

MIKROPLASTIK IN KLÄRSCHLÄMMEN

Ergänzende Studie

Helene Walch

BARRRIEREFREIE ZUSAMMENFASSUNG
REP-0827

WIEN 2022

ZUSAMMENFASSUNG

Mikroplastik gelangt über Abwässer aus Industrie oder Haushalten sowie aus Oberflächenabläufen in die Kläranlagen. Dort wird es mit hoher Effizienz von meist über 80 % abgeschieden. Ein Großteil des Mikroplastiks landet im Klärschlamm, welcher zum Teil als Düngemittel auf Böden aufgebracht wird. Somit ist Klärschlamm ein Eintragspfad für Mikroplastik in Böden.

Ziel des vorliegenden Projektes war es, die Mikroplastik-Belastungen in Klärschlämmen, welche bei einer ersten Erhebung 2020 bei 35 Kläranlagen österreichweit erhoben wurden, auf Konsistenz zu prüfen. Dafür wurde bei 20 Kläranlagen 2021/22 eine erneute Beprobung durchgeführt. Es wurde auf eine möglichst breite Repräsentation verschiedener Anlagenparameter der ursprünglich beprobten Anlagen geachtet. Probenahme und Analytik wurden ident zur ersten Erhebung durchgeführt. Außerdem sollte dem auffallend hohen Anteil an Polyurethan (PU), welches bei der ersten Erhebung den dominanten Kunststofftyp darstellte, auf den Grund gegangen werden. Hierfür wurde nebst Recherchearbeiten eine umfassende Analytik verschiedener Vergleichsmaterialien durchgeführt.

Im Vergleich zur ersten Beprobung haben sich der Median und der Mittelwert der Mikroplastik-Anzahlkonzentration in etwa verdoppelt. Dies ergibt sich größtenteils aus einem sehr starken Anstieg in manchen Kläranlagen. In neun Anlagen haben sich die Werte mehr als verdoppelt; diese Anlagen werden meist von einem Mischkanalsystem gespeist und sind überwiegend städtisch geprägt. Da die Niederschläge in den vermeintlich relevanten Zeiträumen der aktuellen Beprobung erhöht waren, könnten niederschlagsbedingte Mikroplastikeinträge einen signifikanten Beitrag zum Anstieg geleistet haben. Zur Bestätigung wären aber genauere Informationen zu Durchlaufzeiten der Abwässer nötig. Weitere Ursachen können bei einzelnen Anlagen in industriellen oder tourismusbedingten Einflüssen liegen. Anlagen mit geringerer Zunahme (kleiner Faktor 2) oder Abnahme sind hingegen meist ländlich geprägt, werden meist über ein Trennkanalsystem gespeist und weisen überwiegend Einwohnerwerte <40.000 auf.

Zu beiden Probenahmezeitpunkten fanden sich mehr als 94 % des Mikroplastiks in der Fraktion 0,05–1 mm. Die Form-Zusammensetzung wurde in der größeren Fraktion (1–5 mm) bestimmt und ist konsistent zur Ersterhebung: Fasern und Fragmente dominieren, gefolgt von Folien. Auch die Kunststoffzusammensetzung (Fraktion 0,05–1 mm) war ähnlich zur Ersterhebung: Polyurethan (PU) dominiert, gefolgt von hohen Anteilen an Polyethylenterephthalat (PET) und Polypropylen (PP) sowie Polyethylen (PE) und Polystyrol (PS). Der generelle Anstieg der Mikroplastik-Konzentration spiegelte sich in den einzelnen Kunststoffarten wider: Mit Ausnahme von Polyamid (PA) haben alle Kunststoffe zugenommen. Die stärksten absoluten Anstiege verzeichneten PE > PS > PP > PU > PET; aber auch Polyvinylchlorid (PVC) nahm in zehn Anlagen um mehr als 20 % zu. Die Zunahmen von PE, PS und PP (43–65 %) konnten insbesondere auf zwei Anlagen zurückgeführt werden; Zunahmen bei PU, PET und PVC verteilten sich gleichmäßiger auf viele Anlagen. Generell variieren PET-, PS-, PU- und PP-Konzentrationen in den Anlagen in enger Korrelation mit der

Mikroplastik-Gesamtanzahl. PE und PVC hingegen haben in vielen Anlagen überproportional zugenommen. Da PVC und PE die im medizinischen Bereich am meisten eingesetzten Kunststoffe sind, könnten Anstiege eventuell auf einen erhöhten Verbrauch während der Pandemie zurückzuführen sein. Bei PE ist jedoch auch eine erhöhte Identifizierungsquote nicht ausgeschlossen.

Reifenabrieb wurde in Klärschlämmen von fünf Anlagen zu beiden Probenahmezeitpunkten durch ein Auftragslabor massenbasiert quantifiziert (mittels Pyrolyse-GC-MS). In Übereinstimmung mit Perioden von geringen Niederschlägen wurde in Klärschlämmen aus Mischkanalanlagen im Vergleich zur Ersterhebung weniger Reifenabrieb detektiert. Zwei Anlagen mit (überwiegend) Trennkansystem wiesen hingegen relativ konstante Konzentrationen auf.

Zu beiden Probenahmezeitpunkten stellte PU den dominanten Kunststofftyp in >70 % der Klärschlammproben dar. Die Eigenschaften von PU können stark variiert werden, weshalb es einen sehr vielseitigen Kunststoff darstellt. Einsatzformen umfassen Schaumstoffe, Formmassen, Gießharze, elastische Faserstoffe, Lacke, Beschichtungen und Klebstoffe. Die Hauptanwendungsgebiete sind Bau- und Automobilindustrie, Möbel/Betten, Maschinenbau, Geräte, Verpackungen, Textil und Bekleidung, Elektronik sowie Schuhe. Schäume dominieren den Markt, gefolgt von Beschichtungen, Elastomeren, Kleb- und Dichtstoffen. Von Vergleichsmaterialien und Produkten möglichst diverser Anwendungsbereiche wurden mittels Fourier-Transform-Infrarot-Spektroskopie (FTIR) gesamt 68 PU-Spektren aufgenommen und zu fünf PU-Typen gruppiert. Eine erneute Auswertung dreier Klärschlammproben ergab, dass vor allem die Typen „Bauschaum“, „Beschichtungen/Prints“ und „Schaumstoffe“ zu finden waren; „Gummiartige“ und „Schaumgummiartige“ PU-Typen waren selten.

Beschichtungen und Prints, Bau-/Montageschäume, Schwämme/Schaumstoffe reiben sich eher ab oder fragmentieren und tragen somit stärker zum Eintrag ins Abwasser bei als festeres gummi- bis schaumgummiartiges PU, wie es z. B. als Dämmmaterial, in Maschinenbau und Logistik oder in Schuhen zum Einsatz kommt. Fragmentierung von fragilen Schaum-Strukturen ist vermutlich auch ein Grund für die hohen Anzahl-Konzentrationen; dies wurde durch einen Abwaschversuch mit einem PU-Topfschwamm demonstriert.

In den Einzugsgebieten der Anlagen mit den höchsten PU-Konzentrationen finden sich industrielle Einleiter, die mit PU in Verbindung gebracht werden können. Jedoch dominiert PU auch in kleinen kommunal geprägten Anlagen. Haushaltsabwässer können also signifikante Mengen PU in die Kläranlagen eintragen, etwa durch das Waschen von Textilien (Beschichtungen, Logo-Prints, Elasthanfasern enthalten PU); Dusch-, Putz- und Abwaschabwässer (Topf- bzw. Duschschwämme aus PU, Reibkörper in Handwaschpasten, Bodenpolituren etc.); oder Bauarbeiten (PU-Montageschäume, Dämmplatten etc.).

SUMMARY

Wastewater treatment plants receive microplastics through wastewaters from industry and households (separate sewer system) or additionally through surface-runoff (combined sewer system). During wastewater treatment, particles are efficiently reduced by more than 80 % up to almost complete removal, which means they concentrate in sewage sludge. Some sewage sludge is still applied to soils for fertilization and can constitute a pathway of microplastics into soils.

The aim of this project was to check whether microplastic loads in sewage sludge are consistent over time. For that, a second sampling campaign was carried out in 20 out of 35 wastewater treatment plants all over Austria, which were already assessed in 2020. The selection aimed at representing the broad spectrum of plant parameters covered by the original sample. Sampling and analytical procedures, employing Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), were identical to the first sampling campaign. Additionally, the origins of polyurethane (PU), which was the dominant plastic type during the first assessment, should be investigated. This involved a literature and general web research as well as analysing a plethora of reference materials and products.

Both, median and mean microplastic number-concentrations have approximately doubled as compared to the first sampling campaign, which largely results from a high increase in several plants. In nine plants the values more than doubled; these plants are mostly fed by combined sewer systems that drain mainly urban areas. Since precipitation during supposedly relevant periods was higher for the second sampling campaign, surface-runoff may have contributed significant amounts of microplastics. To confirm that, details on retention times in different plants would be required. Additional causes in individual plants can be impacts of industry or tourism. Plants which exhibited a lower increase (< factor 2) or a decrease in microplastics concentrations mainly drain rural areas with separate sewer systems and mostly exhibit population equivalents < 40,000.

For both sampling campaigns, more than 94 % of the microplastics were in the size-range 0.05–1 mm. Shapes, which were determined in the larger fraction (1–5 mm), were consistently dominated by fibres and fragments, followed by foils. The composition of plastics (fraction 0.05–1 mm) was also similar between the sampling campaigns: polyurethane (PU) dominated, followed by high fractions of polyethylene terephthalate (PET) and polypropylene (PP), as well as polyethylene (PE) and polystyrene (PS). An increase of all plastic types (except polyamide) reflects the total increase of microplastics. The absolute increase was highest for PE > PS > PP > PU > PET. Despite much lower absolute numbers, polyvinylchloride (PVC) as well increased by more than 20 % in ten plants. Two plants caused major fractions (43–65 %) of the increase in PE, PS and PP numbers, while the contributions to increased PU, PET and PVC numbers were more evenly distributed among plants. Generally, the PET, PS, PU and PP concentrations varied in close correlation with the total microplastics concentrations in the plants, but PE and PVC exhibited disproportionate

increases. The latter are the major plastic types used for medical purposes, which might indicate an impact of the pandemic. Besides, in the case of PE, an increased identification due to gained analytical experience cannot be excluded.

Tyre wear was analysed in sludge from five plants at both sampling occasions and quantified based on mass (employing Pyrolysis-GC-MS) by a contract laboratory. In accordance with little or no precipitation, combined sewer systems exhibited lower concentrations as compared to the first sampling campaign. The two plants with (mainly) separate sewers exhibited rather constant concentrations.

At both sampling times, PU constituted the dominant plastic type in >70 % of the sludge samples. The properties of PU can be variably engineered, making it a versatile material. Use cases include foams, moulding materials, cast resins, elastic fibres, varnishes, coatings and adhesives; they find major applications in construction and automotive industries, furniture/beds, machinery, appliances, packaging, textiles and clothing, electronics and shoes. Foams dominate the market, followed by coatings, elastomers, adhesives and sealants. 68 PU-spectra from a wide selection of reference materials and products were collected and grouped into five PU-types. Re-evaluating three sludge samples employing these types revealed a dominance of three types: “spray foam”, “coatings/prints”, “flexible foams”. “Rubber-like” and “foam rubber” materials were rare.

Coatings and prints, spray foams, sponges and flexible foams are more easily abraded or fragmented and therefore more prone to be emitted, while rubber-like or foam rubber materials as used for example in machinery, logistics, or shoes, are more solid. Fragmentation of fragile foam structures is probably one reason for high PU-numbers, and was also demonstrated through a dishwashing experiment employing a PU kitchen sponge.

The wastewater treatment plants exhibiting the highest PU-concentrations receive emissions from companies that can be associated with PU. However, PU also dominates in small plants that mainly receive domestic sewage. Households can as well emit significant amounts of PU into wastewaters, e. g. by doing the laundry (textile coatings, logo-prints, elastane fibres contain PU); through showering, cleaning, dishwashing (kitchen and shower sponges or cleaning cloth made of PU, hand cleansers or floor polish may contain PU etc.); or construction works (employing spray foams, PU-based insulation panels, etc.)

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich

Diese Publikation erscheint ausschließlich in elektronischer Form auf <https://www.umweltbundesamt.at/>.

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2022
Alle Rechte vorbehalten