumluft werden durch Langzeitmessungen ermittelt, wie sie für Messungen an Arbeitsplätzen, die sich in Radonvorsorgegebieten befinden (Keller oder Erdgeschoss) oder einer besonderen

Radon-Exposition ausgesetzt sind, vorgeschrieben sind (§ 127 StrlSchG). Die gesetzlich vorgeschriebenen Messungen an Arbeitsplätzen über 12 Monate hinweg müssen durch eine zertifizierte Messstelle durchgeführt werden. Genutzt werden können sowohl Exposimeter als auch elektronische Messgeräte. Das BfS führt auf seiner Website die Messstellen mit eingesetzten Messgeräten und Messverfahren auf. Der § 155 der Strahlenschutzverordnung enthält Anforderungen zur Durchführung der Messung und Voraussetzungen zur Anerkennung der Stelle. Die Auswertung der Messgeräte erfolgt ebenfalls durch die anerkannte Stelle. Ergibt die Messung, dass an einem Arbeitsplatz die Radon-Konzentration den Referenzwert in Höhe von 300 Becquerel pro Kubikmeter überschreitet, muss der Arbeitgeber unverzüglich Reduktionsmaßnahmen umsetzen.

Für ein Citizen-Science-Projekt sind Kurzzeitmessungen bzw. orientierende Messungen zu empfehlen, die sich über einen Zeitraum von ein bis vier Wochen erstrecken. Zu beachten ist dabei, dass aufgrund der kurzen Messzeiträume nur ein erster Überblick über die Radon-Konzentration im Gebäude gewonnen werden kann. Jahreszeitliche Schwankungen werden durch Kurzzeitmessungen nicht berücksichtigt. Dies ist besonders im Hinblick auf die zu formulierende Forschungsfrage zu beachten. Ggf. kann den Bürger*innen ab einem bestimmten Wert eine Langzeitmessung empfohlen werden.

Empfehlungen für orientierende Messungen zur Abschätzung einer möglichen Radon-Belastung in Wohngebäuden sind unter der „6+1-Methode“ bekannt und könnten auch für Messungen in einem bürgerwissenschaftlichen Projekt gelten. Die Messmethode sieht für ein Einfamilienhaus vor, dass in sechs verschiedenen Wohnräumen mindestens jeweils einen Tag lang gemessen wird. Zusätzlich soll in einem weiteren Raum mit der vermutlich höchsten Radonkonzentration (Kellerräumen oder Räume mit Erdkontakt) ebenfalls ein Tag lang gemessen werden. Die Messmethode könnte entsprechend angepasst werden, so dass Teilnehmende in Wohnungen beispielsweise zwei bis vier Wochen in ein oder mehreren Räumen Messungen durchführen. Eine angepasste Messempfehlung für Wohnungen müsste vor Beginn des Projektes durch das BfS als Projektinitiator entwickelt werden. Ebenfalls geprüft werden kann, ob ein Messprotokoll wie im Projekt „Radon on the Radar“ (Ermittlung von Tageswerten sowie eines Langzeitwerts über 14 Tage) ebenfalls verlässliche Daten erzeugt (Stanifer et al. 2022).

Zur Gewährleistung einer korrekten Messung sind für die Bürger*innen einfache und verständliche Anleitungen anzufertigen, die folgende Hinweise für folgende Schritte enthalten:

- Auswahl des Wohnbereichs, in dem gemessen werden soll (z. B. Wohn- oder Schlafzimmer),
- optimaler Standort im Raum (z. B. für „Corentium Home“: 50 cm über dem Boden, 150 cm Entfernung von Fenster und Türen),
- Bedienung des Messgeräts und
- Verhalten während des Messvorgangs.

Die Teilnehmer*innen müssen in die Lage versetzt werden, selbstständig genaue Messungen durchführen zu können. Erklärungen über Online-Tutorials können dabei

gute Hilfestellungen sein, wie sie beispielsweise im Projekt „Radon on the Radar“ (<https://www.youtube.com/watch?v=1b-sA-SD20M>) oder im Projekt Mückenatlas (<https://mueckenatlas.com>) umgesetzt wurden. In einem nächsten Schritt müssen die Teilnehmer*innen unterrichtet werden, wie sie die Messwerte richtig protokollieren und an das BfS übertragen.

Zu prüfen ist, inwieweit eine Plausibilitätsprüfung der Bürger-Daten durch das BfS anhand bestehender und professionell erhobener Daten möglich ist, um die Daten so validieren zu können.

4.3.4 Metadaten und Fragebogen

Zur Bewertung der Messergebnisse sind Metadaten mit Standortbezug und zu Wohngebäudeeigenschaften zu erheben. Damit kann sichergestellt werden, dass mögliche Abhängigkeiten der Radonkonzentration von Gebäudeeigenschaften und Nutzergewohnheiten erkannt werden.

Ein entsprechender Fragebogen sollte durch die Bürger*innen einmalig zu Beginn des Messzeitraums oder während der Dateneingabe auf der Online-Plattform ausgefüllt werden. Die Beantwortung der Fragen sollte nur wenige Minuten in Anspruch nehmen und allgemein bekannte Informationen zum Gebäude oder zur Wohnung abfragen. Ein standardisierter Fragebogen wurde bereits im Rahmen des Forschungsvorhabens „Ermittlung der aktuellen Verteilung der Radonkonzentration in deutschen Wohnungen“ gemeinsam mit dem BfS entwickelt. Anpassungen des Fragebogens an das Verfahren der Kurzzeitmessungen mit elektronischen Messgeräten sind zu prüfen und ggf. vorzunehmen. Darüber hinaus kann die Adresse des Wohnhauses für die Beantwortung der Forschungsfrage im Citizen-Science-Projekt relevant sein. Da die Adresse nicht automatisch bekannt ist, muss sie durch die Bürger*innen angegeben werden. Wichtig ist hierbei, den Verwendungszweck klar zu kommunizieren sowie einen Hinweis zum Schutz der Daten anzuführen.

In international durchgeführten Radon-Projekten hat sich gezeigt, dass eine Bewertung der individuellen Messwerte mit entsprechender Rückmeldung an die Beteiligten eine zusätzliche Motivation für die Teilnahme ist. Die Rückmeldung sollte eine genaue Einschätzung über das Radon-Potenzial enthalten und bei einem erhöhten Potenzial für Radon in der Raumluft entsprechende Handlungsmaßnahmen zu Reduzierung bzw. bei erhöhten Werten die Empfehlung einer anerkannten Radon-Messung (Langzeitmessung) vorschlagen.

Es könnte sinnvoll sein, Teilnehmer*innen automatisch per SMS an die Eingabe von Daten oder die Geräteübergabe zu erinnern.

4.3.5 Datenerfassung und -visualisierung

Die Daten sollten möglichst über eine Onlineplattform durch die teilnehmenden Bürger*innen selbst oder durch unterstützende Akteure (Leihstellen) eingegeben werden. Anschließend sollen die Daten in die Bundeseinheitliche Datei Radon in Gebäuden (BuRG) importiert werden. Für die Übermittlung an das BfS müssen alle Messdaten anonymisiert und auf Plausibilität geprüft werden. Das BfS erhält ausschließlich Daten, die für eine wissenschaftliche Auswertung relevant sind.

Einträge müssen vor der Übernahme auf eine Plattform geprüft werden. Dies kann entweder durch ein halb-automatisiertes Verfahren, durch die Konstruktion der Meldestruktur auf der Website oder mobilen Applikation und anhand eines vollständig ausgefüllten Meldeformulars geschehen. Stimmige Einträge werden in die Datenbank übernommen und auf der Online-Plattform veröffentlicht. Eine Messung umfasst u. a. die folgenden essenziellen Angaben zu:

- durchschnittliche Messwerte der Radoninnenraumkonzentration in Bq/m³,
- Ort der Messung als Punkt (Point of Interest) mit einem Durchmesser von mindestens 120 m oder durch ein Raster mit einer Standortgenauigkeit von 250 Metern),
- Zeitpunkt der Messung (Datum der Auslesung) sowie
- Zeitraum des Messvorgangs (Anfangs- und Enddatum).

Die Meldungen der Messergebnisse werden auf der Onlineplattform verarbeitet und in visuell greifbare Informationen übersetzt. Dabei müssen personenbeziehbare Ausgangsdaten geschützt werden. Die Gestaltung und Wissensvermittlung sind dabei eng miteinander verwoben. Die Visualisierung und der Aufbau des Portals muss einen sicheren, schnellen und konsistenten Datenfluss ermöglichen und sollte unterschiedliche Abfragen zu Raum, Zeit und Messergebnissen erlauben (Moser et al. 2020). Die Gesamtarchitektur und die darunterliegende Datenbankstrukturen des Portals sollten effiziente, kurze Zugriffszeiten erzielen, um für Benutzer*innen lange Wartezeiten bei der Visualisierung zu vermeiden. Die Ergebnisse sollen zeitnah auf einer Karte angezeigt werden. Dabei müssen Ausgangsdaten geschützt werden. Damit das Portal auf möglichst vielen Endgeräten funktioniert, also sowohl auf Desktop-Bildschirmen als auch auf mobilen Geräten mit kleineren Bildschirmen, sollte sich das Design responsiv an die Bildschirmgröße anpassen lassen können (ebd.). Eine zielgruppengerechte Gestaltung, welche verschiedene Phasen des Beteiligungsprozesses adressiert, kann auf diese Weise maßgeblich zum Erfolg von Citizen-Science-Projekten beitragen. Neben einer benutzerorientierten Gestaltung, kommen Tutorials und Anleitungen eine wichtige Rolle zu. Diese können den Nutzer*innen in unterschiedlichen Formaten, als kurze Video-Tutorials oder als Handbücher mit Inhaltsverzeichnis zum gezielten Zugriff auf bestimmte Informationen zur Verfügung gestellt werden. Nutzer*innen sollten dabei entscheiden können, welche Informationen sie in welcher Reihenfolge und Geschwindigkeit benötigen. Farben können bei der Auswertung und visuellen Übersetzung von Messwerten unterstützend

eingesetzt werden, um den Grad der Radon-Belastung wiederzugeben (wie in der RadonMap des Projektes RadonACCURACY (<https://radonmap.online/indoorraddon/>)).

4.3.6 Kommunikationsplattform

Das BfS stellt mit seinem Internetauftritt unter www.bfs.de umfassende Informationen zu ionisierender Strahlung im Allgemeinen und Radon im Besonderen.

Ein Radon-Citizen-Science-Projekt bietet sich an, um die Kommunikationsarbeit des BfS zum Thema zu erweitern. Eine eigene Onlineplattform ist zunächst erforderlich, um spezifische Informationen zum Projekt (etwa Ziele, Mitmachmöglichkeiten, Adressierung von Bürger*innen, Verfahren der Datenerfassung, Umgang mit Daten, beteiligte Kooperationspartner) konkret zu erläutern. Vor allem über Projektergebnisse sollte laufend und aktuell berichtet werden.

Darüber hinaus leistet eine Projektplattform – wie auch klassische Printmaterialien oder Plakate, die über Multiplikator*innen verteilt werden könnten – nicht nur einen Beitrag zur Motivierung zur Projektteilnahme, sondern auch zur Sensibilisierung zu Radonfragen. Diese Sensibilisierungsziele sollten jedoch in einem Citizen-Science-Projekt der Aufgabe der Beteiligung von Bürgerwissenschaftler*innen nachgelagert sein. Im Blickpunkt sollten Botschaften stehen, die durch Citizen Science erreicht werden sollen. Ebenso sollte die Bedeutung von Bürgerwissenschaften herausgearbeitet werden.

Kommunikationsplattformen – ergänzt um zugehörige Social-Media-Aktivitäten – sind vor allem an der Schnittstelle zu Gesundheitsthemen (beispielsweise Vorsorgefragen, Suchtproblematiken, Impfaufrufe) langjährig verbreitet. Sie gehen über „klassische“ Informationsangebote hinaus, da hier Interaktivität im Sinne der Kommunikationsaufgabe zentral ist. Darunter ist bei einem Citizen-Science-Projekt mehr als nur „Feedback“ durch Benutzer*innen zu verstehen, denn als Citizen Scientists kommt den Bürger*innen eine Rolle „auf Augenhöhe“ zu. Bonfadelli und Friemel weisen hierzu auf die Bedeutung von systematischen Evaluationsmaßnahmen zur Zielgerechtigkeit der Wirksamkeit von Kommunikationsmaßnahmen hin. Die Autoren verdichten die Aufgaben von Kommunikationsplattformen wie folgt:

- 1) „Konzeption, Durchführung und Evaluation von
- 2) systematischen und zielgerichteten
- 3) Kommunikationsaktivitäten zur
- 4) Förderung von Wissen, Einstellungen und Verhaltensweisen
- 5) gewisser Zielgruppen
- 6) im positiven, d.h. gesellschaftlich erwünschten Sinn.“ (Bonfadelli/Friemel 2016).

Damit grenzt sich die Kommunikationsplattform „Citizen Science“ deutlich von einer allgemeinen, grundlegenden Information der Öffentlichkeit ab.

Bedeutung raumbezogener Karten als Baustein der Kommunikationsplattform

In Citizen-Science-Projekten erfüllen thematische Karten wichtige Funktionen. Sie vermitteln den Beteiligten eine Orientierung im Raum, dienen als Datenspeicher und als Informationsmedium, indem sie einen Überblick über die räumliche Verbreitung verschiedener Phänomene, zeitlicher Abläufe und Veränderungen bieten (Moser et al. 2020). Zudem können Onlinekarten Bürger*innen zur Teilnahme motivieren, wenn sie ein unmittelbares Feedback zu ihrer Dateneingabe erhalten (Bonney et al. 2019). Neben der Projektbeschreibung und wichtigen Hintergrundinformationen auf der Kommunikationsplattform bietet die Einbettung von benutzerdefinierten dynamischen Onlinekarten teilnehmenden Bürger*innen die Möglichkeit, ihre Daten zu visualisieren und zu analysieren. Durch die so gewonnenen und frei zugänglichen Daten können weitere interessierte Bürger*innen für das Thema Radon sensibilisiert werden.

Mapbox ist ein Anbieter von benutzerdefinierten Onlinekarten für Websites und mobile Applikationen. Die Daten stammen aus offenen Datenquellen, wie der OpenStreetMap (OSM), einer auf Crowdsourcing basierenden, offen zugänglichen Datenbank für Geodaten, der NASA sowie gekauften proprietären Datenquellen. Mapbox bietet eine Vielzahl an APIs (Application Programming Interfaces) und SDKs (Software Development Kits) sowie Karten- und Standortbausteine (Buildingsblocks) zur Individualisierung dynamischer Karten an. So können anwendungsspezifische Onlinekarten erstellt werden. Durch diese Eigenschaft eignet sich Mapbox besonders gut für die Anwendung in Citizen-Science-Projekten. Bereits das Projekt „Nachlicht-Bühne“ arbeitete mit Mapbox.

Die Entwicklung einer benutzerdefinierten Karte gelingt über mehrere Schritte. Neben der Wahl verschiedener Kartenstile, bietet Mapbox mit Mapbox Studio (<https://www.mapbox.com/mapbox-studio>) eine grafische Benutzeroberfläche. Die API ermöglicht unter anderem die farbige Kennzeichnung von Straßen oder Straßenzügen sowie die Möglichkeit, Daten in Bereiche (Tiles und Raster) zusammenzufassen. Diese Funktion bietet zum einen den Vorteil große Datenmengen komprimiert dazustellen und zum anderen sensible Personendaten zu anonymisieren. Die Karte kann anschließend auf der eigenen Projektwebsite eingebettet werden.

5 Resümee

Abschließend kann festgestellt werden, dass ein Citizen-Science-Projekt in Deutschland einen Beitrag zur Gewinnung von Daten zur Radoninnenraumkonzentration leisten kann. Dies gilt vor allem dann, wenn sich ein derartiges Projekt möglichst nahtlos in die Gesamtstrategie des BfS zur Datengewinnung von Radoninnenraumkonzentration einfügt. Ansatzpunkte hierfür sind beispielsweise durch die Messpflichten von Arbeitsstätten gegeben.

Ein bürgerwissenschaftliches Projekt bietet vorrangig das Potenzial, die Datenlage zu Radoninnenraumkonzentration in Deutschland für wissenschaftliche Zwecke zu verbessern und als Nebenfolge die Öffentlichkeit über das Thema Radon und dessen gesundheitliche Auswirkungen sowie über Schutzmaßnahmen zu informieren.

Die in Deutschland durchgeführten bürgerwissenschaftlichen Projekte mit naturwissenschaftlichen Bezügen sowie die internationalen Projekte im Bereich der Radon-Forschung zeigen, dass die Einbeziehung von Bürger*innen auf vielfältige Arten und Weisen und bei gleichzeitiger Einhaltung von rechtlichen Rahmenbedingungen wie dem Datenschutz erfolgen kann. Von zentraler Bedeutung für die Motivation der Bürgerwissenschaftler*innen und für das Gelingen einer erfolgreichen Bürgerbeteiligung ist das Erkenntnisinteresse bzw. die Formulierung und Vermittlung der Forschungsfrage, auf die mit Hilfe der Bürger*innen Antworten gefunden werden sollen. Viele in Deutschland bekannte Citizen-Science-Projekte haben einen sehr kurzen Projektzeitraum. Dies wäre im Falle eines Projektes zu Radon aufgrund des Erfordernisses der Vergabe von Messgeräten nicht der Fall.

Das in diesem Bericht skizzierte bürgerwissenschaftliche Projekt hätte demnach den Charakter einer kontinuierlichen Aktion. Die Projektlogik könnte darin bestehen, dass sich Bürgerwissenschaftler*innen elektronische Messgeräte an zentralen Leihstellen ausleihen, selbständig die Radonkonzentration in Innenräumen messen, anschließend die Daten übertragen und das Messgerät wieder zurückgeben. Aufgrund des kontinuierlichen Charakters und der Projektlogik, ist eine Zusammenarbeit mit relevanten (lokalen) Akteur*innen notwendig, um möglichst viele Bürger*innen zur Beteiligung zu motivieren und die notwendigen Messgeräte zur Verfügung zu stellen. Bibliotheken bieten aufgrund ihres Selbstverständnisses und ihrer Präsenz den weitreichendsten Zugang zu potenziellen Bürgerwissenschaftler*innen. Aber auch andere Akteure wie Arbeitgeber*innen oder Schulen sind Alternativen und bieten Optionen, die bei der Konzeption eines Projektes mitgedacht werden sollten. Hilfreich dabei ist, dass die Logik des Projektes im Kern und unabhängig von den beteiligten Akteur*innen gleichbleiben kann.

Danksagung

Die Autorinnen des vorliegenden Berichts danken dem Bundesamt für Strahlenschutz für die fachliche Begleitung und Unterstützung des Forschungsvorhabens, insbesondere für die Bereitstellung der benötigten fachlichen Hintergrundinformationen und Literaturhinweisen.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Ausschnitt aus der RadonMap des Projektes RadonACCURACY	28
Abbildung 2	Übersicht über mögliche Multiplikator*innen und Einschätzungen zur Realisierbarkeit eines Citizen-Science- Projektes in Kooperation mit dem BfS	45

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Vorteile des Citizen-Science-Ansatzes	17
Tabelle 2:	Übersicht über internationale Radon-Projekte mit Citizen- Science-Ansatz.....	24
Tabelle 3	Indikatoren für die Evaluation des Beitrags von Citizen Science zur Radon-Forschung	36

Literaturverzeichnis

Suman, A.; van Geenhuizen, M. (2020): Not just noise monitoring: rethinking citizen sensing for risk-related problem-solving. In: *Journal of Environmental Planning and Management* 63 (3), S. 546–567.

Bio Innovation Service (2018): Citizen science for environmental policy: development of an EU-wide inventory and analysis of selected practices. Final report for the European Commission.

BMBF (2021): *FactoryWisskomm. Handlungsperspektiven für die Wissenschaftskommunikation*. Berlin. Online verfügbar unter: https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/downloads/files/factory_wisskomm_publication.pdf?_blob=publicationFile&v=3, zuletzt geprüft am: 27.07.2022.

Bonfadelli, H.; Friemel, T. (2010): *Kommunikationskampagnen im Gesundheitsbereich. Grundlagen und Anwendungen*. 2., völlig überarbeitete und erweiterte Auflage. Konstanz.

Bonn, A.; Brink, W.; Hecker, S.; Herrmann, T. M.; Liedtke, C.; Premke-Kraus, M. et al. (2021): *Weißbuch Citizen Science Strategie 2030 für Deutschland*.

Bonn, A., Richter, A., Vohland, K. et al. (2016): *Grünbuch Citizen Science Strategie 2020 für Deutschland*. Berlin. Online verfügbar unter https://www.buergerschaffenwissen.de/sites/default/files/assets/dokumente/gewiss-gruenbuch_citizen_science_strategie.pdf, zuletzt geprüft am: 27.07.2022.

Bonney, R. (1996): Citizen science: A Lab tradition. In: *Living Bird* 15 (4), S. 7–15.

Bonney, R.; Phillips, T. B.; Ballard, H. L.; Enck, J. W. (2016): Can citizen science enhance public understanding of science? In: *Public understanding of science (Bristol, England)* 25 (1), S. 2–16.

BfS (2019): *Radon-Handbuch Deutschland*. Salzgitter.

BfS (13.12.2021): BfS erhält Radon-Daten für die Forschung. Datengrundlage für die Abschätzung der Radon-Situation in Deutschland wird verbessert. Online verfügbar unter <https://www.bfs.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/BfS/DE/2021/015.html>, zuletzt geprüft am 20.07.2022.

BMU (2019): *Radonmaßnahmenplan zur nachhaltigen Verringerung der Exposition gegenüber Radon*. Berlin. Online verfügbar unter: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/radonmassnahmenplan_bf.pdf, zuletzt geprüft am 21.07.2022.

Cieslinski, M.; Heinzlreiter-Wallner, G.; Scheuch, M.; Siegele, P.; Ernst, M.; Frigerio, D. et al. (2021): *Citizen Science – Forschen mit Schulen. Grundlagen, Empfehlungen & praktische Tipps für gemeinsame Projekte*. Wien.

Deutscher Wetterdienst (21.09.2021): DWD ermöglicht Open-Data-Zugriff auf Wettermeldungen in der WarnWetter-App. Wetterexperten und Bevölkerungsschutz setzen auf Wettermeldungen der App-Nutzer. Offenbach. Online verfügbar unter https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2021/20210921_pm_wettermeldungen_warnwetterapp_news.html.

Downs, T. L.; Ross, L.; Mucciarone, D.; Calvache, M.-C.; Taylo, O.; Goble, R. (2010): Participatory testing and reporting in an environmental-justice community of Worcester, Massachusetts: a pilot project. In: *Environmental Health* (9).

Döring, N.; Bortz, J. (2016): *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Berlin, Heidelberg.

Eitzel, M. V.; Cappadonna, J. L.; Santos-Lang, C.; Duerr, Ruth E.; Virapongse, A.; West, S. E. et al. (2017): Citizen Science Terminology Matters: Exploring Key Terms. In: *CSTP 2* (1), S. 1.

EPA Network Interest group on Citizen Science (2021): Paper on Citizen Science and Zero Pollution. Presented to the 35th EPA Network plenary 8-9 February 2021.

European Citizen Science Association (ECSA): 10 Prinzipien von Citizen Science - Bürgerwissenschaften. Online verfügbar unter: https://ecsa.citizen-science.net/wp-content/uploads/2021/07/ECSA_Ten_principles_of_CS_German.pdf Zuletzt geprüft: 27.072022,

Evers-Wölk, M.; Dametto, D.; Kahlisch, C.; Oertel, B.; Uhl, A. (2022): Innovative und partizipative Verfahren der Technikfolgenabschätzung. Abschlussbericht der Studie »Nutzenpotenziale innovativer und partizipativer methodischer Verfahren für den Deutschen Bundestag«. Berlin.

Evers-Wölk, M.; Oertel, B.; Sonk, M. (2018): Gesundheits-Apps. Innovationsanalyse. Unter Mitarbeit von Mattis Jacobs: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB). Berlin.

Göbel, C.; Henke, J.; Mauermeister, S. (2020): Kultur und Gesellschaft gemeinsam erforschen. Überblick und Handlungsoptionen zu Citizen Science in den Geistes- und Sozialwissenschaften. Wittenberg: Institut für Hochschulforschung (HoF) Halle-Wittenberg (HoF-Handreichungen, 14).

Götte, S.; Ludewig, Y. (2019): Was denkt Deutschland über Strahlung? Umfrage 2019. Salzgitter.

Haklay, M.: Citizen Science and Volunteered Geographic Information: Overview and Typology of Participation. In: *Crowdsourcing Geographic Knowledge*, S. 105–122.

Hecker, S.; Haklay, M.; Bowser, A.; Makuch, Z.; Vogel, J.; Bonn, A. (Hg.) (2018): *Citizen science. Innovation in open science, society and policy*. London.

Hecker, S., Garbe, L., & Bonn, A. (2018): The European citizen science landscape – A snapshot. In: S. Hecker, M. Haklay, A. Bowser, Z. Makuch, J. Vogel und A. Bonn (Hg.): *Citizen Science. Innovation in open science, society and policy*. London: UCL Press, S. 190–200.

Illge, L.; Degel, M.; Oertel, B. (2021): Wirkung staatlicher Fördermaßnahmen auf die Umsetzung von Radonsanierungsmaßnahmen im Wohnbereich – eine Potenzialanalyse. Salzgitter (Ressortforschungsberichte zum Strahlenschutz).

Irwin, A. (1995): Citizen Science: A Study of People, Expertise, and Sustainable Development. London.

Klan, F.; Kyba, C.; Schulte-Römer, N.; Kuechly, H.; Oberst, J.; Margonis, A. (2020): Co-Designing Mobile Applications for Data Collection in Citizen Science Projects. Challenges and Lessons Learned within the Nachlicht-BÜHNE Project. 22nd EGU General Assembly, Mai 2020.

Krafft, T.; Gamer, M.; Zweig, K. (2018): Wer sieht was? Personalisierung, Regionalisierung und die Frage nach der Filterblase in Googles Suchmaschine. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt #Datenspende: Google und die Bundestagswahl 2017. Kaiserslautern. Online verfügbar unter <https://www.blm.de/files/pdf2/bericht-datenspende---wer-sieht-was-auf-google.pdf>.

Ludwig, H.; Grunewald, R.; Bernd, A.; Züghart, W.: Citizen Science und Insekten Welchen Beitrag kann bürgerschaftliches Engagement für das Insektenmonitoring leisten? Dokumentation des gleichnamigen Workshops. Online verfügbar unter <https://www.bfn.de/sites/default/files/2021-07/Skript578.pdf>.

Martell, M.; Perko, T.; Tomkiv, Y.; Long, S.; Dowdall, A.; Kenens, J. (2021): Evaluation of citizen science contributions to radon research. In: *Journal of environmental radioactivity* 237.

Museum für Naturkunde (2020): Leitfaden für rechtliche Fragestellungen in Citizen-Science-Projekten.

Paleco, C.; García Peter, S.; Salas Seoane, N.; Kaufmann, J.; Argyri, P. (2021): Inclusiveness and Diversity in Citizen Science. In: Katrin Vohland, Anne Land-Zandstra, Luigi Ceccaroni, Rob Lemmens, Josep Perelló, Marisa Ponti et al. (Hg.): *The science of citizen science*, S. 261–282.

Perko, T.; Turcanu, C. (2020): Is internet a missed opportunity? Evaluating radon websites from a stakeholder engagement perspective. In: *Journal of environmental radioactivity* 212, S. 106123.

Pernat, N.; Kampen, H.; Jeschke, J. M.; Werner, D. (2021a): Citizen science versus professional data collection: Comparison of approaches to mosquito monitoring in Germany. In: *Journal of Applied Ecology* 58 (2), S. 214–223.

Pernat, N.; Kampen, H.; Jeschke, J. M.; Werner, D. (2021b): Buzzing Homes: Using Citizen Science Data to Explore the Effects of Urbanization on Indoor Mosquito Communities. In: *Insects* 12 (5).

Pesch, M.; Bartoschek, T. (2019): Volunteer's demographics and motivations in senseBox and openSenseMap.

Pettibone, L.; Vohland, K.; Bonn, A.; Richter, A.; Bauhus, W.; Behrisch, B. et al. (2016): Citizen Science für alle. Eine Handreichung für Citizen Science Beteiligte. Berlin.

Robinson, L. D.; Cawthray, J. L.; West, S. E.; Bonn, A.; Janice, A. (2018): Ten principles of citizen science. In: S. Hecker, M. Haklay, A. Bowser, Z. Makuch, J. Vogel und A. Bonn (Hg.): Citizen Science. Innovation in open science, society and policy. S. 27–40. London.

Rückert-John, J.; Vohland, K.; Talmon-Gros, L. et al. (2017): Konzept zur Anwendbarkeit von Citizen Science in der Ressortforschung des Umweltbundesamtes. Online verfügbar unter

https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Forschungsdatenbank/fkz_3715_11_701_citizen_science_uba_bf.pdf.

Schade, S.; Herding, H.; Fellermann, A.; Kotsev, A. (2019): Joint Statement on new opportunities for air quality sensing - lower-cost sensors for public authorities and citizen science initiatives. Research Ideas and Outcomes.

Schade, S.; Tsinaraki, C.; Manzoni, M.; Suman, A.; Spinelli, F.; Mitton, I. et al. (2020): Activity Report on Citizen Science – discoveries from a five year journey. Luxemburg.

Sona, Z. (2021): Geisteswissenschaftliche Citizen Science-Projekte mit Open Data-Ansatz In deutschen Gedächtnisinstitutionen. Berlin (Berliner Handreichungen zur Bibliotheks- und Informationswissenschaft, 466).

Stanifer, S.; Hoover, A.; Rademacher, K.; Rayens, M.; Haneberg, W.; Hahn, E. (2022): Citizen Science Approach to Home Radon Testing, Environmental Health Literacy and Efficacy. In: Citizen Science: Theory and Practice 7(1), S. 1-13.

Stanley, F. K. T.; Zarezadeh, S.; Dumais, C. D.; Dumais, K.; MacQueen, R.; Clement, F.; Goodarzi, A. (2017): Comprehensive survey of household radon gas levels and risk factors in southern Alberta. In: *Canadian Medical Association Open Access Journal* 5 (1), E255-E264.

Strasser, B.; Baudry, J.; Sanchez, G.; Mahr, D.; Tancoigne, E. (2019): "Citizen Science"? Rethinking Science and Public Participation. In: *Science & Technology Studies* 32 (2), S. 52–76.

Strauss, A.; Kolger, W.; Hufnagl, E.; Sellitsch, W.; Rainer, M. (2020): Stadtteilarbeit stärkt den sozialen Zusammenhalt und somit die Gesundheit in der Nachbarschaft, 2020.

Tagespiegel (2019): Radmesser. <https://interaktiv.tagesspiegel.de/radmesser/> (27.07.2022)

Tauginienè, L.; Hummer, P.; Albert, A.; Cigarini, A.; Vohland, K. (2021): Ethical Challenges and Dynamic Informed Consent. In: Katrin Vohland, Anne Land-Zandstra, Luigi Ceccaroni, Rob Lemmens, Josep Perelló, Marisa Ponti et al. (Hg.): The science of citizen science. Cham: Springer (Springer eBook Collection), S. 397–418.

Tsapalov, A.; Kovler, K.; Shpak, M.; Shafir, E.; Golumbic, Y.; Peri, A. et al. (2020): Involving schoolchildren in radon surveys by means of the "RadonTest" online system. In: *Journal of environmental radioactivity* 217, S. 106-215. DOI: 10.1016/j.jenvrad.2020.106215.

UK Research (04.05.2020): Researchers Awarded \$2.6 Million to Engage 'Citizen Scientists' to Reduce Radon Exposure in Rural Areas. Online verfügbar unter:

<https://www.research.uky.edu/news/researchers-awarded-26-million-engage-citizen-scientists-reduce-radon-exposure-rural-areas>

Vohland, K.; Land-Zandstra, A.; Ceccaroni, L.; Lemmens, R.; Perelló, J.; Ponti, M. et al. (Hg.) (2021): *The Science of Citizen Science*. Cham.

Weber, K.; Kleine, N.; Pallas, F.; Ulbricht, M.-R (2017): Technik zur Unterstützung von Citizen Science und Open Science: technische und organisatorische Herausforderungen und mögliche Lösungsansätze. In: *TATuP - Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis / Journal for Technology Assessment in Theory and Practice* 26 (1-2), S. 25–30.

Yildiz, Ö.; Wurbs, S.; Herrmann, L.; Dierich, A.; Walikewitz, N. (2021): Flexibilisierung als Antwort auf den Klimawandel. In: *Praxismagazin für Trink- und Abwassermanagement* 5, S. 14–20.

Anhang

Gute Beispiele für Citizen-Science-Projekte in Deutschland

Im Folgenden werden Citizen-Science-Initiativen aus Deutschland vorgestellt, die Vorgehensweisen nutzen, die für ein zukünftiges Radon-Projekt relevant sein können. Die Projektrecherche erfolgte über die Projektdatenbank der Plattform „Bürger schaffen Wissen“ (www.buergerschaffenwissen.de). Die Projekte haben einen naturwissenschaftlichen Bezug und beinhalten mindestens die Erhebung von Daten durch Bürger*innen durch unterschiedliche (Mess-)Methoden und deren Weitergabe an Wissenschaftler*innen. Die Projekte geben praktische Hinweise darauf, wie Bürger*innen in Datenerhebungen eingebunden werden können und welche Voraussetzungen erfüllt sein müssen, um diese Daten weiterverarbeiten zu dürfen. Bei der Auswahl wurde auch darauf geachtet Projekte zu wählen, die für die breite Bevölkerung zugänglich sind und gleichzeitig einen Beitrag zu Aufklärung der Bevölkerung zu einem bestimmten Thema leisten. Zudem wurden Projekte ermittelt, die Bürger*innen über die Ebene des Crowdsourcing hinaus in den Forschungsprozess einbeziehen. Informationen über Projekte, die bereits abgeschlossen sind oder bereits über einen längeren Zeitraum durchgeführt werden, werden ausführlicher beschrieben. Die Informationen wurden, sofern keine wissenschaftlichen Publikationen vorliegen, aus den Projektbeschreibungen auf den entsprechenden Websites entnommen.

Projektbeispiele

Projekttitle	BerlinAIR NO₂-Atlas („Jetzt messen Sie selbst“)
Laufzeit	2019 - 2021
Raumbezug	Berlin
Citizen-Science-Einstufung	Distributed Intelligence
Durchführende Stelle und Projektpartner	Technische Universität Berlin
Bezug zum BfS-Projekt	Kurzzeitmessungen in der Umgebungs- und Raumluft, Passivsammler, Bestimmung der individuellen Belastungssituation, Informationen zum Thema über Website, Beteiligung von Schulen
Kosten/ Förderung	interne Forschungsförderung der TU Berlin
Website	https://www.buergerschaffenwissen.de/projekt/berlinair-no2-atlas

In dem Projekt wird untersucht, wie sich Stickstoffdioxid (NO₂) in der Umgebungsluft ausbreitet und sich in der Umgebung von relevanten Quellen verteilt. Stickstoffdioxid gilt als Gesundheitsrisiko. Ziel des Projektes war es, möglichst flächendeckende Daten zur NO₂-Konzentration in Berlin zu generieren. Bürger*innen konnten mit Hilfe einfacher Messröhrchen (Passivsammler) NO₂-Proben sammeln, die anschließend im Labor vom Projektteam ausgewertet wurden und Aufschluss auf die NO₂-Konzentration gaben. Die Teilnahme war ohne Vorkenntnisse möglich. Die Messröhrchen, eine detaillierte Anleitung zur Sammlung der Luftproben sowie ein Protokollblatt konnten in der TU-Berlin abgeholt werden (aufgrund der Corona-Pandemie wurden per Post versandt). Die Messröhrchen sollten anschließend 14 Tage lang an einem Ort platziert werden. Auch Innenräume waren für die Forschenden von Interesse. Das Projektteam bot zusätzlich Workshops an, in denen sie über Stickstoffdioxid informierten und Beteiligte auch aktiv an der Auswertung der gewonnenen Proben teilnehmen konnten. Neben Bürger*innen wurden auch gezielt Schulen angesprochen und es fanden Workshops mit Schulklassen statt. Die gewonnenen Daten sollte in einer webbasierten Karte, dem NO₂-Atlas der breiten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden.

Das Thema Luftqualität und Luftschadstoffe stieß auf Interesse der Bürger*innen. Anhand des aktiven Austausches mit Beteiligten zeigte sich, dass Missverständnisse in Bezug auf Stickstoffdioxid und Feinstaub bestanden. Darüber hinaus erreichten das Projektteam Fragen in Bezug auf den Grenzwert, der den Jahresmittelwert der NO₂-Konzentration darstellt. Da nicht über ein Jahr lang gemessen wurde, gab es Missverständnisse in Bezug auf den Grenzwert und wann dieser erreicht werden würde (Schmidt 2020). Zudem erfolgte bei der Ergebniskommunikation eine Interpretation der

Ergebnisse und ein Vergleich mit anderen gemessenen Werten und Werten offizieller Messstationen, um Missverständnisse und Fehlinterpretationen auszuschließen.

Für Echtzeitmessungen von NO₂ sind auch einfache Sensoren für Citizen-Science-Projekte denkbar (ähnlich der Feinstaubmessungen). Wie auch bei Radonmessgeräten sind die Geräte vergleichsweise teuer und die Kalibrierung schwierig. Der Einsatz der Sensoren wird gegenwärtig noch erprobt (Schmidt 2020).

Projekttitel	SenseBox
Laufzeit	2014 - laufend
Raumbezug	weltweit
Citizen-Science-Einstufung	Crowdsourcing
Durchführende Stelle und Projektpartner	Institut für Geoinformatik der Universität Münster und Reedu GmbH & Co. KG
Bezug zum BfS-Projekt	Open Data, Sensortechnik, Schutz personenbezogener Daten, Langzeitmessungen, Bildungsarbeit, Öffentlichkeitsarbeit
Kosten/ Förderung	04/2016 bis 09/2019 960.000 €, Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Website	www.sensebox.de

Die SenseBox ist ein Do-it-yourself Bausatz für stationäre und mobile Sensoren, der im Rahmen eines Forschungsprojektes am Institut für Geoinformatik der Universität Münster entstand. Mit diesem können Bürger*innen eigene Sensorstationen bauen, mit denen sie zum Beispiel Umweltdaten über Klima, Luftqualität (auch in Innenräumen), Verkehrsvorkommen oder Lärmbelastigung positionsbezogen messen können und so zur Messdichte verschiedener Umweltfaktoren beitragen können. Die Initiatoren empfehlen den Bau der Sensorstationen in der Schule ab einem Alter von 12 Jahren. Entsprechende Lehrmaterialien für Lehrer*innen wurden im Projekt entwickelt. Die SenseBoxen können auch in Bibliotheken ausgeliehen werden.

Die Sensoren können über eine frei verfügbare grafische Programmierumgebung „Blockly für SenseBox“, ohne Vorkenntnisse und durch die Verwendung von Programmierblöcken, programmiert werden. Diese kann jederzeit online (ohne Installation) genutzt werden, um technische und fachliche Hürden zu minimieren. Anschließend können die erhobenen Daten im Internet über die kostenlose Open-Data-Plattform openSenseMap bereitgestellt werden. Durch die Visualisierung und den freien Zugang zu den Messdaten auf einer Karte sollen Bürger*innen für ihre Umwelt sensibilisiert werden und gleichzeitig die Analyse der selbst gewonnenen Daten ermöglicht werden. So können Bürger*innen ihre eigenen lokalen Forschungsfragen stellen und die nötigen Daten sowohl selbst sammeln als auch sammeln lassen.

Auf Facebook und Twitter informiert das Team des Projektes regelmäßig über Neuigkeiten rund um die SenseBox. Auf YouTube ist das Projekt mit einem eigenen Kanal vertreten. „IT/Technologien“ arbeitete. In Bezug auf die Motivation wurde von den Teilnehmenden am häufigsten das „Teilen von Daten“ angegeben. Als zweitwichtigsten Grund gaben die Teilnehmenden das „Erheben bzw. Messen von Daten“ an.

In Bezug auf das Projekt lassen sich wissenschaftliche Arbeiten finden, die auch die Beteiligung von Bürgerwissenschaftler*innen näher untersuchten. So fand im Jahr 2018 eine Befragung von Teilnehmer*innen statt, die die demographischen Merkmale und die Teilnahmemotivation erhob (Pesch/ Bartoschek 2019). Die Ergebnisse zeigten, dass sich fast ausschließlich Männer beteiligten und knapp über 70 % der Antwortenden zwischen 31 und 55 Jahren alt war. Die Befragung ergab außerdem, dass fast 50 % der Befragten im Bereich „IT/Technologien“ arbeitete. In Bezug auf die Motivation wurde von den Teilnehmenden am häufigsten das „Teilen von Daten“ angegeben. Als zweitwichtigsten Grund gaben die Teilnehmenden das „Erheben bzw. Messen von Daten“ an.

Projekttitle	CS:iDrop - Citizen Science: investigation of Drinking-water of and by the public
Laufzeit	2021 - 2024
Raumbezug	Bochum (Pilotregion)
Citizen-Science-Einstufung	Distributed Intelligence
Durchführende Stelle und Projektpartner	Ruhr-Universität Bochum (Projektkoordination) u. a. Ruhrchemalytic/ Technische Berufsschule 1 Bochum, Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft und Umwelttechnik der RUB, Opensensemap.org der Westfälischen Wilhelms Universität Münster, Stadtwerke Bochum, Bochum Marketing
Bezug zum BfS-Projekt	Datenerhebung in Privaträumen, Dateninterpretation durch Bürger*innen, Bereitstellung von Daten im Open-Access-Format
Kosten/ Förderung	03/2021 bis 12/2024 600.000 €, Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Website	https://www.ruhr-uni-bochum.de/didachem/CSiDrop.htm

Das bürgerwissenschaftliche Forschungsprojekt untersucht die Möglichkeit, bestehende Datenlücken bei der Trinkwasserqualität gemeinsam mit Bürger*innen, Wissenschaftler*innen und kommunale Partner*innen in der Pilotregion Bochum zu schließen. In Deutschland wird das Trinkwasser, das aus den Leitungen kommt, von den zuständigen Wasserversorgern aufbereitet, analysiert und den Bürger*innen in sehr hoher Qualität zu Verfügung gestellt. Durch den Transport des Wassers von den Hausübergabestationen zu den Wasserhähnen können Leitungen und Armaturen die Trinkwasserqualität beeinflussen. Diese können dazu führen, dass Blei, Kupfer, Eisen, Nickel, Nitrit und Nitrat in das Trinkwasser auslaugen und damit die Qualität des Wassers beeinflussen. Dieser Prozess ist derzeit noch nicht ausreichend fachwissenschaftlich untersucht. Wissenschaftler*innen fehlt z. B. bisher der Zugang zu den Trinkwasser-Proben, Bürger*innen hingegen der Zugang zur Messmethodik. Das Projekt soll klären, ob für die ausgewählten chemischen Parameter Unterschiede zwischen Hausübergabestellen und Wasserhahn festgestellt werden können.

Um die Trinkwasserqualität an der Übergabestelle im Haus zu testen, erhalten interessierte Bürger*innen hierzu vom Projektpartner die CS:iDrop-Waterbox, einen Analysebox, mit dem sie eine zu Hause entnommene Wasserprobe direkt vor Ort chemisch selbst untersuchen können. Anschließend werden die identischen Proben gemeinsam mit Wissenschaftler*innen in einem echten Labor mit Labormethoden

untersucht. Mit einer eigens konzipierten App können die Messdaten direkt auf die openSenseMap, einer Open-Access-Plattform für Sensordaten, übertragen werden. In gemeinsamen Veranstaltungen können Teilnehmer*innen und Expert*innen anschließend über Wasserqualität ins Gespräch kommen. Diese Vorgehensweise wurde mit 15 Bochumer*innen in zwei Entwicklungsworkshops getestet, um herauszufinden, ob die Methoden zur Messung grundsätzlich für den Einsatz im bürgerwissenschaftlichen Forschungsprojekt geeignet sind. Bürger*innen sollen durch den stetigen Austausch mit Wissenschaftler*innen in die Weiterentwicklung des Projektes einbezogen werden.

Projekttitlel	Nachtlicht-Bühne
Laufzeit	2019 - 2022
Raumbezug	deutschlandweit
Citizen-Science-Einstufung	Participatory Science
Durchführende Stelle und Projektpartner	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Institut für Datenwissenschaften, Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ
Bezug zum BfS-Projekt	App-Integration, Datenerhebung, Schutz personenbezogener Daten, Evaluation
Kosten/ Förderung	- /Helmholtz Gemeinschaft Impuls- und Vernetzungsfond
Website	www.nachtlicht-buehne.de

Das Projekt Nachlichter ist eines von zwei Bürgerwissenschaftsprojekten des Bürger-Helmholtz-Netzwerks zur Erforschung nächtlicher Lichtphänomenen und adressiert Citizen Science im Kontext der wissenschaftlichen Anwendungsbereiche Astronomie, Weltraumforschung und Lichtverschmutzung. Ziel des Projektes ist es, alle künstlichen Lichtquellen zu zählen, die Lichtemissionen verursachen und Zusammenhänge zwischen Lichtemissionen, die Satelliten Messen herzustellen.

Die Wissenschaftler*innen verknüpfen mit dem Projekt zudem das Ziel, einen Co-Design-Ansatz zu entwickeln, der es Wissenschaftler*innen und Bürger*innen ermöglicht, gemeinsam Citizen-Science-Projekte auf der Basis von Smartphone-Apps zu entwickeln.

Im Rahmen von zwei Pilotstudien wurde durch einen Co-Design-Ansatz die „Nachlichter-App“ entwickelt, mit der künstliche Lichtquellen entlang von Straßen gezählt und kartiert werden können – vom beleuchteten Fenster und Werbeschild bis zur Straßenlaterne und Ampelanlage. Im Anschluss wurde die App im Feld getestet und mit ihrer Hilfe Messkampagnen entworfen, geplant und organisiert. Bürger*innen können selbstständig Nachlichter-Kampagnen mit Hilfe der App planen und durchführen. Dafür wählen sie selbstständig ein Untersuchungsgebiet aus und erheben entsprechend selbstständig Daten.

Innerhalb von drei Monaten, von Ende August bis Mitte November 2021, wurden in mehreren Messkampagnen fast eine Viertelmillion Lichter von über 200 interessierten Bürgerwissenschaftler*innen erfasst und nach Helligkeit, Art und Farbe klassifiziert. In der Auswertungsphase beteiligen sich Bürger*innen an der Datenanalyse sowie an den wissenschaftlichen Publikationen. Erste Ergebnisse werden ab Mitte Mai 2022 erwartet.

Mit Hilfe von ausführlichen Videos können sich Interessierte über das Projekt im Internet informieren.

Der Co-Design-Prozess wird evaluiert und erste Erkenntnisse in dem Vortrag „Co-Designing Mobile Applications for Data Collection in Citizen Science Projects“ (Klan et al. 2020) ausgeführt. Die Wissenschaftler*innen hinterfragten, warum sich Bürger*innen an dem Prozess beteiligten. Als Motivation wird angegeben, Teil eines Forschungsprojektes zu sein, Erfahrungen zu sammeln und Wissen mit anderen zu teilen. Die Interessen der Teilnehmenden sind Astronomie und Lichtverschmutzung. Darüber hinaus stehen das Kennenlernen wissenschaftlicher Methoden (Datenerhebung und -austausch) sowie die Vernetzung mit anderen Interessierten im Vordergrund. Im Projekt wurden auch Erfahrungen in Bezug auf den Citizen-Science-Ansatz gesammelt. So wurde beispielsweise erkannt, dass die Zusammenarbeit in einem vielfältigen Team mehr Zeit benötigt oder, dass das Einnehmen einer anderen Perspektive Lernen fördert und innovative Ideen hervorbringt. In der praktischen Umsetzung hat sich eine Mailingliste als erfolgreich erwiesen, da über die Nachrichten Transparenz zwischen den Bürgerwissenschaftler*innen und Wissenschaftler*innen hergestellt werden konnte.

Projekttitlel	WarnWetter-App
Laufzeit	2020 - laufend
Raumbezug	deutschlandweit
Citizen-Science-Einstufung	Crowdsourcing
Durchführende Stelle und Projektpartner	Deutschen Wetterdienstes (DWD)
Bezug zum BfS-Projekt	Schutz personenbezogenen Daten, Open Data, Öffentlichkeitsarbeit
Kosten/ Förderung	-
Website	-

Interessierte Bürger*innen können via Smartphone Wetterereignisse mittels Text oder Fotos in die WarnWetter-App eintragen. Der DWD nutzt so die bestehende WarnWetter-App, um zusätzliche Daten zu Wetterlagen in Echtzeit zu erheben. Besonders Daten aus Regionen mit geringer Messinfrastruktur oder schwer messbare Daten aus Unwetterlagen sind wichtige Informationen für die Wissenschaftler*innen. Der DWD gibt in seinen Nutzungsbedingungen an, dass die Nutzer*innen den DWD damit unterstützen, zielgerichtete aktuelle Warnungen herauszugeben und Anwendungen und Modelle zu verbessern. Im Jahr 2021 wurden etwa 2 Millionen Wettermeldungen erfasst. Die erhobenen Daten sind seit 2021 über ein Open-Data-Portal als anonymisierter Datensatz frei zugänglich (DWD 2021).

Der Deutsche Wetterdienst betreibt eine Facebook-Seite. In den Posts wird auch Bezug auf die Beiträge der Bürger*innen in der WarnWetter-App genommen und u. a. weitere Informationen zu Wetterphänomen gegeben.

Projekttitlel	PV2Go – Solarpotentiale deutscher Verkehrswege
Laufzeit	2019 - 2022
Raumbezug	Deutschland, regional
Citizen-Science-Einstufung	Crowdsourcing
Durchführende Stelle und Projektpartner	Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
Bezug zum BfS-Projekt	Sensortechnik, Datenerhebung im Alltag der Teilnehmer*innen, automatische Datenübertragung, Schutz/ Anonymisierung personenbezogener Daten
Kosten/ Förderung	1.019.540,00 €, Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)
Website	www.pv2go.org

Das Forschungsprojekt PV2Go integriert den Citizen-Science-Ansatz, um mit interessierten Bürger*innen und mit Hilfe eines Low-Cost-Sensors auf ihrem Fahrzeug Daten zur Sonneneinstrahlung, Uhrzeit, Temperatur und Fahrzeugposition zu erfassen. Die durch das Fraunhofer ISE entwickelte Sensorbox sendet die Messdaten eigenständig und verschlüsselt an das Forschungsinstitut. Das Forschendenteam möchte mit den Daten die Richtigkeit und Genauigkeit der zuvor errechneten Modellierung der Solarstrahlung auf Fahrrouten prüfen. Zielgruppe sind Personen mit einem privaten Fahrzeug. Insgesamt stehen 80 Sensorboxen zur Verfügung, die gleichmäßig auf Familien, Pendler*innen und Personen mit kurzen Fahrwegen aufgeteilt werden sollen. Die Einhaltung von Datenschutzbestimmungen ist für diese Projekt essenziell.

Die Teilnehmenden erhalten die Sensorbox als Leihgabe und werden für die Datenerfassung nicht vergütet. Sofern die Teilnehmenden zustimmen, werden die Daten anonymisiert und nach Analyse durch die Wissenschaftler*innen auf der Projektwebsite veröffentlicht. Die Teilnehmenden selbst können über eine App die eigenen Fahrtstrecken und Messdaten einsehen.

Projekttitlel	UmweltTracker
Laufzeit	2021 - 2022
Raumbezug	Leipzig
Citizen-Science-Einstufung	Crowdsourcing
Durchführende Stelle und Projektpartner	Helmholtz Zentrum für Umweltforschung (UFZ)
Bezug zum BfS-Projekt	Sensortechnik, App-Integration, Datenerhebung im Alltag der Teilnehmer*innen, Schutz/ Anonymisierung personenbezogener Daten
Kosten/ Förderung	-
Website	www.ufz.de/umwelttracker

Das Helmholtz Zentrum für Umweltforschung (UFZ) möchte mit der Unterstützung von Radfahrer*innen und Fußgänger*innen Daten zu persönlichen Umweltbedingungen sammeln. Die Teilnehmenden werden mit einem Sensor, dem sog. „Personal Air Quality Monitor“ ausgestattet, der die Daten den Server der Forschenden sendet. Zudem erhalten die Teilnehmenden ein Smartphone mit einer UmweltTracker-Web-App, mit der sie ihre Wege tracken und ihre eigenen Messdaten entlang der Route einsehen können. Der Sensor misst Daten zu Feinstaub, Ozon, Stickoxide, Lautstärke, Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Da der Ort der Messung ein wichtiger Einflussfaktor ist, werden zudem den GPS-Daten erfasst und anonymisiert gespeichert. Der Messzeitraum beträgt drei bis vier Tage in einer vorher festgelegten Woche. Auch in diesem liegt ein großes Augenmerk auf der Einhaltung von Datenschutzbestimmungen.

Die Teilnehmenden erhalten für ihre Teilnahme Informationen zu ihrer täglichen Umweltbelastung und können entscheiden, ob sie nach Abschluss der Studie, die Studienergebnisse erhalten möchten. Zudem erhalten sie eine Aufwandsentschädigung von 10 Euro und ein Geschenk.

Projekttitle	Sensor.Community (zuvor Luftdaten.info)
Laufzeit	2015 – laufend
Raumbezug	deutschlandweit
Citizen-Science-Einstufung	Crowdsourcing
Durchführende Stelle und Projektpartner	OK Lab Stuttgart, Code for Germany der Open Knowledge Foundation Germany
Bezug zum BfS-Projekt	Open Data, Sensortechnik, Schutz/ Anonymisierung personenbezogener Daten, Langzeitmessungen, Bildungsarbeit
Kosten/ Förderung	-
Website	https://sensor.community/de/

Im Citizen Science-Projekt „Sensor.Community“ können Interessierte Messdaten zur Feinstaubbelastung in der Umgebung sammeln. Mitglieder des OK Lab Stuttgart haben dafür open source DIY Feinstaub-Sensoren entwickelt. Das OK Lab Stuttgart ist Teil des Programms Code for Germany der Open Knowledge Foundation Germany, die sich für Transparenz, Citizen Science und Open Data einsetzt.

Bürger*innen können die Sensoren selbst zusammenbauen und eigene Feinstaubmessungen im Außenbereich durchführen. Die Sensoren senden 5-minütig kontinuierlich Messdaten, die in einer webbasierten Karte (<http://deutschland.maps.sensor.community/#6/51.165/10.455>) visualisiert werden. Die genauen Standortdaten werden dabei anonymisiert. Die Datensätze stehen nach dem Open Data-Prinzip für weitere Forschungen frei zur Verfügung.

In Städten wie Hamburg und Stuttgart boten die Entwickler*innen Workshops für Interessierte an, in denen die Teilnehmer*innen an das Thema Feinstaub und die Sensortechnik herangeführt wurden. So konnten auch Personen mit geringer Technikaffinität am Projekt teilnehmen. Auf der Projektwebsite steht Interessierten ein Forum zum Austausch von Fragen und Anregungen zur Verfügung. Das Projekt konnte im Laufe der Zeit weltweit Teilnehmer*innen gewinnen. Ergänzend zur Messung von Feinstaub soll in Zukunft auch die Lärmbelastung gemessen werden.

Projekttitlel	Mückenatlas
Laufzeit	2012 - laufend
Raumbezug	deutschlandweit
Citizen-Science-Einstufung	Crowdsourcing
Durchführende Stelle und Projektpartner	Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF), Friedrich-Loeffler-Institut (FLI)
Bezug zum BfS-Projekt	niedrigschwelliges Beteiligungsangebot, breite Zielgruppe, Öffentlichkeitsarbeit
Kosten/ Förderung	-/ Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)
Website	www.mueckenatlas.com

Das Projekt „Mückenatlas“ verfolgt mit dem Citizen Science-Ansatz das Ziel mit interessierten Bürger*innen möglichst viele Daten zu erheben, die im Anschluss von Wissenschaftler*innen ausgewertet werden. Bürger*innen werden gebeten, Mücken zu sammeln und an das Forschungsteam per Post zu senden. Aus Gründen der Qualitätssicherung untersuchen ausschließlich Wissenschaftler*innen die Mücken. Bürger*innen gewinnen durch die Teilnahme Einblicke in die Insektenwelt und erhalten Informationen zu Themen wie Biodiversität und Ökologie. Auf der Website mueckenatlas.com erhalten Interessierte Einblicke in die Welt der Mücken und verständliche Informationen zum Ablauf des Projektes. Teilnehmende Kinder erhalten für ihr Engagement eine Urkunde. Auf einer jährlichen Karte werden die Mückenart und bei Zustimmung auch der Fundort und der Name des Teilnehmenden veröffentlicht.

Das Projekt veröffentlichte und aktualisierte bis 2017 Informationen rund um das Projekt auf einer eigenen Facebook-Seite.

Projekttitle	FLOW: Fließgewässer erforschen – gemeinsam Wissen schaffen
Laufzeit	2019 - 2023
Raumbezug	deutschlandweit
Citizen-Science-Einstufung	Distributed Intelligence
Durchführende Stelle und Projektpartner	Helmholtz Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND), Deutsche Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv), Umweltmobile der sächsischen Landesstiftung Natur und Umwelt, Schulen
Bezug zum BfS-Projekt	Datenerhebung, Bildungsarbeit, Verbreitung von Wissen, Netzwerkaktivitäten, Evaluation
Kosten/ Förderung	-/ Bundeministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Website	www.idiv.de/de/web/flow

Das Projekt „Flow“ möchte das ökologische Monitoring von kleinen Fließgewässern und Bächen gemeinsam mit interessierten Bürger*innen vorantreiben und dabei den Zustand der Gewässer untersuchen und bewerten. Zielgruppe sind alle am Thema Interessierten, besonders Schüler*innen der Oberstufe, Mitglieder von Umweltverbänden und Anglervereinen. Im Zeitraum von 2020 bis 2023 werden Citizen-Science-Messkampagnen durchgeführt, die Trainings für Teilnehmende, angeleitete Forschungseinsätze sowie Auswertungseinheiten mit Wissenschaftler*innen umfassen. Die Initiatoren geben an, gemeinsam mit Bürger*innen konkrete Forschungsfragen beantworten zu wollen. Geplant ist auch die Vernetzung der Teilnehmenden untereinander. Die gewonnenen Gewässerdaten fließen darüber hinaus in weiterführende ökologische Studien ein. Das Projekt zielt mit dem Citizen-Science-Ansatz auf die Verbreitung von Wissen über Fließgewässer und Bäche in der Bevölkerung ab. Darüber hinaus möchten die Initiator*innen den Citizen-Science-Ansatz evaluieren und dabei die wissenschaftliche Qualität der Citizen-Science-Daten auswerten sowie die Effekte des Projektes auf das Umweltwissen und die Einstellungen der Teilnehmenden untersuchen.