



Kanton Zürich
Baudirektion
AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft

Plastik in der Umwelt

Infoblatt



Plastik in der Umwelt

Plastik ist ein vielfältiges Material, welches heute in beinahe allen Lebensbereichen eingesetzt wird. Obschon in der Schweiz der Verbrauch pro Kopf sinkt, hat sich die weltweite Produktion von Plastik den letzten zwei Jahrzehnten verdoppelt [1]. Bei unkontrollierten Emissionen oder nicht fachgerechter Entsorgung gelangt Plastik in die Umwelt und reichert sich aufgrund der schlechten Abbaueigenschaft dort an. Eine vollständige Zersetzung kann hunderte von Jahren dauern [2].

Der Abbau von Kunststoffen erfolgt durch Fragmentierung in kleine Teile. Kunststoffteile werden je nach Grösse in die Kategorien Makroplastik (> 5 mm), Mikroplastik (5 mm - 1 µm) oder Nanoplastik (< 1 µm) eingeteilt. Man unterscheidet zwischen primärem und sekundärem Mikroplastik. Primäres Mikroplastik bezeichnet direkt hergestelltes oder in der Nutzungsphase anfallendes Mikroplastik, während sekundäres Mikroplastik durch Zerkleinerung oder Zerfall grösserer Kunststoffteile (Makroplastik) entsteht. Durch weitere Zerkleinerung entsteht Nanoplastik. UV-Strahlung sowie chemische und biologische Prozesse zerlegen die langkettigen Kunststoffmoleküle (Polymere) langsam zu kleineren Einheiten und mineralisieren diese schliesslich.

Impressum

Herausgeber

Kanton Zürich, Baudirektion
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons
Zürich, AWEL

Autor

Remo Freimann, AWEL Gewässerschutz

Koredaktion und Gestaltung

Kuno Strassmann (kun-st.ch)

Publikation

12/2025

Quellen und Einträge

Die grösste Emissionsquelle von sekundärem Mikroplastik in der Schweiz ist der Reifenabrieb [3, 4]. Aus Littering, aber auch z.B. aus Bautätigkeiten und Landwirtschaft stammen weitere Einträge von Plastik in die Umwelt – vor allem in den Böden – wo dieses zu sekundärem Mikroplastik zerfällt. Das Waschen von Textilien ist eine weitere wichtige Quelle von Mikroplastik, welches in die Kanalisation und teilweise in die Gewässer gelangt [5, 6].

Pro Kopf und Jahr gelangen von den gängigsten sieben Plastikarten etwa 610 g Plastik in die Böden und rund 15 g in die Gewässer [5]. Über alle Plastikarten zusammen werden in der Schweiz jährlich geschätzte 14 000 Tonnen Makro- und Mikroplastik in die Böden, Sedimente und Oberflächengewässer eingetragen [7].

Kunststoffteile werden je nach Grösse in Kategorien eingeteilt:

> 5 mm Makroplastik

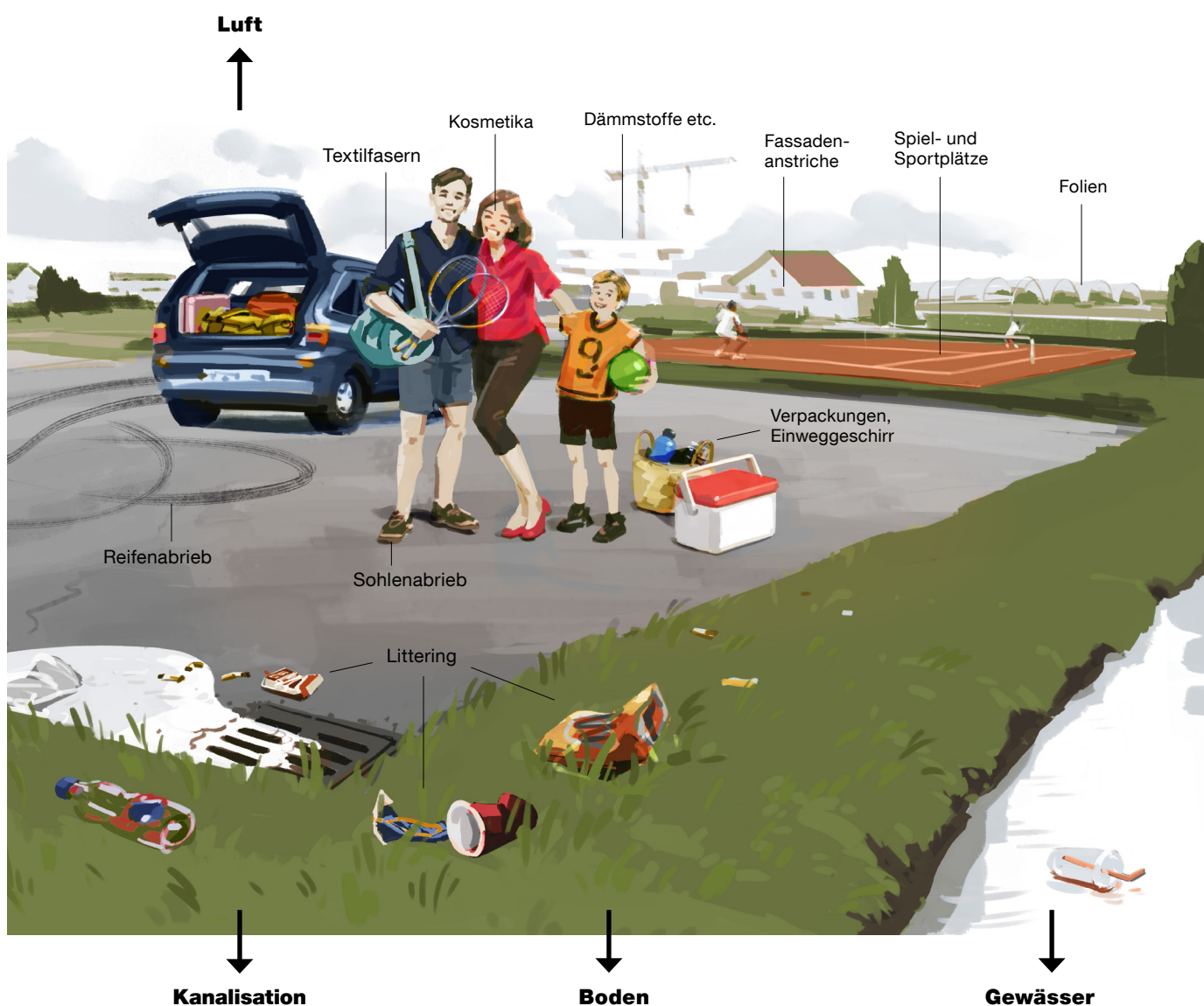
> 1 µm Mikroplastik

< 1 µm Nanoplastik

Primäres Mikroplastik wird direkt hergestellt.

Sekundäres Mikroplastik entsteht durch Zerkleinerung oder Zerfall grösserer Kunststoffteile (Makroplastik).

Nanoplastik entsteht durch weitere Zerkleinerung



Verbleib und Verschleppung

Das in die Umwelt eingetragene Plastik reichert sich hauptsächlich in lokalen Senken an (in Böden und Sedimenten), kann aber auch von einem Ökosystem in ein anderes gelangen [8, 9]. So wurden Mikro- und Nanoplastikpartikel bereits von den Tropen bis zum Südpol und von der Tiefsee bis in die Berge nachgewiesen [10].

Der Transport des Plastiks vom Land in die Gewässer geschieht zum Beispiel durch Niederschlagswasser und Erosion von Böden, Oberflächenentwässerungen, Eintrag durch geklärtes und ungeklärtes Abwasser sowie Verwehungen und biologische Verschleppung.

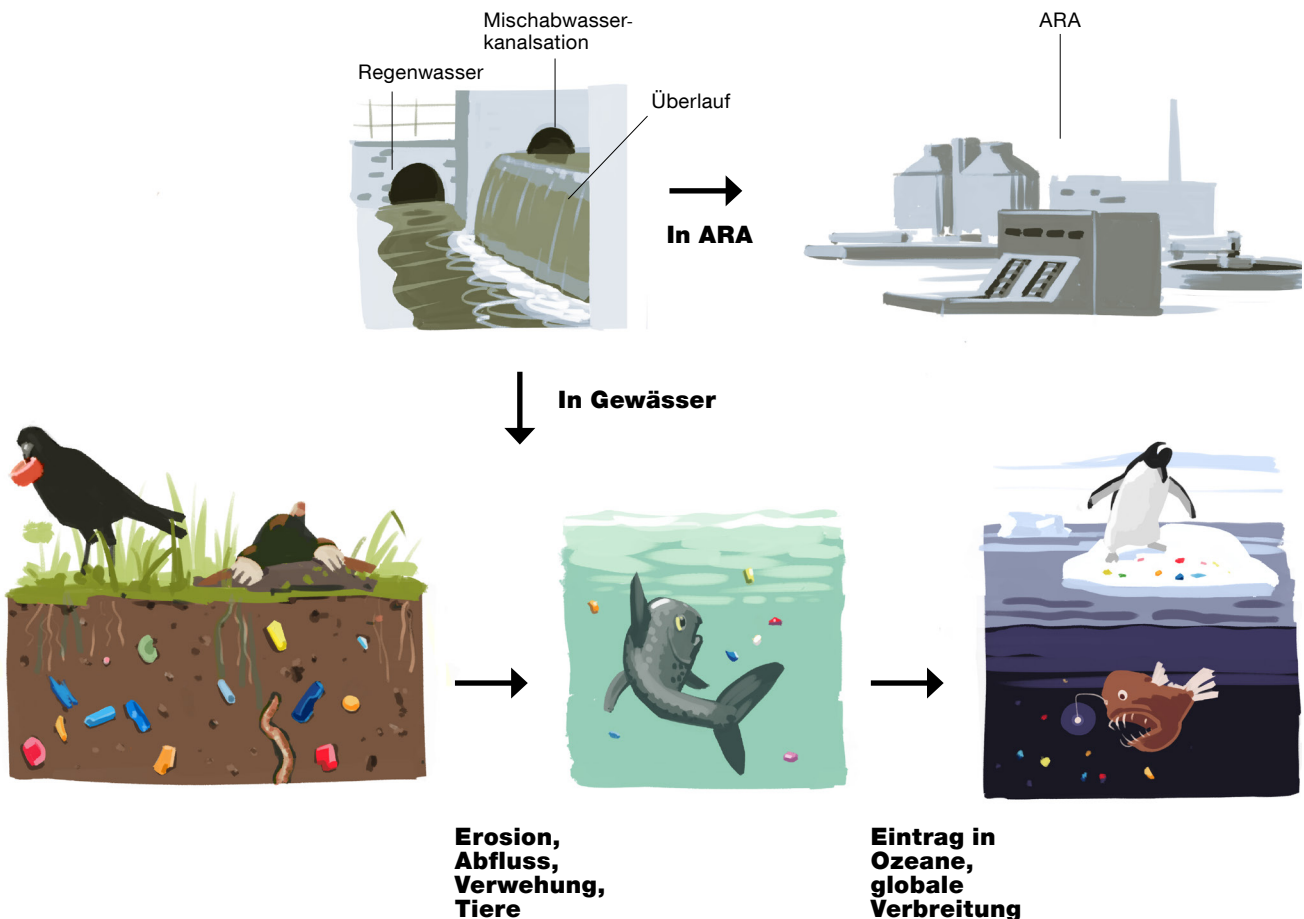
Beim Reifenabrieb wird ein Teil mit dem Wind in die umliegenden Böden verfrachtet. Der Rest wird bei Regen mit dem Strassenabwasser ausgespült und kann in Oberflächengewässer gelangen – einerseits über Strassenentwässerungen, die nicht an eine Strassenabwasserbehandlungsanlage (SABA) angeschlossen sind, und andererseits über Mischabwasserkanalisationen, die bei starken Regenereignissen mit Überläufen entlastet werden. In der Schweiz erfolgt der Direkteintrag von Mikroplastik in Oberflächengewässer vor allem durch Strassenabflüsse.

Gelangt das Plastik in einen See, wird es teilweise zurückgehalten und sedimentiert [11]. Geschätzte zwei Drittel des sich in aquatischen Systemen befindenden Mikroplastik endet aber schlussendlich in den Ozeanen [12].

Plastik im Abwasser und Trinkwasser

Mit dem häuslichen und gewerblichen Abwasser wird Plastik in die Abwasserreinigungsanlagen (ARA) transportiert. Makroplastik wird grösstenteils in der mechanischen Vorbehandlung aus dem Abwasser gefiltert und über das Rechengut entsorgt. Plastikpartikel aus Kosmetika und Textilfasern werden mehrheitlich während der biologischen Reinigung im Klärschlamm gebunden, welcher später verbrannt wird [23]. Das gilt auch für Strassen- und Fassadenabriebe, welche bei Mischwassersystemen über die Strassenentwässerung auf die ARA geleitet werden. Nur ein kleiner Teil der Plastikpartikel gelangt über das gereinigte Abwasser in die Gewässer [24–26]. Cabernard et al. [24] zeigten, dass die Reinigungsstufen von 28 Zürcher Kläranlagen im Mittel 93 % des Mikroplastik eliminieren; bei Kläranlagen mit Abwasserfiltration ist der Anteil nochmals deutlich höher (ca. 98 %).

Hochgerechnet auf alle Zürcher ARA mit mehr als 2 000 angeschlossenen Einwohnern werden täglich 31 Milliarden oder etwa 600 Gramm Mikroplastik-Teilchen in Zürcher Gewässer freigesetzt. Aufgrund der vom nationalen Parlament angenommenen Motion 20.4262 «Massnahmen zur Elimination von Mikroverunreinigungen für alle Abwasserreinigungsanlagen» ist es wahrscheinlich, dass im Kanton Zürich zukünftig die meisten ARA mit einer vierten Stufe zur Elimination von organischen Spurenstoffen ausgerüstet werden. Somit würde das meiste Abwasser zusätzlich über eine Filtration geleitet. Da sich Mikro- sowie Nanoplastik an die bei der Filtration zurückgehaltenen Schwebstoffe haften, kann die tägliche Plastikfracht aus ARA in die Zürcher Gewässer dadurch nochmals reduziert werden [25].



Bei der Trinkwasseraufbereitung aus See- und Quellwasser werden beim Durchlaufen der Sand- und Kohlefiltration bis zu 99 % der Mikro- und Nanoplastikpartikel entfernt [27–29]. Grundwasser, welches normalerweise ohne weitere Behandlungsschritte in die Haushalte verteilt wird, enthält praktisch keine nachweisbaren Mikro- und Nanoplastikpartikel [30, 31].

Bei der Vermeidung der direkten Verschleppung des Mikroplastik in die Gewässer scheinen die technischen Systeme der ARA und der Trinkwasseraufbereitung einen effizienten Filter darzustellen. Entsprechend wird auch Teil des Reifenabriebs, der über das Strassenabwasser von der Fahrbahn in eine Strassenabwasserbehandlungsanlage (SABA) oder in eine Kläranlage gelangt aus dem Abwasser entfernt. Die Filterfunktion der ARA für Mikroplastik wird jedoch aufgehoben, wenn dieses über Regen- und Mischwasserentlastungen direkt in die Gewässer eingetragen wird. Massnahmen wie Retentionsfilter, Siebe und Rechen bei Mischwasserüberläufen sowie die Reduktion der Entlastungsmengen durch eine dynamische Netzbewirtschaftung können den direkten Eintrag von Plastik aus der Siedlungs- und Strassenentwässerung verringern. Der Grossteil des Mikroplastiks in den Gewässern wird aber über Wind, Niederschlagswasser und Erosion von Böden indirekt eingetragen und kann somit nur durch eine Vermeidung an der Quelle reduziert werden (Reduktion des Eintrags in die Böden). Diese Massnahmen beinhalten z.B. den Einsatz von biologisch abbaubaren Mulchfolien, die Ausbringung von plastikfreiem Kompost und die Verwendung von biologisch abbaubaren Kunststoffen im Bereich der Land- und Forstwirtschaft oder den Umgang mit Plastik bei Bautätigkeiten. Viele Fragen in Bezug auf die Umsetzung bleiben noch offen.

Auswirkungen auf die Ökosysteme und den Menschen

Das Vorkommen von Plastikpartikeln in der Umwelt betrifft auch uns Menschen. Mikroplastik wurde auch in Lebensmitteln wie z.B. Salz oder Honig nachgewiesen, wobei diese Plastikteile auch von Verpackungen stammen oder bei der Verarbeitung in die Lebensmittel gelangt sein können [17]. Mikro- und Nanoplastik kann auch vom menschlichen Körper aufgenommen werden und wird z.T. mit gesundheitlichen Folgen in Verbindung gebracht [18–22].

Plastikpartikel, welche bereits eine Vielzahl von Zusatzstoffen beinhalten (u.a. UV-Stabilisatoren, Weichmacher, Pigmente oder Antioxidanzien), können zusätzlich Schwermetalle und organische Mikroverunreinigungen binden und durch die Aufnahme von Tieren und Pflanzen in die Nahrungskette gelangen [13–15]. Die Aufnahme, Anreicherung und Wirkung im Organismus hängt dabei von der Art (Polymertyp, Form, Grösse etc.), der Anzahl Partikel, der Expositionsdauer und der Konzentrationen der im Kunststoff vorhandenen Verunreinigungen und Zusatzstoffen ab [16]. Aufgrund der vielschichtigen und komplexen Wirkungswiese und der Unsicherheit über die tatsächlichen und relevanten Umweltkonzentrationen von Plastikpartikeln ist eine umfassende Bewertung der Gesundheitsrisiken von Mikro- und Nanoplastik für den Menschen auf Basis der derzeitigen Datenlage schwierig.

Bestehende Massnahmen zur Reduktion des Eintrags von Plastik in die Umwelt

Der Nachweis von Mikroplastik in der Umwelt muss nicht bedeuten, dass ein direktes Risiko für Umwelt und die menschliche Gesundheit besteht. Allerdings sollte aufgrund der schlechten Abbaubarkeit und basierend auf dem Vorsorgeprinzip Plastik nicht in die Umwelt oder in den Menschlichen Körper gelangen.

Auf Bundesebene gilt das Vorsorgeprinzip (Art. 1 Abs. 2 Umweltschutzgesetz), so dass die Kunststoffeinträge in die Umwelt aufgrund ihrer schlechten Abbaubarkeit so weit wie möglich zu reduzieren sind. Die Postulate Thorens Goumaz [32] und Munz [33] aus dem Jahre 2018 verlangen die Prüfung eines Aktionsplans zur Reduzierung von Plastikeinträgen in die Umwelt und eines zukünftig ökologischen, effizienten und wirtschaftlich rentablen Umgangs mit Kunststoffen. Diese Postulate lehnen sich eng an die Strategie der europäischen Kommission zu Plastik an (siehe unten). Der Bundesrat erachtet die Erarbeitung eines Aktionsplans im Bereich Kunststoffe aufgrund bereits laufender Arbeiten wie der parlamentarischen Initiative UREK-N (20.433) «Stärkung der Kreislaufwirtschaft in der Schweiz», nicht als notwendig. Das gut funktionierende Abfallbewirtschaftungssystem ist ein zentraler Pfeiler, welcher den Plastikeintrag in die Schweizer Umwelt bereits heute reduziert. Der Bund hat zusammen mit den Kantonen, privaten Organisationen und mittels Branchenlösungen Massnahmen zur Bekämpfung von Littering (z.B. Verbesserung der Entsorgungsinfrastruktur im öffentlichen Raum), der Reduktion des



Mikroplastik aus Lebensmitteln und Verpackungsabrieb wird über die Nahrung aufgenommen.

Gebrauchs von Einweg-Plastikprodukten («Raschelsäckli»), und der Erhöhung der Recyclingquote ergriffen. Mikroplastik ist auch ein prioritäres Forschungsthema im BAFU-Forschungskonzept 2021-2024. In Zusammenarbeit mit Forschungsinstituten sollen standardisierte Methoden zur Erkennung von Mikroplastik in verschiedenen Umweltkompartimenten (z. B. Böden, Sedimente, Klärschlamm, Gewässer, Luft) entwickelt werden. Auch der Einsatz biologisch abbaubarer Kunststoffe wird beispielsweise an der ZHAW untersucht. Die Empa hat im Auftrag des BAFU Quellen, Eintragswege und Senken der sieben häufigsten Kunststofftypen in der Schweiz identifiziert und quantifiziert [5]. Die Ostschweizerische Fachhochschule (OST) hat im Auftrag des BAFU und des AWEL die Relevanz von Kunstrasenplätzen in Bezug auf den Eintrag von Mikroplastik in die Umwelt untersucht [34]. Auf der Gemeinde- und Kantonebene etablierte Massnahmen zur Reduktion des Kunststoffeintrags in die Umwelt sind entsprechend die Abfallentsorgung und das Recycling sowie die Abwasser- und Strassenreinigung.

Die Kunststoffstrategie der EU [35, 36] identifizierte ähnlich wie die Schweiz zukünftigen Handlungsbedarf im Bereich der Abfall- und Kreislaufwirtschaft. Die Kunststoffstrategie zielt darauf ab, die Art und Weise zu verändern, wie Kunststoffprodukte entworfen, hergestellt, verwendet und recycelt werden (z.B. Einsatz von biologisch abbaubaren Kunststoffen, Massnahmen gegen Einwegkunststoffe). Im Rahmen des Europäischen Green Deal, des Aktionsplans für eine Kreislaufwirtschaft für ein sauberes und wettbewerbsfähigeres Europa und der Bodenstrategie für 2030, hat sich die europäische Kommission verpflichtet, die Verschmutzung durch Mikroplastik bis 2030 um 30 % zu reduzieren [37]. Dabei soll z.B. die Recyclingquote (auch bei Baustoffen) erhöht werden. Weitere Massnahmen sollen im Bereich Farben (Haus und Bootsanstriche), Reifenabrieb und Textilien (Kleidung, Geotextilien) ergriffen werden. Ebenfalls soll der Verlust von Plastikgranulat, welches als Material für die Herstellung von Plastik dient, verringert werden. Im Oktober 2020 veröffentlichte die Europäische Kommission eine neue Chemikalienstrategie, die unter anderem eine Registrierungspflicht für bestimmte bedenkliche Polymere vorsieht. Diese waren bisher nicht registrierungspflichtig, weshalb wenige Informationen über ihre gefährlichen Eigenschaften vorliegen. Zudem soll die absichtliche Verwendung von Mikroplastik in Produkten wie Kunstrasenplätzen, Kosmetika und Dünger beschränkt werden. Der Bundesrat verfolgt laufend die Entwicklungen in der EU und prüft allfällige Anpassungen im Inland.

Offene Fragen

Die Entwicklung von standardisierten Analysemethoden für Mikro- und Nanoplastik ist notwendig, um diese besser charakterisieren und quantifizieren zu können und einen Vergleich der Verunreinigungen in den verschiedenen Umweltkompartimenten zu ermöglichen. Der Nachweis von Nanoplastik in komplexen Umweltproben ist schwierig und ihr Vorkommen darin deshalb weitgehend unbekannt. Häufig werden markierte Partikel eingesetzt, um z.B. die Rückhaltefähigkeit technischer Systeme zu testen [38]. Faktoren wie räumliche und zeitliche Variabilität, Partikelarten und Probenahmemethoden beeinflussen die Datenrepräsentativität ebenfalls und benötigen eine Harmonisierung. Für die Überprüfung von rechtlichen Grenzwerten ist dies von grosser Relevanz. Studien über Eintragsmengen, Verteilung und Mobilität der Plastikpartikel

sind vorhanden, aber aufgrund der oben genannten methodischen Beschränkungen von unterschiedlicher Qualität und nicht immer untereinander vergleichbar. Häufig werden deshalb mittels Verbrauchsdaten von Plastik und Materialfluss-, Freisetzungs- und Umweltverhaltensmodellierung deren Auftreten und «Hot spots» in der Umwelt vorausgesagt. Aufgrund der Partikelvielfalt und deren unterschiedlichen Verhalten (z.B. Fragmentierung oder Mobilität) ist es allerdings schwierig, generalisierte Modelle aufzustellen. Zusätzlich müssen diese Modelle durch Feldstudien validiert werden.

Viele Fragen zu den umweltrelevanten Auswirkungen verschiedener Konzentrationen und Partikelgrössen (insbesondere Nanopartikel) auf höhere Ebenen der biologischen Organisation bleiben offen (Ökotoxizität). Im Prinzip braucht es für eine Umwelt- und Gesundheitsrisikobewertung, neben einem Wirkungsnachweis der Partikel im Organismus, das Festlegen von Schwellenwerten und die Konzentrationsbestimmung in der Umwelt. Ökotoxikologische Studien werden oft mit nicht realen Mengen und z.B. mit primärem Mikroplastik durchgeführt. Es ist fraglich, ob diese Resultate auf das in der Umwelt vorkommende Plastik direkt übertragen werden können [39]. Die in der Umwelt vorhandenen Partikel sind typischerweise sehr heterogen und können beispielsweise durch Fragmentierung Additive vermehrt freisetzen. Unklar ist auch, wie und in welchem Ausmass Expositionen gegenüber Mikro- und Nanoplastik (z.B. über die Nahrungskette oder das Einatmen von Kunststoffpartikeln) zu einer Bioakkumulation im Körper führen können. Alle diese Unsicherheitsfaktoren erschweren ein Risikomanagement.

Literatur

1. OECD (2022), Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/de747aef-en>.
2. Babaremu KO, Okoya SA, Hughes E, Tijani B, Teidi D, Akpan A, et al. Sustainable plastic waste management in a circular economy. *Heliyon* 2022; 8: e09984.
3. Empa & wst21. Reifenabrieb als grösste Quelle von Mikroplastik – Massnahmen zur Verminderung: Grundlagenbericht zur Beantwortung des Postulats Po 19.3559. 2022.
4. Sieber R, Kawecki D, Nowack B. Dynamic probabilistic material flow analysis of rubber release from tires into the environment. *Environ Pollut* 2020; 258: 113573–113573.
5. Kawecki D, Nowack B. Polymer-Specific Modeling of the Environmental Emissions of Seven Commodity Plastics As Macro- and Microplastics. *Environ Sci Technol* 2019; 53: 9664–9676.
6. Liu Z, Nowack B. Probabilistic material flow analysis and emissions modeling for five commodity plastics (PUR, ABS, PA, PC, and PMMA) as macroplastics and microplastics. *Resour Conserv Recycl* 2022; 179: 106071–106071.
7. 'Kunststoffe in der Umwelt' in Erfüllung der Postulate Thorens Goumaz (18.3196), Munz (18.3496), Flach (19.3818) und CVP-Fraktion (19.4355), 23.09.2022.
8. Rodrigues MO, Abrantes N, Gonçalves FJM, Nogueira H, Marques JC, Gonçalves AMM. Spatial and temporal distribution of microplastics in water and sediments of a freshwater system (Antuã River, Portugal). *Sci Total Environ* 2018; 633: 1549–1559.
9. Lwanga EH, Beriot N, Corradini F, Silva V, Yang X, Baartman

- J, et al. Review of microplastic sources, transport pathways and correlations with other soil stressors: a journey from agricultural sites into the environment. *Chem Biol Technol Agric* 2022; 9: 20.
10. Zhao S, Zhang Z, Chen L, Cui Q, Cui Y, Song D, et al. Review on migration, transformation and ecological impacts of microplastics in soil. *Appl Soil Ecol* 2022; 176.
 11. Mennekes D, Nowack B. Predicting microplastic masses in river networks with high spatial resolution at country level. *Nat Water* 2023; 1: 523–533.
 12. Boucher J, Friot D. Primary Microplastics in the Oceans. A Global Evaluation of Sources. 2017. IUCN, Gland, Switzerland.
 13. Azeem I, Adeel M, Ahmad MA, Shakoor N, Jiangcuo GD, Azeem K, et al. Uptake and Accumulation of Nano/Microplastics in Plants: A Critical Review. *Nanomaterials* 2021; 11.
 14. Karbalaeei S, Hanachi P, Rafiee G, Seifori P, Walker TR. Toxicity of polystyrene microplastics on juvenile *Oncorhynchus mykiss* (rainbow trout) after individual and combined exposure with chlorpyrifos. *J Hazard Mater* 2021; 403: 123980.
 15. Scherer C, Brennholt N, Reifferscheid G, Wagner M. Feeding type and development drive the ingestion of microplastics by freshwater invertebrates. *Sci Rep* 2017; 7: 17006.
 16. Castro-Castellon AT, Horton AA, Hughes JMR, Rampley C, Jeffers ES, Bussi G, et al. Ecotoxicity of microplastics to freshwater biota: Considering exposure and hazard across trophic levels. *Sci Total Environ* 2022; 816: 151638.
 17. EFSA CONTAM Panel (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain). Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. *EFSA J* 2016; 14: e04501.
 18. Leslie HA, van Velzen MJM, Brandsma SH, Vethaak AD, Garcia-Vallejo JJ, Lamoree MH. Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. *Environ Int* 2022; 163: 107199–107199.
 19. Barceló D, Picó Y, Alfahhan AH. Microplastics: Detection in human samples, cell line studies, and health impacts. *Environ Toxicol Pharmacol* 2023; 101: 104204.
 20. Marfella R, Prattichizzo F, Sardu C, Fulgenzi G, Graciotti L, Spadoni T, et al. Microplastics and Nanoplastics in Atheromas and Cardiovascular Events. *N Engl J Med* 2024; 390: 900–910.
 21. Schirinzi GF, Pérez-Pomeda I, Sanchís J, Rossini C, Farré M, Barceló D. Cytotoxic effects of commonly used nanomaterials and microplastics on cerebral and epithelial human cells. *Environ Res* 2017; 159: 579–587.
 22. Kannan K, Vimalkumar K. A Review of Human Exposure to Microplastics and Insights Into Microplastics as Obesogens. *Front Endocrinol* 2021; 12: 724989.
 23. Sun J, Dai X, Wang Q, van Loosdrecht MCM, Ni BJ. Microplastics in wastewater treatment plants: Detection, occurrence and removal. *Water Res* 2019; 152: 21–37.
 24. Cabernard L. Cabernard et al. 2016_A&G_Mikroplastik in ZH Abwasser und Gewässern. *Aqua Gas* 2016; 7.
 25. Frehland S, Kaegi R, Hufenus R, Mitrano DM. Long-term assessment of nanoplastic particle and microplastic fiber flux through a pilot wastewater treatment plant using metal-doped plastics. *Water Res* 2020; 182.
 26. Yaseen A, Assad I, Sofi MS, Hashmi MZ, Bhat SU. A global review of microplastics in wastewater treatment plants: Understanding their occurrence, fate and impact. *Environ Res* 2022; 212.
 27. Negrete Velasco A, Ramseier Gentile S, Zimmermann S, Stoll S. Contamination and Removal Efficiency of Microplastics and Synthetic Fibres in a Conventional Drinking Water Treatment Plant. *Front Water* 2022; 4.
 28. Pulido-Reyes G, Magherini L, Bianco C, Sethi R, von Gunten U, Kaegi R, et al. Nanoplastics removal during drinking water treatment: Laboratory- and pilot-scale experiments and modeling. *J Hazard Mater* 2022; 436: 129011–129011.
 29. la Cecilia D, Philipp M, Kaegi R, Schirmer M, Moeck C. Microplastics attenuation from surface water to drinking water: Impact of treatment and managed aquifer recharge – and identification uncertainties. *Sci Total Environ* 2024; 908: 168378.
 30. Negrete Velasco ADJ, Ellero A, Ramseier Gentile S, Zimmermann S, Ramaciotti P, Stoll S. Impact of a nanofiltration system on microplastic contamination in Geneva groundwater (Switzerland). *Environ Sci Pollut Res Int* 2024.
 31. Xu Y, Ou Q, Jiao M, Liu G, Van Der Hoek JP. Identification and Quantification of Nanoplastics in Surface Water and Groundwater by Pyrolysis Gas Chromatography-Mass Spectrometry. *Environ Sci Technol* 2022; 56: 4988–4997.
 32. Postulat 18.3496 (2018). Aktionsplan zur Reduzierung von Plastikeinträgen in die Umwelt.
 33. Postulat 18.3196 (2018). Wie kann künftig ein ökologischer, effizienter und wirtschaftlich rentabler Umgang mit Kunststoffen garantiert werden?
 34. Patrick M, Englert A, Burkhardt M. Kunststoffrasenflächen in der Schweiz und Relevanz von Mikroplastik. Im Auftrag von ABFU Bundesamt für Umwelt, Bern, und AWEL Amt für Abwasser, Wasser, Energie und Luft, Kanton Zürich. 2024.
 35. European Commission (2018). A European Strategy for Plastics in a Circular Economy.
 36. European Environment Agency, The role of plastics in Europe's circular economy, Publications Office of the European Union, 2024, <https://data.europa.eu/doi/10.2800/30>.
 37. European Commission: Directorate-General for Environment, EU action against microplastics, Publications Office of the European Union, 2023, <https://data.europa.eu/doi/10.2779/917472>.
 38. Mitrano DM, Beltzung A, Frehland S, Schmiedgruber M, Cingolani A, Schmidt FNat *Nanotechnol* 2019; 14: 362–368.
 39. Rillig MC, Kim SW, Kim T-Y, Waldman WR. The Global Plastic Toxicity Debt. *Environ Sci Technol* 2021; 55: 2717–2719.