



## METHODENSTECKBRIEF - SENSOR-MESSUNGEN

Auszug aus der Methodentoolbox

# METHODENTOOBOX

## SENSOR-MESSUNGEN

### Geeignet für welche Phase

Exploration ●

Planung und Implementierung ○

Evaluation ●

### Charakteristika der Methode



### Anforderung

Zeitaufwand: Vorbereitung



Zeitaufwand: Durchführung



Finanzieller Aufwand



Personalbedarf: Durchführung



Einsatz von Technik



Anspruchsvoll für Teilnehmende



Zeitlicher/räumlicher Aufwand für Teilnehmende



### Eignet sich auch für virtuellen Einsatz



### Erläuterung der Icons



Methode eignet sich, mit anderen Methoden kombiniert zu werden



Methode erfordert Kreativität und Denkvermögen von den Teilnehmenden



Methode erfordert oder eignet sich besonders für eine Gruppenaktivität



Methode erfordert einen mehrtägigen Einsatz (lässt sich z.B. nicht an einem Nachmittag abschließen)



Methode mit Schreibanteil, Schreibvermögen erforderlich



Methode mit verbalem Anteil, (gemeinsame) Sprachkenntnisse erforderlich



Besonders geeignet für die Arbeit mit Kindern und Jugendlichen

## Beschreibung der Methode

Mit dem partizipativen Messen von Umweltstressoren, z. B. Lärm, Luftschadstoffe oder auch Hitze, können Teilnehmende selbst die Überwachung und Bewertung von Umweltstressoren in ihrer Umgebung durchführen und damit zugleich Messdaten für Forschungszwecke liefern. Die Methode eignet sich sowohl zur Exploration der aktuell gemessenen Luftschadstoffe oder Lärmpegel, als auch zur Identifizierung der Orte, wo Teilnehmende sich ein Monitoring der Luft- und Lärmsituation wünschen. Beispielsweise können sie indirekt durch die Wahl der Messorte oder Routen, die sie nutzen, aufzeigen, wo aus ihrer Sicht Priorität und Handlungsbedarf ist. Gleichzeitig können Messgeräte auch zur Evaluation eingesetzt werden, um zu untersuchen, inwieweit eine Umgestaltung oder neue Mobilitätskonzepte Luft- und Lärmbelastung verändert haben.

Da die Teilnehmenden vom Forschenden-Team Messgeräte erhalten, die sie über einen verabredeten Zeitraum entweder stationär an einem für sie relevanten Ort befestigen, oder mobil beim Unterwegssein mit sich tragen, ist die Methode zeitaufwändiger und dauert mehrere Tage bis Wochen. Die Messgeräte sammeln georeferenzierte Daten zu ausgewählten Aspekten und können so individuelle Belastungsprofile oder Belastungs-Hot-Spots aufzeigen. Das Kaufen, Vorbereiten und Nutzen der technischen Messgeräte erfordert einen hohen zeitlichen und finanziellen Aufwand. Da die Messgeräte anschließend jedoch selbstständig messen, ist die Methode kaum anspruchsvoll oder zeitaufwändig für Teilnehmende.

## Ziel und Einsatz der Methode

Durch partizipatives Messen können die Teilnehmenden selbst in das Forschungsprojekt einbezogen werden und gemäß dem ‚Citizen Science‘ Ansatz bei der Datenerhebung unterstützen. Die Methode kann zudem dazu beitragen, dass die Teilnehmenden ein größeres Interesse und Engagement für das Umweltmonitoring bekommen.

Die Teilnehmenden können stationäre Messstationen anbringen, z. B. niedrig angebrachte Sensoren in ihrem Wohnumfeld oder an ihren Fenstern. Die Exposition gegenüber Umweltstressoren beim Unterwegssein kann durch die Bereitstellung von tragbaren, personenbezogenen Sensoren erfasst werden, die die individuelle Exposition gegenüber einem bestimmten Stressor während des Unterwegsseins georeferenziert aufzeichnet. Es gibt verschiedene Arten von Messgeräten, die entweder die Daten aufzeichnen und

speichern oder den Teilnehmenden ein unmittelbares Feedback ihrer Belastung geben, indem sie Zahlen, Farbkodierungen usw. anzeigen. Gemessen werden können z. B. Umweltstressoren wie Lärm (dB), Luftqualität (Luftqualitätsindex, Feinstaub, NOx, Ruß, Ozon, VOCs), Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. In Abhängigkeit der Anforderungen an Datengenauigkeit werden die Messgeräte ausgewählt, überprüft und validiert.
2. Die Studienteilnehmenden und Region für die Messungen sollten ausgewählt und rekrutiert werden.
3. Messgeräte werden an die Studienteilnehmenden verteilt und ausführliche Instruktionen gegeben, wie sie zu nutzen sind (z. B. An- und Ausschalten, Anbringen der Geräte, Messzeitpunkte). Dies kann in einem Workshop oder einzelnen Gesprächen gemacht werden. Wichtig ist auch das Bereitstellen von Instruktionsmaterial. Erreichbarkeit der Studienleiter/innen bei Problemen während der gesamten selbstständigen Datenerhebung ist wichtig.
4. Wenn gewünscht kann zusätzliches Material zum Dokumentieren mitgegeben werden, z. B. wann oder wo der Sensor getragen wurde, wie er aufgehängt ist oder welche externen Faktoren aufgefallen sind (z. B. Zigarettenrauch).
5. Anschließend werden die Sensoren wieder eingesammelt. Als Abschluss ist ein Abschlussworkshop sinnvoll, um über die Erfahrungen während der Messkampagne zu sprechen. Alternativ können auch zwischendurch kurze Telefonanrufe durchgeführt werden, um über den Stand der Messgeräte und Erfahrungen der Teilnehmenden informiert zu sein.
6. Die Messergebnisse sollten abschließend mit den Studienteilnehmenden kommuniziert werden, um ihre Selbstwirksamkeit und das Co-Forschen bzw. den CitizenScience Ansatz zu stärken.

## Hinweise zur Anwendung

Messgeräte reichen von günstigen ‚low-cost‘ Sensoren bis hin zu sehr genauen, teuren Geräten. Je nachdem, ob der partizipative Charakter – also der Co-Forschen Ansatz- oder ‚Citizen Science‘-Ansatz – im Zentrum steht, oder ob die Daten das wichtigste Ergebnis sind, sollte die Wahl des Sensors getroffen werden. Vor allem bei Sensoren, die Feedback geben, sollte auf Genauigkeit geachtet werden, da Informationen zu gesundheitsschädlichen Luftverschmutzungen oder Lärm zu einem Gefühl der Hilflosigkeit bei den Teilnehmenden führen können, wenn die Belastung besonders hoch ist oder sie die Quelle der Umweltstressoren nicht nachzuvollziehen können.

Wenn Menschen in die Forschung zur Expositionscommunication einbezogen werden sollen, sollte das Expositionsfeedback nachvollziehbar sein und Möglichkeiten aufzeigen, sich vor der Belastung zu schützen (z. B. weniger belastete Routen aufzeigen oder bei besonders hoher Luftschadstoffkonzentration nicht das Haus zu verlassen, erläutern).

Vor allem für Menschen, die gesundheitlich besonders gefährdet sind (z.B. mit Atemwegserkrankungen oder Vorerkrankungen) haben, sollten solche Schutzmechanismen bei hoher Exposition aufgezeigt werden.

Da die Messung von vielen Faktoren, z. B. der Höhe über dem Boden, Wetterlage, externe Faktoren wie z. B. Zigarettenrauch, abhängt, sollten immer Daten über den Kontext zusätzlich erhoben werden. Dies kann durch das Protokollieren der Teilnehmenden während der Messkampagne passieren oder nachträglich durch das Heranziehen von z. B. öffentlich zugänglichen Wetterdaten.

## Hinweise zur Eignung für unterrepräsentierte Gruppen



Menschen mit sensorischen Beeinträchtigungen

- Bei sensorischer Beeinträchtigung ist besonders bei der Installation und bei dem ersten Einsatz der Geräte Unterstützung notwendig, damit die Geräte funktionsbereit sind. Wichtig ist zudem eine enge Zusammenarbeit der Forschenden mit den Studienteilnehmenden, damit die Messergebnisse kommuniziert werden.



Kinder und Jugendliche

- Das Messen kann für Kinder Spaß machen und kann eng an Themen im Schulunterricht geknüpft werden. Indem Messungen im Rahmen von z. B. Sachunterricht eingesetzt werden, können Kinder selbstständig Forscher/innen werden und gleichzeitig ihre spezifischen Wünsche, wo ihre Belastung besonders gering sein sollte, für die Forschenden kommunizieren.



Hochbetagte

- Für Personen, die wenig Erfahrung oder Geschick im Umgang mit mobilen Endgeräten oder Sensoren haben, wie sie z. B. in der Gruppe der Hochbetagten zu vermuten sind, könnte die Verwendung der Messgeräte Ablehnung hervorrufen. Hier ist es besonders wichtig, in einen engen Austausch zu tragen und die Teilnehmenden bei der Nutzung der Messgeräte zu unterstützen. Zudem sollte der Kommunikation der Ergebnisse auch Möglichkeiten erläutert werden, sich vor Umweltstressoren zu schützen, da ältere Menschen gesundheitlich besonders stark von den gemessenen Stressoren beeinträchtigt sein können.

## Expertise aus dem DLR

- Im [DLR-Projekt Gesunde Mobilität](#) wurden Fahrradfahrende und ÖPNV-Nutzende auf ihren Alltagswegen begleitet, wobei Feinstaub- und Lärmbelastungen mit personenbezogenen Sensoren erfasst wurden. Während der Go- und Ride-Alongs sprachen die Teilnehmenden über ihre wahrgenommene Belastung, Gesundheit, Routenwahl und ihr Wissen zu Vermeidungsstrategien. Anschließend dokumentierten sie ihre Wege eine Woche lang mit der MovingLab App und beantworteten Fragen zu ihrem Wohlbefinden. Das MovingLab bildete damit eine zentrale Methode im Projekt. Link: [Belastung durch Lärm und Feinstaub](#)

Publikationen aus dem Projekt:

- Marquart, Heike und Stark, Kerstin und Jarass, Julia (2022) How are air pollution and noise perceived en route? Investigating cyclists' and pedestrians' personal exposure, wellbeing and practices during commute. *Journal of Transport and Health*, 24 (101325). Elsevier. doi: [10.1016/j.jth.2021.101325](https://doi.org/10.1016/j.jth.2021.101325).
- Marquart, Heike und Ueberham, Maximilian und Schlink, Uwe (2021) Extending the dimensions of personal exposure assessment: A methodological discussion on perceived and measured noise and air pollution in traffic. *Journal of Transport Geography*, 93, Seite 103085. Elsevier. doi: [10.1016/j.jtrangeo.2021.103085](https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103085).
- Marquart, Heike (2022) Informing about the invisible: communicating en route air pollution and noise exposure to cyclists and pedestrians using focus groups. *European Transport Research Review*, 14 (49). Springer. doi: [10.1186/s12544-022-00571-0](https://doi.org/10.1186/s12544-022-00571-0).
- Im [DLR-Projekt SensorKids](#) haben Grundschulkindern partizipative Messungen mit der senseBox in ihrem Schulumfeld durchgeführt. Dabei war im Fokus, an welchen Orten sie sich eine wenig belastete Umwelt wünschen. Link: [SensorKids](#)

## Weiterführende Referenzen

- Airantzis D.; Angus A.; Lane G.; Martin K.; Roussos G.; Taylor J. (2008). Participatory Sensing for Urban Communities. *Proceedings of International workshop on Urban, Community, and Social Applications of Networked Sensing Systems*.
- Becker, A.M., Marquart, H., Masson, T. et al. Impacts of Personalized Sensor Feedback Regarding Exposure to Environmental Stressors. *Curr Pollution Rep* 7, 579–593 (2021). <https://doi.org/10.1007/s40726-021-00209-0>
- Burke, J.; Estrin, D.; Hansen, M.; Parker, A.; Ramanathan, N.; Reddy, S.; Srivastava M. B. (2006) Participatory Sensing.
- Guzmán Luna, J. A.; Cartagena Orrego, J.; Restrepo Duque, J. D. (2016). Development of a mobile sensor for measurement of environmental noise. 26, PP. 49-56.
- Ueberham, M.; Schlink, U.; Dijst, M.; Weiland, U. (2019). Cyclists' Multiple Environmental Urban Exposures—Comparing Subjective and Objective Measurements. *Sustainability*, 11, 1412. <https://doi.org/10.3390/su11051412>