

MIKROPLASTIK AUS DEM STRASSENABFLUSS FILTERN – HANDLUNGSBEDARF IN JEDER STADT

Aus unserer unmittelbaren Umgebung gelangen winzige Plastikpartikel, sogenanntes Mikroplastik, ins Abwasser, in die Fliessgewässer und letztlich ins Meer – und über die Nahrungskette zu uns zurück. Weltweit belastet Mikroplastik Luft, Boden und Wasser. Bei der Suche nach seiner Herkunft gerät vor allem der Abrieb von Pneus in den Fokus. Mikroplastik aus dem Strassenabfluss zu filtern liegt somit nahe.

Klaus W. König, freier Journalist und Buchautor*

Mikroplastik ist längst allgegenwärtig. Jeder von uns ist Mitversucher des Problems – nicht nur Autofahrer (Fig. 1). Denn auch durch Aktivitäten wie Wäsche waschen oder Zähne putzen geraten die mikroskopisch kleinen Plastikpartikel in die Umwelt. Als Reibkörper ist Mikroplastik in vielen Kosmetika und Zahnpasten enthalten und steckt in den meisten Waschmitteln, Textilien sowie Schuhsohlen. Über die Kanalisation gelangen die Emissionen in Abwasserreinigungsanlagen (ARA), von dort entweichen kleine Mengen in Oberflächengewässer. Ein weitaus grösserer Teil der künstlichen Kleinstpartikel wird von Verkehrsflächen durch Regenwasserkanäle in Seen und Flüsse eingetragen. Manche Oberflächen-Entwässerungen münden allerdings über Versickerung direkt in den Boden – mitsamt dem Abrieb von Auto- und Velopneus. Zusätzlich landet dort mit dem Regen auch der mit Mikroplastik versetzte, aus der Luft eingetragene Staub. In Städten passiert das alles gleichzeitig (Fig. 2). Studien aus unterschiedlichen Ländern haben gezeigt, dass Mikroplastik fast überall vorkommt: im Wasser, im Boden, in Fischmägen, in menschlichen Ausscheidungen – sogar in der Nähe des Mount Everests [1].



Fig. 1 Pneus verlieren mit der Zeit an Profil und setzen neben Feinstaub auch Kleinstpartikel frei. Aus dem Regenabfluss intensiv genutzter Verkehrsflächen lässt sich einiges filtern. (© AdobeStock)

NACHWEIS: IM BLUT UND AUF DEN BERGEN

Ende März 2022 veröffentlichte ein Forscherteam der Freien Universität Amsterdam die Studie «Immunoplast». Darin wurde erstmalig aufgezeigt, dass der Mensch im Alltag Mikroplastik aus seiner Umwelt aufnimmt – gewisse Plastikarten seien selbst im Blut nachweisbar [2]. Mediziner befürchten, die künstlichen Substanzen könnten bis ins Gehirn vordringen. Da Mikroplastik persistent ist, kann es über verschiedene Kreisläufe mehrfach in die Umwelt gelangen und sich dort immer weiter zersetzen, anreichern, mit organischen Stoffen verbinden und in die Nahrungsketten von Flora und Fauna gelangen. Doch wo können wir wirkungsvoll eingreifen, Quellen schliessen, Kreisläufe unterbrechen?

Laut Bundesamt für Umwelt (BAFU) gelangen in der Schweiz jährlich rund 14 000 Tonnen Kunststoffabfälle unterschiedlicher Art in Böden und Gewässer [3]. Davon gelten Partikel kleiner als 5 mm als Mikroplastik. Unterteilt wird dieses in primäres und sekundäres Mikroplastik. Ersteres sind bewusst hergestellte Kunststoffteilchen, die unter anderem als Reibkörper kosmetischen Produkten beigefügt werden. Sekundäres Mikroplastik entsteht während der Nutzung und Entsorgung von Kunststoffprodukten (z. B. Abrieb von Autoreifen oder Faserabrieb beim Waschen synthetischer Textilien) oder bei der Zersetzung von Makro- zu Mikroplastik [3].

** Kontakt: mail@klauswoenig.com*

RÉSUMÉ

FILTRER LES MICROPLASTIQUES DES ÉCOULEMENTS DES EAUX DE CHAUSSÉE – ACTION REQUISE DANS CHAQUE VILLE

Notre environnement direct est le point de départ de microplastiques, qui finissent par se déverser dans la mer via les eaux usées pour revenir dans notre organisme via la chaîne alimentaire. La recherche de leur provenance a surtout mis en lumière l'usure des pneus. Il paraît donc logique que la prochaine étape consiste à filtrer les microplastiques des écoulements des eaux de chaussée. Les installations de traitement des eaux de pluie avec des matériaux adsorbants sont particulièrement efficaces lorsque les particules minérales et mélangées se sont sédimentées au préalable. Il est important de respecter des intervalles de maintenance adéquats pour maintenir le bon fonctionnement du filtre. La combinaison du type d'installations de sédimentation avec le type de filtres dépend tout autant de la pollution spécifique de la surface sur le lieu d'origine des polluants que du niveau de tolérance des sols et des cours d'eau dans lesquels les eaux traitées sont déversées.

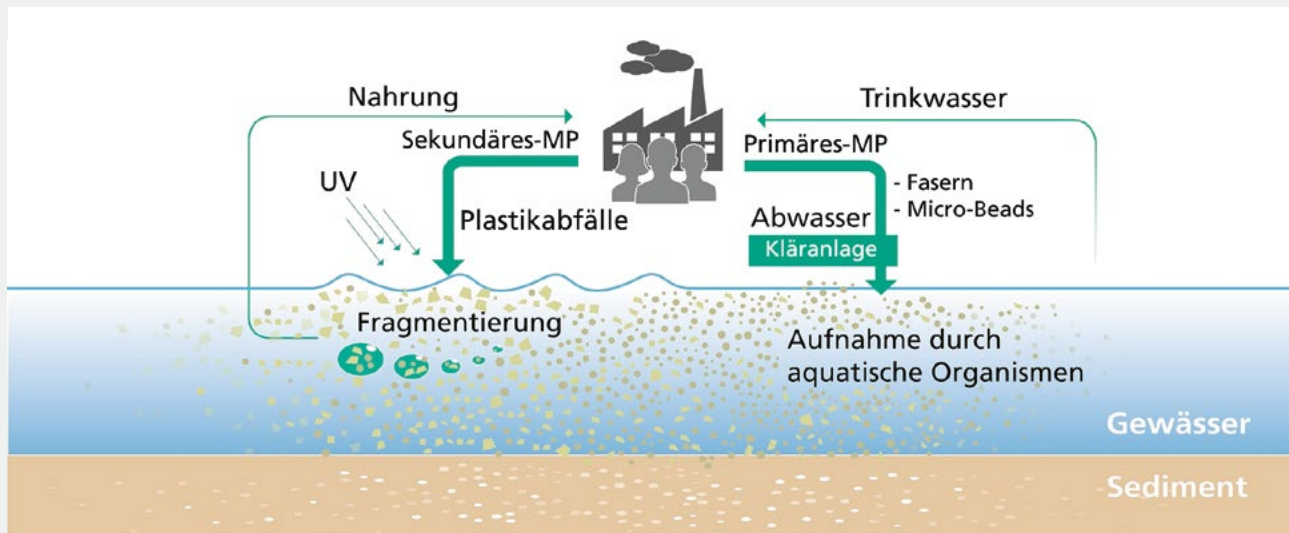


Fig. 2 Wie Mikroplastik entsteht und in die Umwelt gelangt. Die mit steigender Kunststoffproduktion und unregelmäßiger Entsorgung einhergehende Zunahme von Mikroplastik in der aquatischen Umwelt kann sich zu einem gravierenden Problem für Mensch und Natur entwickeln.

(© Fraunhofer UMSICHT)

Die Forschung der letzten zehn Jahre hat Mikroplastik bspw. im Genfersee, Rhein oder in den Schweizer Alpen nachgewiesen [1]. Offenbar gelangen die Mikroplastik-Fragmente ähnlich wie Pollen und Feinstaub in die Luft, werden in die Atmosphäre gesaugt und über weite Strecken getragen. «Es ist ein globales Problem, das seinen Ursprung auf dem Land und nicht im Wasser hat», sagt Roman Lehner vom Institut Adolphe Merkle in Fribourg und empfiehlt daher, vermehrt Studien zum Thema in der Schweiz durchzuführen.

HERKUNFT: VIEL VON FAHRBAHNEN

Eine Untersuchung des deutschen Fraunhofer-Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik (UMSICHT) in Oberhausen vom Juni 2018 hat den Abrieb von Pneus als den grössten Verursacher von freigesetztem primärem Mikroplastik identifiziert [5]. Allein der Abrieb von Lkw-, Pkw-, Motorrad- und Fahrradreifen macht demnach mehr als 42% der gesamten Mikroplastik-Emissionen in Deutschland aus (Fig. 3). Wird der Abrieb von Schuhsohlen, Fahrbahnmarkierungen und Asphalt hinzugerechnet, so sind es ca. 57%, die überwiegend auf Verkehrsflächen entstehen. In der Schweiz dürfte es ähnlich aussehen (Fig. 4).



Fig. 3 Reifenabrieb gelangt von der Strasse in Luft, Boden und Gewässer. (l.: © Fraunhofer UMSICHT; r.: © K. W. König)

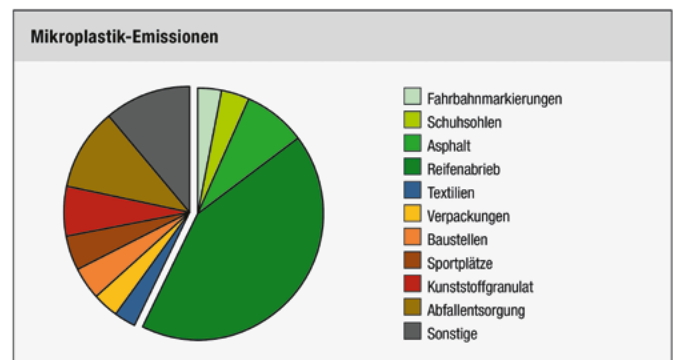


Fig. 4 Mikroplastikemissionen, nach einer Studie des deutschen Fraunhofer Instituts UMSICHT (2018). (© Mall)

Ilka Gehrke, Abteilungsleiterin Photonik und Umwelt bei UMSICHT, möchte mit ihren Forschungspartnern ein digitales Planungs- und Entscheidungsinstrument entwickeln, das Aussagen zu Verteilung, Ausbreitung und Quantifizierung von Reifenabrieb ermöglicht. Dadurch könnten auf einer sachlichen Grundlage regulatorische Massnahmen wie Tempolimit oder bauliche Massnahmen, z. B. Filteranlagen an Strassenabläufen, gezielt und schnell ergriffen werden [6].

RÜCKHALT: JE NACH PARTIKELGRÖSSE

Thorsten Schmitz und Kollegen haben am Institut für Infrastruktur, Wasser, Ressourcen, Umwelt (IWARU) der Fachhochschule Münster/Westfalen die Sedimentierbarkeit von Strassenkehrrecht untersucht [7]). Das ist von besonderem Interesse, da in Siedlungsgebieten das Mikroplastik aus dem Strassenverkehr überwiegend mit Regenabflüssen abgespült wird. Bei kombiniertem Pneu- und Strassenabrieb (engl.: *tyre and road wear particles*, TRWP) gilt eine Dichte von 2 g/cm³ als wahrscheinlich. Um diesen zu eliminieren, ist die Sedimentation gut geeignet. In ihren weiteren Überlegungen gehen die Verfasser der IWARU-Studie allerdings von reinem Reifenabrieb (engl.: *tyre wear particles*, TWP) aus. Während bei Mischkanalisation

90–95% oder mehr Rückhalt der Partikel in der ARA für Deutschland und die Schweiz wissenschaftlich belegt sind, halten die Wissenschaftler bei Trennkanalisation die Behandlung durch Sedimentation in Regenklärbecken für unzureichend. Das liegt vor allem an der geringen Dichte von Standardreifengummi mit $1,1 \text{ g/cm}^3$, falls er ohne Verbindung zu mineralischen Partikeln vorkommt. Um ihn zu fassen, müsste die Oberflächenbeschickung auf 2 m/h reduziert werden, was immens grosse unterirdische Anlagen erfordern würde. Damit könnte aber gerade einmal die Fraktion der Partikel grösser $80 \mu\text{m}$ ($0,08 \text{ mm}$), das entspricht nur etwa 10% des mitgeführten Reifenabriebs, eliminiert werden. Der Aufwand stünde also in keinem vertretbaren Verhältnis zum Nutzen.

Für den Anteil kleiner $80 \mu\text{m}$, also 90% der Menge an reinem Abrieb von Pneus, sei ein Rückhalt durch Sedimentation in Regenklärbecken nicht zu erwarten. Und für eine wirkungsvolle Flotation, das Aufschwimmen innerhalb der unterirdischen Becken, müssten die TWP-Abriebteilchen statt $1,1 \text{ g/cm}^3$ weniger als 1 g/cm^3 haben, also eine geringere Dichte als Wasser. Hinzu kommt, dass die TWP im Durchschnitt nur eine Grösse von rund $20 \mu\text{m}$ ($0,02 \text{ mm}$) haben. Und die feinsten unter ihnen sind nochmals um den Faktor 10–20 kleiner. Bei ihrer Entstehung spielt u. a. die Fahrzeuggeschwindigkeit eine Rolle [8]. Schon 1974 wurde in den USA festgestellt: Je höher das gefahrene Tempo, desto kleiner die Partikel. Für die Fraktion $0\text{--}20 \mu\text{m}$ haben die Forscher am IWARU allerdings durch Filter Erfolge erzielt: So gelang es, mit einer durchströmten Granulatschüttung von 15 cm immerhin 42% des sehr feinen Mikroplastikmaterials zurückzuhalten.

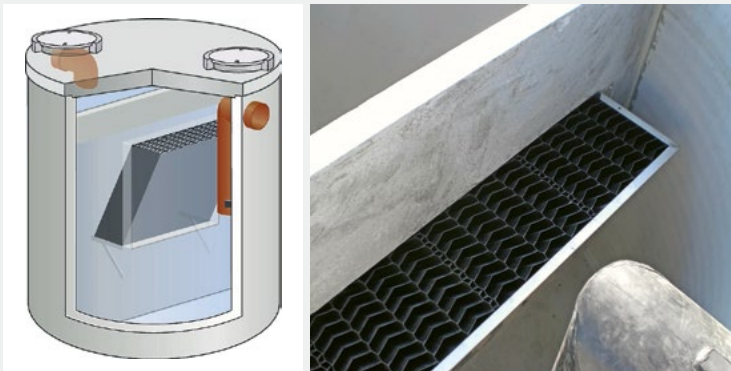


Fig. 5 Lamellenklärer aus Betonfertigteilen. Mit Sammelraum für schwimmende Partikel und speziellen Einbauten, die Sedimentation und Flotation ermöglichen.



Fig. 6 Substratfilter aus Betonfertigteilen mit Funktionselementen, die das zu reinigende Wasser horizontal durchfließt. Das ermöglicht Sedimentation, Filtration und Adsorption. Die anschliessbare Verkehrsfläche hängt von der Modellgrösse des Filters ab. (© Mall)

VORSORGE: VERMEHRTE STRASSENREINIGUNG

Ungeachtet der erhofften Weiterentwicklung von Kunststoffen hin zu naturverträglichem Material werden in den kommenden Jahrzehnten grosse Anstrengungen notwendig sein, um die Hauptemissionspfade von Mikroplastik besser wahrzunehmen und die Schadstoffe möglichst nahe an ihrer Entstehung zu fassen. Das Ziel muss sein, die weitere Verbreitung in Richtung Luft, Boden und aquatische Ökosysteme zu reduzieren. Vorsorgliche Strassenreinigung in verkehrsarmen Zeiten an den Hotspots würde einen Teil der Partikel entfernen, bevor sie verwirbelt und abgeschwemmt werden. Aus Gründen der Verkehrssicherheit geschieht das auf den Start- und Landebahnen der grossen Flughäfen jede Nacht. Regulatorisch vorsorgend wären im Strassenverkehr unter anderem Geschwindigkeitsbeschränkungen. So würden weniger der ganz kleinen, schwer zu fassenden Partikel entstehen.

Zur Reinigung von Strassenabflüssen wird zu prüfen sein, ob bestehende und neu zu bauende Sedimentationsanlagen um geeignete Filter [9] ergänzt werden sollten, bevor deren Abläufe in Oberflächengewässer münden. Das gilt entsprechend für Versickerungsanlagen, zum Schutz des Bodens und des Grundwassers. Und selbst wenn, wie im Kanton Zürich 2016 nachgewiesen, die dort untersuchten 28 ARA durchschnittlich 90% Mikroplastik im Klärschlamm zurückhalten, ist ihr gesamter Wirkungsgrad zum Schutz nachfolgender Gewässer nicht optimal. Zusammen setzen sie täglich etwa 18 Mia. Mikroplastik-Teilchen (MPT) in die Umwelt frei. Dies ergibt umgerechnet eine freigesetzte Masse an Mikroplastik von 330 g mit einer Oberfläche von 106 m^2 . Die vier abflussstärksten ARA machen die Hälfte dieser Fracht aus. Hochgerechnet auf alle 64 ARA im Kanton Zürich ($> 2000 \text{ EW}$) ergibt sich eine Menge von 31 Mia. MPT , mit einer Masse von 600 g und einer Oberfläche von 182 m^2 , die täglich in die Zürcher Gewässer freigesetzt wird [10].

FILTERTYP: JE NACH GEWÄSSER

«Schwimmende Partikel mit geringerem Durchmesser als $100 \mu\text{m}$ ($0,1 \text{ mm}$) oder mit einer Dichte nahe an 1 g/cm^3 kann man nicht mehr mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand durch mechanische Verfahren aus dem Regenwasser entfernen», sagt *Stephan Klemens*, Entwicklungsleiter bei *Mall*, dem Spezialanbieter im Bereich Regen- und Abwasser. «Hier ist die Filtration das wirtschaftlichere und sicherere Mittel». Er empfiehlt einen Schacht mit integriertem Filtersubstrat für die Behandlung vor Versickerung und vor Ableitung in Oberflächengewässer.

Substratfilteranlagen wurden bereits in *Aqua & Gas* [11] vorgestellt. Um den Höhenversatz zwischen Zu- und Ablauf zu minimieren, werden sie heutzutage möglichst horizontal durchflossen und haben einen eigenen Sedimentationsraum vor dem Filter- und Adsorptionselement. Sie sind speziell auf den Rückhalt von Schwermetallen, abfiltrierbaren Stoffen und Mineralölkohlenwasserstoffen ausgelegt, sind vom Deutschen Institut für Bautechnik auf Leistung und Umweltverträglichkeit geprüft und haben eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für die Behandlung von Regenwasserablauf von stark verschmutzten Verkehrsflächen zur unterirdischen Versickerung (Fig. 5 und 6).

WARTUNGSINTERVALL: GEMÄSS FLÄCHENBELASTUNG

Für die Wartung der Regenwasserfilter muss je nach spezifischer Flächenbelastung im Einzelfall das richtige Intervall gefunden werden. Zunächst kann von einer quartalsweisen

Eigenkontrolle und einer jährlichen Wartung der Anlage ausgegangen werden. Die Dokumentation der Arbeiten, zum Beispiel in einem Betriebsbuch, ist immer hilfreich. Bei der Eigenkontrolle wird die ordnungsgemässe Funktion der Anlage optisch beurteilt, Schlämme und Schwimmstoffe werden gemessen, dokumentiert und ggf. eine Entsorgung veranlasst. Bei der Wartung wird die Funktion der Einbauteile geprüft und wieder hergestellt. Gegebenenfalls wird die Reststandzeit durch Fachpersonal bestimmt. Auf Kundenbetreuung spezialisierte Hersteller bieten neben der Lieferung von Behandlungsanlagen auch deren Inspektion und Wartung an. Die Verkehrsflächen, auf denen besonders viel Reifenabrieb entsteht, sind leicht zu identifizieren:

- Kreisverkehre, Ampelzonen und Beschleunigungsstreifen: Wo gebremst, angefahren und beschleunigt wird oder wo enge Radien gefahren werden, ist der Abrieb von Reifen besonders intensiv. Bei der hier zu erwartenden hohen Mikroplastikbelastung im Abwasser empfiehlt sich eine Kombination aus den Verfahren Sedimentation, Flotation und Filtration.
- Parkplätze von Einkaufszentren, Speditionen, Industrieareale: Wo nicht schnell gefahren, aber rangiert wird, entstehen weniger ganz feine Partikel. Doch fallen auf diesen Flächen in verstärktem Mass Kupfer und Zink durch abtropfendes Wasser von Karosserien an. In einer solchen Situation ist eine Filtrationsstufe mit speziell dafür geeignetem Adsorptionsmaterial besonders hilfreich.

In der Regel ist die unterirdische Versickerung mit einem befahrbaren Sickertunnel möglich (Box).

FAZIT

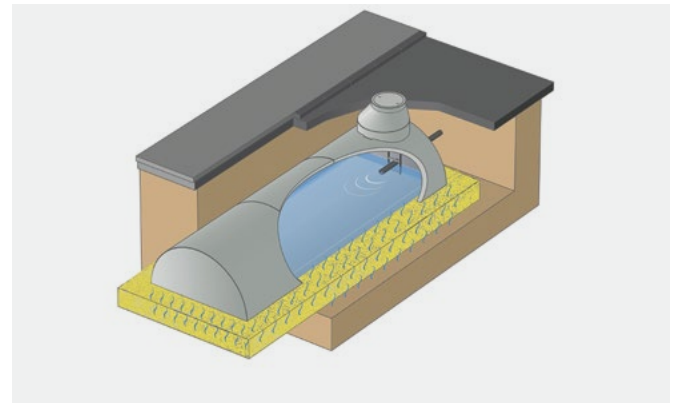
Für Partikel kleiner als 100µm (fast der gesamte Reifenabrieb, TWP) sind technische Filter erforderlich. Solche Regenwasser-Behandlungsanlagen mit adsorbierendem Material sind besonders wirkungsvoll, wenn zuvor eine Sedimentation mineralischer und gemischter Partikel (TRWP) stattgefunden hat. Wichtig sind geeignete Wartungsintervalle, um die Filter funktionstüchtig zu halten. Welcher Typ von Sedimentationsanlage mit welchem Typ von Filter kombiniert wird, hängt sowohl von der spezifischen Flächenbelastung am Entstehungsort der Schadstoffe als auch von der Zumutbarkeit für Boden und Gewässer ab, in die nach der Behandlung eingeleitet wird. Die Kosten für den Einbau und Unterhalt solcher Anlagen sind zu hoch, als dass sie entlang der Überlandstrassen zum Einsatz kommen könnten.

Anders in den Städten: Dort besteht Handlungsbedarf speziell an Kreisverkehren, Ampelzonen, Beschleunigungsstreifen sowie bei Parkplätzen von Einkaufszentren, Speditionen und Industriearealen. Eine vermehrte Reinigung der Fahrbahnen während verkehrsarmer Zeiten könnte die Feinstaubbelastung der Luft gleichermassen reduzieren wie auch den schadstoffhaltigen Regenabfluss in eine kombinierte Sedimentations- und Filteranlage. Damit würden die Wartungsintervalle effektiv und preiswert verlängert und die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass die platzsparende unterirdische Versickerung des Regenabflusses im Einzelfall genehmigt wird.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] *Swissinfo* (2021): <https://www.swissinfo.ch/ger/schweizer-studierende-suchen-mikroplastik-in-den-alpen/46782162>, 20. Juli 2021

VERSICKERUNG IM TUNNEL



Die Rigole zum Volumenausgleich besteht aus Stahlbeton-Fertigteilen und kann deshalb auch unter Fahrbahnen und Parkplätzen eingesetzt werden. Das erforderliche Stauvolumen wird im Einzelfall mithilfe von örtlichen Regen- und Bodendaten dimensioniert. (© Mall)

In Kombination mit einer Behandlungsanlage eignet sich ein Versickerungstunnel aus Stahlbeton-Fertigteilen ideal zur Entwässerung von Dach- und Verkehrsflächen und kann auch unter Fahrbahnen und Parkplätzen eingesetzt werden. Statisch bestimmt, standsicher und für Schwerlastverkehr befahrbar, kommt er trotz grosser Hohlräume ohne innere Aussteifungen aus. Mehrere Sicktunnel lassen sich in linienförmiger oder paralleler Formation anordnen und sind als Gesamtanlage beliebig erweiterbar. Durch seine Innenhöhe von 1,25 m gilt der Tunnel nach der Definition der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) als «begehrbar». Wartung und Reinigung können so mit einfachen Werkzeugen erfolgen. Ein Geotextilmantel ist nur auf den Stössen erforderlich, sodass Einbau und Montage mit geringem Aufwand gelingen. Weitere Infos:

www.mall.ch/unternehmen/mall-tv/regenwasserbewirtschaftung

- [2] Leslie, H.A. et al. (2022): *Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood*. *Environmental International* 163: 107199. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107199>
- [3] BAFU: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/fach-informationen/abfallpolitik-und-massnahmen/kunststoffe-in-umwelt.html>
- [4] BAFU: *Abfallglossar*. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/abfallglossar/primaer-sekundaer-mikroplastik.html>
- [5] Bertling, J. et al. (2018): *Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik. Kurzfassung der Konsortialstudie*. Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT (Hrsg.), Oberhausen
- [6] Gehrke, I.; Bertling, R. (2020): *Kunststoffemissionen im Wasserkreislauf. KA Korrespondenz Abwasser, Abfall* 67(2): 99-104
- [7] Schmitz, T. et al. (2020): *Mikroplastik in Oberflächenabflüssen – Grenzen der Sedimentierbarkeit*. *gwf Wasser-Abwasser* 02/20: 58
- [8] Dannis, M. L. (1974): *Rubber Dust from the Normal Wear of Tires*. *Rubber Chemistry and Technology* 47(4): 1011-1037. <https://doi.org/10.5254/1.3540458>
- [9] *Mall-Umwelt-Info Ausgabe 5* (2019): *Aktuelle Informationen zum Umgang mit Reifenabrieb und Mikroplastik*. Mall GmbH, Donaueschingen
- [10] Cabernard, L. et al. (2016): *Mikroplastik in Abwasser und Gewässern*. *Aqua & Gas* 7/8: 78
- [11] Hildebrand, T. et al. (2013): *Oberflächenwasser – Reinigung in drei Stufen*. *Aqua & Gas* 10: 68