

mMEU:

Mobilitätsbedingte Mikroplastik- emissionen in der Umwelt

mMEU:

Mobility-Related Microplastic Emissions in the Environment



Mikroplastik lässt sich vermehrt in der Umwelt nachweisen. Das zunehmende Umweltproblem ist facettenreich und in vielerlei Hinsicht noch unerforscht. Wie aus vorangegangenen Studien bekannt ist, ist ein Großteil der Emissionen auf unsere tägliche Mobilität zurückzuführen, z. B. durch Reifen- und Fahrbahnabrieb. Detailwissen über die lokale Herkunft und die Mengen ist jedoch begrenzt. Im Projekt ‚mMEU‘ (Projektlaufzeit 01.01.2021 bis 31.12.2021) wurde über einen datengetriebenen Ansatz der Frage nachgegangen, wo und wie viel Mikroplastik im städtischen Raum im Mobilitätskontext anfällt. Im Projekt konnte ein datenbasiertes, prototypisches Modell zur Ermittlung lokal entstandener Mikroplastikemissionen entwickelt werden. Datenquellen, die anhand von Stakeholder-Anforderungen, Qualitätskriterien und den emissionsbestimmenden Faktoren ausgewählt wurden, boten und bieten hierfür künftig die Basis. Darüber hinaus wurden im Projektverlauf Anwendungsfälle für die Wirtschaft identifiziert und auf ihre Rentabilität hin analysiert. >

Microplastics are increasingly being detected in the environment. This increasing environmental problem is multifaceted and in many ways still unexplored. As known from previous studies, our everyday mobility is responsible for a large share of microplastic pollution, e.g. caused by tire and road surface wear. However, detailed knowledge about local origins and quantities is limited. In the mMEU project (project period January 1, 2021 to December 31, 2021), a data-driven approach was used to investigate where and how much microplastics are generated in urban areas in a mobility context. The project succeeded in developing a data-driven prototype model to determine locally generated microplastic emissions. A variety of data sources, which were selected based on stakeholder requirements, quality criteria, and emission-causing factors, were used as a basis for the model. In addition, use cases for industry were identified in the course of the project and analyzed in terms of their profitability. >

Kleine synthetische Kunststoffteilchen, das sogenannte Mikroplastik, wird zunehmend in der Umwelt nachgewiesen. Über verschiedene Eintrittswege verteilen sich die Kunststoffteilchen im Wasser, im Boden und in der Luft. Ausgehend davon, dass Mikroplastik negative Auswirkungen auf die Umwelt hat, kann sich das mangelnde Wissen über das Auftreten von Mikroplastikemissionen nachteilig auf den Menschen auswirken. Es gilt daher zu verstehen, wo Mikroplastik entsteht. Um einen weiteren Anstieg der Mikroplastikbelastung in der Umwelt zu vermeiden, müssen die Emissionen frühestmöglich reduziert werden. Je länger die Partikel im System verbleiben, desto breiter werden sie gestreut und sind dann schwer bis unmöglich zu entfernen.

Um angemessene Reaktionen im Sinne des Umweltschutzes zu erleichtern, ist ein transparentes Verständnis über das emittierte Mikroplastik essenziell. Dabei wird der Bereich Mobilität als eine der Hauptursachen von Mikroplastik identifiziert¹. Das

Small synthetic plastic particles, so-called microplastics, are increasingly being detected in the environment. These plastic particles are released via different pathways into soil, air, and water systems. As microplastics have a negative impact on the environment, the lack of knowledge about microplastic emissions can have a detrimental effect on human health. Therefore, it is important to understand where microplastics are generated. To prevent a further increase in microplastic pollution in the environment, such emissions must be reduced as early as possible. The longer the particles remain in the system, the more widely they are dispersed, which makes it more difficult or even impossible to remove them.

To facilitate appropriate responses in terms of environmental protection, it is essential to arrive at a clear understanding of microplastics emissions. The mobility sector has been identified as one of the main sources of microplastics¹. For

¹ s. BRAUN ET AL. 2018, S. 5

² s. BERTLING ET AL. 2018, S. 9

¹ BRAUN ET AL. 2018, p. 5

² BERTLING ET AL. 2018, p. 9

Forschungsprojekt ‚mMEU‘ setzte hier an, indem es Mikroplastikemissionen, welche im Mobilitätskontext entstehen, im städtischen Raum analysiert wurden. Das Ziel des Forschungsprojekts bestand darin, anhand eines digitalen und datenbasierten Modells die Emissionen von lokalem Mikroplastik zu ermitteln. Basierend auf Umgebungsdaten konnte ein prototypisches Modell in Form einer Hotspotkarte entworfen werden. Des Weiteren konnte die wirtschaftliche Nutzbarkeit anhand von Geschäftsmodellen für verschiedene Akteure analysiert werden.

Kenntnis über Mikroplastik-Hotspots in Städten als Basis für Gegenmaßnahmen

Das Forschungsgebiet rund um Mikroplastik stellt ein junges Themenfeld mit unterschiedlichen Perspektiven und Definitionen dar. Unter Mikroplastik versteht das ‚mMEU‘-Projektteam, mit Blick auf vorangegangene Forschungsprojekte, synthetische Kunststoffteilchen, die kleiner als 5 Millimeter sind³. Diese können auf direktem Weg, als primäres Mikroplastik, oder auf indirektem Weg, als sekundäres Mikroplastik, in die Umwelt gelangen. Primäres Mikroplastik, das bereits mit einer Größe unter 5 Millimetern in die Umwelt gelangt, kann entweder während der Produktion (Typ A) oder der Nutzung (Typ B) anfallen. Dem primären Mikroplastik-Typ A können beispielsweise Kunststoffpellets und Strahlmittel zugeordnet werden. Zum Typ B hingegen zählen beispielsweise Reifenabrieb und Faserfreisetzungen. Sekundäres Mikroplastik entsteht durch den Zerfall großer synthetischer Kunststoffe, wodurch Mikroplastikpartikel mit einer Größe unter 5 Millimetern entstehen. Um den Betrachtungsraum auf den Schwerpunkt der Mobilität im öffentlichen Raum auszurichten, wurde im Projekt Mikro-

this reason, the mMEU research project aimed at analyzing microplastic emissions generated in the mobility context in urban areas. The aim of the project was to identify local microplastics emissions using a digital, data-based model. Based on environmental data, a prototypical model in the form of a hotspot map was developed as part of the project. Furthermore, its economic usability was analyzed based on business models for different actors.

Knowledge About Microplastic Hotspots in Cities as a Basis for Countermeasures

Microplastics research is still in its infancy and offers a range of different perspectives and definitions. Taking its cue from previous research, the mMEU project team understands microplastics as synthetic plastic particles that are smaller than 5 millimeters in size³. These can enter the environment directly as primary microplastic particles or indirectly as secondary microplastic particles. Primary microplastics, which enter the environment with a size of below 5 millimeters, are generated either during production (type A) or use (type B). Type A primary microplastics include, for example, plastic pellets and blasting abrasives. Type B, on the other hand, includes tire abrasion and the release of fibers, for example. Secondary microplastics are generated by the degradation of large synthetic plastics parts, resulting in microplastics particles with a size of less than 5 millimeters. In order to focus on mobility in public spaces, type B microplastics were considered in the project.

A breakdown of the different microplastic occurrences illustrates the complexity of the topic. For the modeling of the hotspot map, six abrasion types occurring in the context of

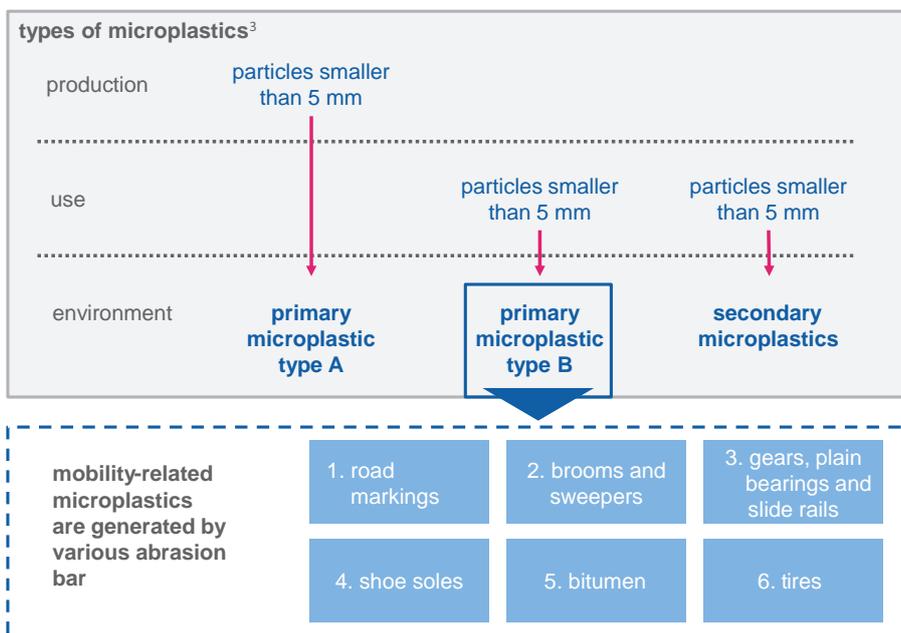


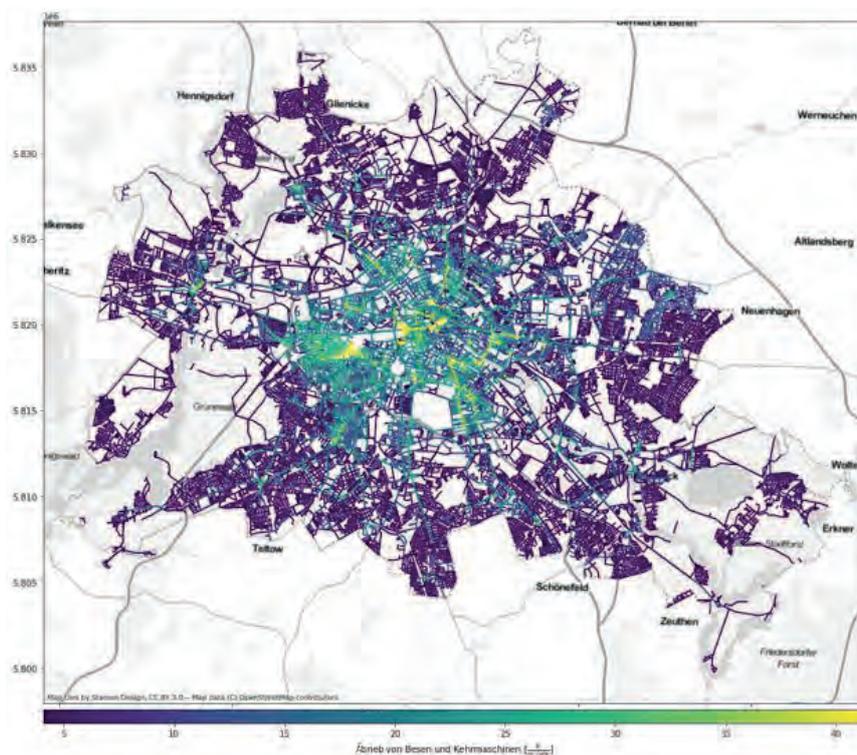
Figure 1: Classification of the considered abrasion types of mobility-related microplastics

³ BERTLING ET AL. 2018, P. 9

considered space

- inner-city outdoor public spaces that have a direct mobility connection
- mobility in the project includes the movement of people and goods by private transport, public transport and freight transport

Figure 2:
 Prototypical hotspot map for broom
 and sweeper abrasion based on
 cleaning frequency in Berlin



plastik-Typ B betrachtet. Die Aufschlüsselung der verschiedenen Mikroplastik-vorkommen verdeutlicht die Komplexität des Themen-bereichs. Für die Modellierung der Hotspotkarte wurden sechs Abriebarten identifiziert, welche im Mobilitätskontext auftreten. Unter Mobilität wird die Bewegung von Personen und Gütern im Individualverkehr, den öffentlichen Verkehrsmitteln und dem Güterverkehr verstanden. Mobilitätsbedingtes Mikroplastik umfasst damit primäres Mikroplastik bei der Nutzung von Kunststoffprodukten durch: (1) Abrieb von Fahrbahnmarkierungen, (2) Abrieb von Besen und Kehrmaschinen, (3) Abrieb von Zahnrädern, Gleitlagern und Gleitschienen, (4) Abrieb von Schuhsohlen, (5) Abrieb von Bitumen und (6) Abrieb von Reifen (s. Figure 1).

Der effektivste Weg zur Vermeidung kann durch die genaue Kenntnis der Emissionspfade bestimmt werden. Dafür wurden für die sechs Abriebarten Datenquellen identifiziert und deren Verknüpfung mit den ermittelten Anforderungen, Datenbedarfen und Qualitätskriterien evaluiert. Des Weiteren wurden verschiedene Umgebungsdatenquellen und -typen untersucht und hinsichtlich ihrer Zugänglichkeit, Qualität und Anwendbarkeit bewertet. Als Herausforderung stellte sich dabei die undurchsichtige und zum Teil fehlende Datenlage hinsichtlich jeder der sechs Abriebarten heraus. Eine prototypische Hotspotkarte konnte für einzelne Abriebarten erarbeitet werden. Ein Beispiel stellt die Hotspotkarte für den Abrieb von Besen- und Kehrmaschinen in Berlin dar, basierend auf der Reinigungshäufigkeit. Perspektivisch konnten Potenziale für die Anwendung der Modellierung für die Wirtschaft identifiziert werden (s. Figure 2). In enger Zusammenarbeit mit Partnern aus der Praxis wurden Anwendungsfälle definiert, welche hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen Relevanz bewertet

mobility were identified. Mobility refers to the movement of people and goods in private transport, public transport, and freight transport. Mobility-related microplastics thus include primary microplastics generated in the use of plastic products through: (1) abrasion from road markings, (2) abrasion from brooms and sweepers, (3) abrasion from gears, plain bearings and slide rails, (4) abrasion from shoe soles, (5) abrasion from bitumen, and (6) abrasion from tires (see Figure 1).

The most effective way to avoid microplastic pollution can be identified by gaining detailed insights into emission pathways. To this end, data sources were identified for the six abrasion types, and their linkage to the identified requirements, data needs, and quality criteria was evaluated. Furthermore, different environmental data sources and types were investigated and evaluated with respect to their accessibility, quality, and applicability. The unclear data situation or even lack of data regarding each of the six abrasion types turned out to be a major challenge. However, it was possible to develop a prototypical hotspot map for individual abrasion types. For example, a hotspot map for the abrasion of broom and sweeping machines in Berlin was developed, based on cleaning frequency. Furthermore, the project succeeded in identifying the model's potential for application in business and industry. In close collaboration with partners from practice, use cases were defined and evaluated with regard to their economic relevance. Practical application of the hotspot map, complemented by the project-generated insights into mobility-based microplastics, could be taught in workshop settings and thus serve as a basis for improved corporate sustainability strategies.

wurden. Dabei entstehen durch die Verknüpfung der Hotspotkarte und der im Projekt erarbeiteten Erkenntnisse über mobilitätsbedingtes Mikroplastik in Form von Workshopformaten neue Potenziale im Kontext der Nachhaltigkeitsstrategie von Unternehmen.

Eine detaillierte Kenntnis über Hotspots von Mikroplastikemissionen ermöglicht es, gezielte Gegenmaßnahmen zu entwerfen, sodass die negativen Umweltauswirkungen von Mikroplastik reduziert werden können. Die Hotspotkarte und die damit korrespondierende wirtschaftliche Nutzung bilden den Ausgangspunkt zur weiteren Entwicklung detaillierter und umfassender Modelle zu der Entstehung, dem Verbleib und den Wirkungen mobilitätsbedingten Mikroplastiks. Gleichzeitig zeigt das Projekt die fehlende bundesweite Datenlage, auch hinsichtlich Open-Source-Data, detailliert auf. Lokale Verursacher des Mikroplastiks, z. B. Entsorgungsanlagen, Verkehrsunternehmen, lokale Kunststoffindustrieunternehmen oder Baufirmen, können durch gezielte wirtschaftliche Anreize und geschaffene Transparenz einen Ausgangspunkt zur Reduktion von Mikroplastik darstellen.

A detailed knowledge of microplastic emission hotspots makes it possible to design targeted countermeasures so that the negative environmental impact of microplastics can be mitigated. The hotspot map and its possible uses in business and industry form the starting point for the development of detailed and comprehensive models on the formation, fate, and effects of mobility-related microplastics. At the same time, the project has shown in detail that there is a lack of nationwide data, including open-source data. Creating transparency and implementing specifically tailored economic incentives for local contributors to microplastic pollution, such as disposal facilities, transportation companies, local plastics industry companies or construction companies, can serve as a starting point for mitigating microplastic pollution.

hr

References

BERTLING, J.; BERTLING, R.; HAMANN, L.: Kunststoffe in der Umwelt. Mikro- und Makroplastik. Ursachen, Mengen, Umweltschicksale, Wirkungen, Lösungsansätze, Empfehlungen. Kurzfassung der Konsortialstudie Oberhausen, 21.06.2018. Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik, Oberhausen, Juni 2018. <https://www.umsicht.fraunhofer.de/content/dam/umsicht/de/dokumente/publikationen/2018/kunststoffe-id-umwelt-konsortialstudie-mikroplastik.pdf> (Link zuletzt geprüft: 23.02.2022)

BRAUN, U.; JEKEL, M.; GERDTS, G.; IVLEVA, N.; REIBER, J.: Mikroplastik-Analytik. Probenahme, Probenaufbereitung und Detektionsverfahren. Diskussionspapier im Rahmen des BMBF-Forschungsschwerpunktes „Plastik in der Umwelt – Quellen, Senken, Lösungsansätze. Berlin [u. a.], Oktober 2018. <https://bmbf-plastik.de/sites/default/files/2018-10/Diskussionspapier%20Mikroplastik-Analytik.pdf> (Link zuletzt geprüft: 23.02.2022)

hr



If you have any questions, please do not hesitate to contact the author.

Project Title: mMEU

Funding/Promoters: Federal Ministry for Digital and Transport (BMDV)

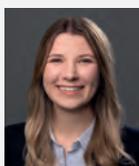
Funding no.: 19F1077A

Project Partner: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH

Associated Partners: ASEAG – Aachener Straßenbahn und Energieversorgungs-AG; GENAN GmbH; Neue Effizienz GmbH; Stadt Aachen

Websites: mmeu.fir.de & projekt-mmeu.de

As part of the mFUND research initiative, the BMDV has been funding research and development projects related to data-based digital applications for Mobility 4.0 since 2016. In addition to financial funding, the mFUND supports networking between stakeholders from politics, industry and research with various event formats and access to the mCLOUD data portal. For more information, visit www.mfund.de.



Clara Herkenrath, M.Sc.
Project Manager
FIR e. V. at RWTH Aachen University
Phone: +49 241 47705-303
Email: Clara.Herkenrath@fir.rwth-aachen.de

