

Lorenz Harr, Jan Esper

# Luftqualität in der Stadt

## Das Potenzial räumlich hochaufgelöster Feinstaubmessungen



Foto: Philipp Schulz

Datenerhebung mit Messapparatur

Die Wahrnehmung von Luftqualität und Luftschadstoffen ist nicht erst seit der Covid-19-Pandemie gestiegen. Gerade Feinstaub, auch particulate matter (PM) genannt, spielt bei der Beurteilung der Luftverschmutzung eine wichtige Rolle, da Feinstäube mit einem aerodynamischen Durchmesser von weniger als 10 µm (PM<sub>10</sub>) in die Lunge gelangen können. Feinstäube der Fraktion kleiner als 2,5 µm (PM<sub>2,5</sub>) können sich in den Bronchien und Lungenbläschen festsetzen und Entzündungen auslösen, die zu Husten, aber auch zu schweren Atemwegserkrankungen wie Asthma führen können (Mirabelli et al. 2020). In Städten sind die Hausfeuerung und der Straßenverkehr als

Feinstaubquellen dominierend, da durch die Verbrennung fossiler Energieträger sowie Bremsen- und Reifenabrieb große Mengen an Feinstäuben produziert und durch Aufwirbelungen bereits vorhandener Staub freigesetzt wird.

Die Feinstaubkonzentrationen der Größen PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> werden durch die Landesämter für Umwelt im Auftrag der Bundesländer an 372 stationären Messpunkten deutschlandweit überwacht (Umweltbundesamt 2021). Auf den ersten Blick erscheint dies ein flächendeckendes Messnetz zu ergeben. Jedoch lassen sich nur in Ballungsräumen mehrere Messstellen im Abstand weniger Kilometer wiederfinden. In manchen ländlichen Gebieten, wie beispielsweise in der Westeifel, finden wir nur eine Station innerhalb von 50 km (ZIMEN 2022). Aber auch die höhere Messnetzdichte in den Städten ist nicht ausreichend, um kleinräumige Unterschiede in Feinstaubkonzentrationen zu dokumentieren. Die Belastungen können sogar entlang einzelner Straßen sehr unterschiedlich ausfallen.

### Mobile Messungen

Sichtbar wird dies z. B. an einer Messstudie vom 22. November 2019 in der Mainzer Neustadt. Hierbei wurden handliche Messgeräte in 1,0 m und 1,6 m im Bereich der Atemhöhen von Kindern und Erwachsenen auf einem Gestell montiert und von einer Person getragen (vgl. Foto). Die Messinstrumente erheben die PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen in einem Intervall von einer Sekunde und ermöglichen so eine hochaufgelöste Einschätzung der Belastungen auf der gewählten

Messroute. Demnach variieren die gemessenen Feinstaubwerte in 1,6 m Höhe sehr stark in der Mainzer Neustadt (vgl. Karte).

Niedrige PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen < 23 µg/m<sup>3</sup> sind kurz nach dem Beginn der Messung bei ca. 210 m, hohe Werte >34 µg/m<sup>3</sup> hingegen an der Grünen Brücke über die Rheinallee und am Feldbergplatz bei ca. 3500 m sowie an einer Kreuzung der mehrspurigen Straßen Kaiserstraße/Rheinallee bei ca. 4000 m erfasst worden. Die Differenz zwischen Orten niedriger und hoher Belastung betrug in dieser Kampagne mehr als 11 µg/m<sup>3</sup>, dies entspricht mehr als 50 % des erlaubten PM<sub>2,5</sub>-Jahresmittels von 20 µg/m<sup>3</sup>. Dabei variierten nicht nur die Feinstaubkonzentrationen entlang der Messroute. Auch der mittlere Feinstaubwert (28,8 µg/m<sup>3</sup>) war um 4 µg/m<sup>3</sup> höher als die parallel an der Messstation Mainz-Parcusstraße des Landesamtes für Umwelt Rheinland-Pfalz ermittelte Belastung. Eine Messung an diesem Standort ist somit für den gemessenen Zeitraum nicht repräsentativ für die Mainzer Neustadt, was bei den großen PM<sub>2,5</sub>-Differenzen entlang der Messroute auch grundsätzlich ambitiös wäre. Mobile Messungen weisen allerdings auch Limitierungen auf. So sind sie sehr aufwendig, da mehrere Personen benötigt werden. Auch entsprechen diese Daten nur Momentaufnahmen, stellen also nur die Konzentrationen zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem bestimmten Ort dar. Veränderungen der Belastungen im Tagesverlauf (z. B. während der Hauptverkehrszeit) werden nicht abgebildet. So ist es möglich, dass Artefakte,



PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen in 1,6 m Höhe entlang einer Messroute durch die Mainzer Neustadt am 22. November 2019

wie kurzzeitig hohe Feinstaubbelastungen (z. B. Raucher einer E-Zigarette in der Karte bei 5000 m) aufgezeichnet werden und so die Messdaten beeinflussen. Dieses Phänomen ist bei den Messstationen weniger ausgeprägt, da der Einfluss der Artefakte durch eine längere Messdauer (Minuten statt Sekunden) oder andere Messeinlasshöhen (1,5–4 m) abgeschwächt werden können. Unsere Resultate zeigen, dass sich stationäre wie mobile Messungen ergänzen, dauerhafte mobile Messungen jedoch zu aufwendig sind. Eine Lösung könnte Citizen Science sein.

### Citizen Science

Citizen Science, das sind Forschungsprojekte, die von interessierten Laien durchgeführt werden können (Silvertown 2009). Im Fall der Messung von Luftqualität können Bürgerinnen und Bürgern kostengünstige Instrumente im Stadtgebiet installieren und die jeweiligen Konzentrationen selbst erheben (vgl. Textbox). Die ver-

wendete Messtechnik kann zwar qualitativ nicht mit den Landesämtern konkurrieren – muss sie aber auch nicht. Der Vorteil von Citizen-Science-Datenerhebung ist vielmehr die große Anzahl an Messgeräten, mit der raum-zeitliche Muster in einer Stadt erfasst werden können. Die hohe räumliche Abdeckung kann beispielsweise genutzt werden, Orte hoher Feinstaubbelastungen zu detektieren, die dann wiederum gezielt mit hochwertigen Instrumenten über-

prüft werden können. Eine Verbindung von offiziellen Messungen mit Citizen Science kann darüber hinaus zu einer erhöhten Sensibilität für Luftqualität in Städten führen und somit die Entwicklung gemeinsamer Strategien zur Reduktion von Feinstaubbelastung befördern.

### LITERATUR

- Mirabelli, M. C., Ebel, S. und S. A. Damon (2020): Air Quality Index and air quality awareness among adults in the United States. Environmental Research 183, 109185 (doi:10.1016/j.envres.2020.109185)
- senseBox (2021): Dein Toolkit für digitale Bildung, Citizen Science und Umweltmonitoring (<https://sensebox.de/>).
- Silvertown, J. (2009): A new dawn for citizen science. Trends in Ecology & Evolution 24 (9), S. 467–471 (doi:10.1016/j.tree.2009.03.017)
- Umweltbundesamt (2021): Feinstaub (<https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/luftschadstoffe-immueberblick/feinstaub#undefined>)
- ZIMEN – Zentrales Immissionsmessnetz (2022): Aufgaben und Aufbau des Luftmessnetzes (<https://luft.rlp.de/de/zentrales-immissionsmessnetz-zimen/>)

### AUTOREN

- Lorenz Harr  
Geographisches Institut, Johannes Gutenberg-Universität Mainz  
l.harr@geo.uni-mainz.de
- Jan Esper  
Geographisches Institut, Johannes Gutenberg-Universität Mainz und Global Change Research Institute of the Czech Academy of Sciences, Brno, Tschechien  
esper@uni-mainz.de

### Textbox

#### Luftqualität messen? Kann ich selbst!

Das Messen von Umweltparametern wie Temperatur, relative Feuchte aber auch Feinstaub ist durch die rasante Entwicklung sogenannter Low-Cost-Sensoren für Citizen Science interessant und erschwinglich geworden. Ein Beispiel ist die senseBox. Dies ist ein kostengünstiger Bausatz für weniger als 200 €, bei der die Messsensoren für eine Umweltwetterstation selbst ausgewählt und modular erweitert werden können. Die erhobenen Daten können anschließend auf eine Online-Karte (openSenseMap) übertragen und so für alle sichtbar geteilt werden (senseBox 2021).



senseBox, Bausatz für eine Messstation