

Mikroplastik –

Bedrohung der Umwelt und unserer Lebensmittel?

Weißer, J. ¹; Mödinger, M. ²; Glas, K. ¹;

¹ Lehrstuhl für Lebensmittelchemie und molekulare Sensorik, Arbeitsgruppe Wassertechnologie, TU München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Freising; ² Unternehmensberater für Getränkemarketing und Vertrieb, Siegsdorf

Ausgangslage im Überblick

Immer mehr Forschungsprojekte beschäftigen sich mit dem Thema Mikroplastik; die angewandten Methoden erlauben jedoch nur zu einem geringen Teil wirklich valide Aussagen. Mittels sicherer spektroskopischer Methoden konnte Mikroplastik in den Ozeanen und in Süßwassersystemen bereits vielfach nachgewiesen werden. Das Vorkommen in Lebensmitteln und Getränken wurde bisher nur in wenigen Stichproben nachgewiesen. Unklar sind mögliche Eintragspfade im Produktionsprozess und eventuelle gesundheitliche Auswirkungen.

MiPAq, MiWa und SubMueTrack

Mikroplastik ist in aller Munde – im übertragenen Sinne, natürlich. Ob auch im wörtlichen Sinne, ist derzeit Gegenstand vieler For-

schungsprojekte. Auch die TUM beteiligt sich im Rahmen des Projekts „MiPAq“ (Mikropartikel in der aquatischen Umwelt und in Lebensmitteln, gefördert durch die Bayerische Forschungstiftung) an der Suche nach den Eintragspfaden für Mikro(plastik)-Partikel in Getränke und Nahrungsmittel, wie auch an der Erforschung der Folgen von Mikropartikeln für die Umwelt. Zudem gibt es zwei weitere Projekte zum Thema an der TU München: „MiWa“ (Mikroplastik in Wasserkreisläufen) und „SubMueTrack“ (Innovative Analysemethoden für Submikroplastik).

Zeitungsartikel mit Titeln wie „Winzige Plastikteilchen sind flächendeckend in Gewässern“ (Süddeutsche Zeitung, 15. März 2018) sensibilisieren zunehmend die breite Öffentlichkeit für dieses Thema. Dabei werden oft die ver-

schiedenen Umweltprobleme zu Unrecht miteinander vermischt. So tragen die deutschen Plastikflaschen, die zu fast 100 Prozent recycelt werden, nicht zur Plastikverschmutzung der Meere bei. Sie könnten aber durch Abrieb Mikroplastik abgeben. Dafür gibt es jedoch neben der Verpackung auch noch eine Fülle anderer möglicher Ursachen im Herstellungsprozess von Lebensmitteln.

Stressfaktor für die Tierwelt

Hinsichtlich des Ursprungs wird primäres und sekundäres Mikroplastik unterschieden [1]. Bei ersterem handelt es sich um Pellets aus der Kunststoffverarbeitung, Kügelchen aus Kosmetika oder auch Fasern aus Kunststoffbekleidung. Sekundäres Mikroplastik dagegen entsteht durch den Zerfall größerer Plastikteile unter dem Einfluss von Sonnen-

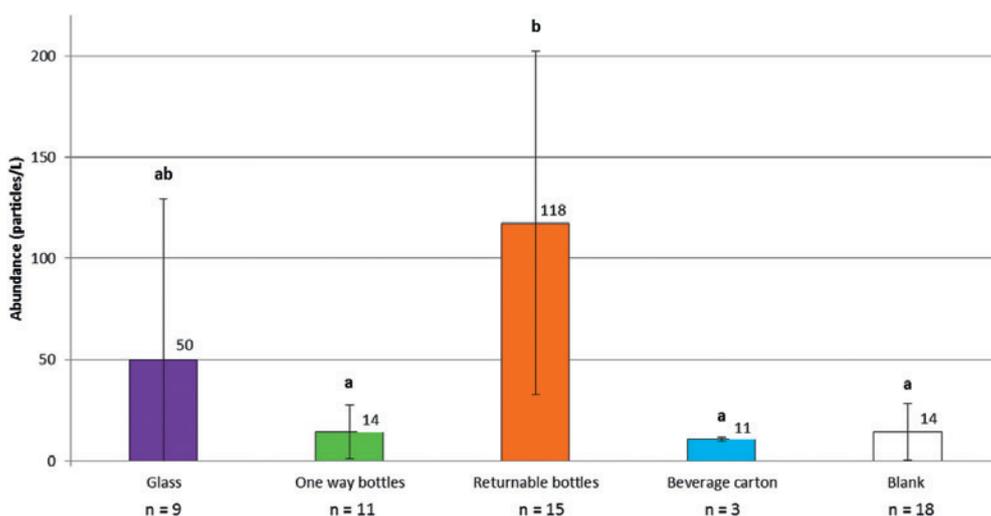
licht, Oxidationsvorgängen und mechanischen Kräften, wie z. B. Reifenabrieb [2]. Sie machen den Großteil des in der Umwelt befindlichen Mikroplastiks aus, wie auch aus einer kürzlich veröffentlichten großflächigen Untersuchung süddeutscher Gewässer hervorging [3].

In Laborversuchen zeigte sich, dass die Aufnahme von Mikroplastik durch Zooplankton, Fische oder Muscheln zu Verhaltensänderungen, Entzündungen und endokriner Disruption führen kann [4-6]. Damit ist Mikroplastik mittlerweile neben Rückständen von Pflanzenschutzmitteln, Arzneimitteln und weiteren Umweltgiften als einer von vielen anthropogen induzierten Stressfaktoren für die Tierwelt anerkannt.

Die Meldung, Mikroplastik sei in Bier und Honig gefunden worden [7-8], wurde medial vielfach aufgegriffen und mit bisweilen dramatischen Schlagzeilen wie „Mikroplastik in Bier – potentiell tödliche Fasern“ (TAZ, 5. Juni 2014) versehen. Jedoch sind die in der oben genannten Studie angewendeten Untersuchungsmethoden nicht wissenschaftlich anerkannt. In Kritik stehen nicht nur die Färbung mit Bengalrosa und darauf basierend die visuelle Sortierung von mutmaßlichen Plastikpartikeln, sondern auch das Fehlen von Blindproben und von Maßnahmen zur Kontaminationsvermeidung.

Valide Nachweise chemischer Identität

Untersuchungen an der TU München konnten die Ergebnisse durch Anwendung der Raman-



▲ Abb. 1 Mittlere Anzahl an Mikroplastik-Partikeln abhängig von der Verpackung. Gleiche Buchstaben (a und b) zeigen statistische Ähnlichkeit ($p < 0,05$) an, verschiedene Buchstaben zeigen statistische Unterschiede an, Fehlerbalken entsprechen der Standardabweichung [14].

Mikrospektroskopie klar widerlegen. Diese Methode ist neben der Fourier-Transform-Infrarot-Mikrospektroskopie (FTIR) und der Pyrolyse-GC/MS ein valider Nachweis der chemischen Identität von Mikroplastikpartikeln [9-10]. Doch einmal hergestellt, bleibt die Verbindung zwischen Bier und der neuen Umweltgefahr in den Medien präsent – schließlich werden viele Biere mittels des Kunststoffes PVPP (Polyvinylpyrrolidon) stabilisiert, was als eine potentielle Quelle für Mikroplastik gesehen werden kann [11]. Auch Wasser, ob aus der Leitung oder abgefüllt in Flaschen oder Getränkekartons, wird aktuell weltweit auf den Gehalt an Mikroplastik untersucht.

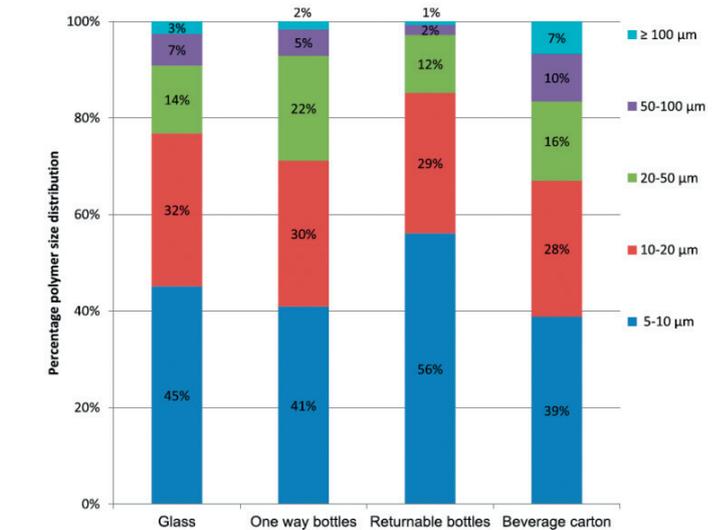
Im Falle des Leitungswassers wurde die bereits erwähnte, unsichere Färbemethode angewandt, um anschließend unter dem Mikroskop die nicht angefärbten, daher als Plastik gewerteten Partikel zu zählen. Auf diese Weise ergaben sich Konzentrationen von durchschnittlich 4,34 Mikroplastikpartikeln pro Liter [12]. Die tatsächliche Identität der Partikel wurde jedoch nie durch spektroskopische Methoden überprüft. Zudem wurden zur Probenahme High-Density Polyethylen-Gefäße mit Schraubverschluss verwendet. Bekanntermaßen entsteht durch Kunststoff-Schraubkappen Abrieb, der sich in der Probe wiederfindet, weshalb solcherlei Partikel und Fasern von den Ergebnissen auszuschließen sind. Mit entsprechend sorgfältiger Vorgehensweise wurden in Trinkwasser des Versorgungsgebietes Oldenburg-Ostfriesland lediglich 0,4 bis sieben Mikroplastikpartikel pro m³ gefunden [13].

38 Mineralwässer wissenschaftlich ausgezählt

Wissenschaftler in Münster haben nun in einer aufwendigen Studie 38 Mineralwässer in unterschiedlichen Verpackungen untersucht, um festzustellen, inwiefern diese Einfluss auf die Anzahl an Mikroplastikpartikeln nehmen [14]. Analysiert wurde stilles und mit Kohlensäure versetztes Wasser in Einweg- und Mehrweg-PET, Glasflaschen und Getränkekartons.

Zur Minimierung von Kreuzkontaminationen wurden sämtliche Gerätschaften (allesamt aus Glas) mit Reinstwasser so lange im Ultraschallbad gespült, bis im Spülwasser keine Partikel mehr zu finden waren. Alle Arbeitsschritte wurden unter der Mitführung von Blindproben in einer Reinraumwerkbank durchgeführt und jede Probe in Dreifachbestimmung untersucht. Der Nachweis der chemischen Identität der Partikel erfolgte durch Raman-Mikrospektroskopie, die Partikel ab einer Größe von 5 µm erfasste.

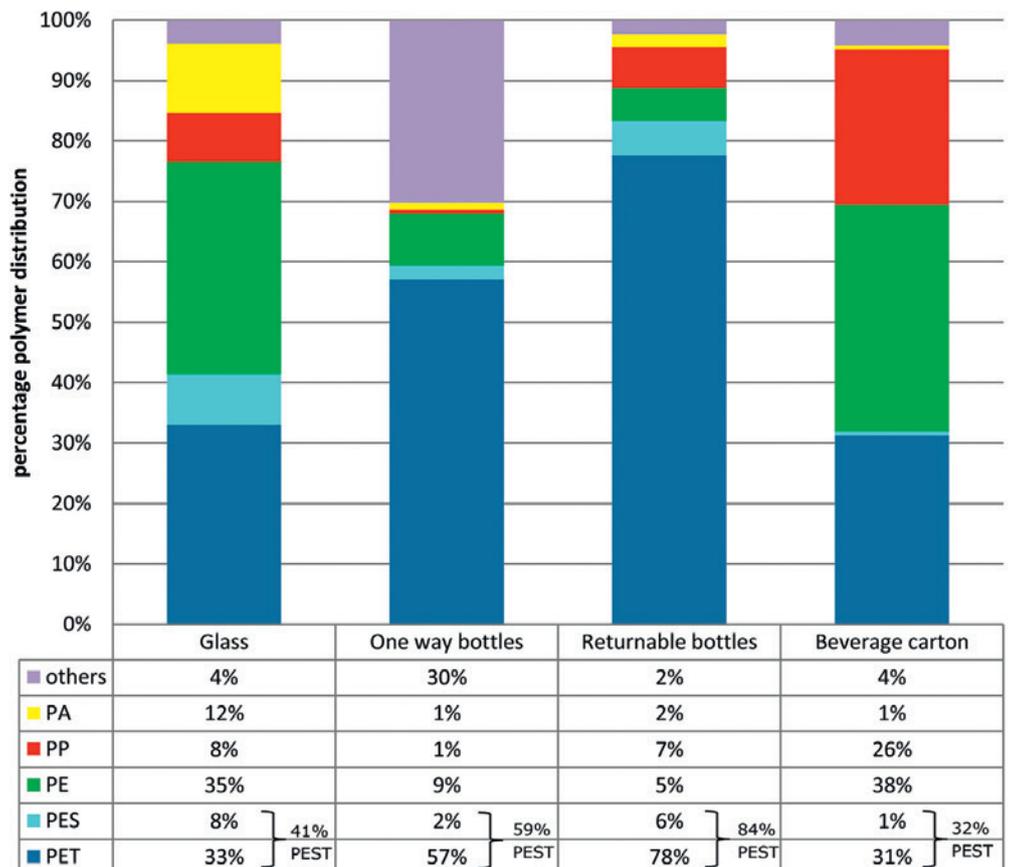
Bei Betrachtung der Anzahl der Mikroplastikpartikel (Abb. 1) konnte festgestellt werden, dass die Proben aus Mehrweg-PET-Flaschen mit 118 ± 88 Partikel pro Liter gegenüber der Blindprobe (14 ± 13 Partikel pro Liter) am stärksten belastet waren, während es bei Einweg-PET lediglich 14 ± 14 Partikel pro Liter waren, diese sich also statistisch nicht von den Blindwerten unterschieden. Die geringste Zahl an Mikroplastikpartikel fand



▲ Abb. 2 Größenverteilung der gefundenen Mikroplastikpartikel abhängig von der Verpackung [14]

sich mit 11 ± 8 pro Liter in den Getränkekartons, dafür gab es hier vergleichsweise viele Partikeln größer als 50 µm, was am gehäufteten Auftreten langer Cellulose-Fasern lag. Die Wässer aus Glasflaschen waren mit 50 ± 52

Partikeln pro Liter statistisch nicht verschieden gegenüber den anderen Verpackungen und den Blindwerten; hier muss in weiteren Studien jedoch der recht hohen Standardabweichung auf den Grund gegangen werden.



▲ Abb. 3 Anteil der verschiedenen Polymere innerhalb der gefundenen Plastikpartikel, abhängig von der Verpackung [14]

Unabhängig vom Packmittel waren jeweils die meisten der gefundenen Plastikpartikel zwischen 5 und 20 µm klein und nur maximal sieben Prozent waren größer als 100 µm (Abb. 2). Zwischen 31 und 78 Prozent der Plastikpartikel waren aus PET (Polyethylenterephthalat), Proben aus Glasflaschen und Getränkekartons enthielten zudem 35 bzw. 38 Prozent PE (Polyethylen). Bei Letzteren war zudem ein vergleichsweise hoher Anteil an PP (Polypropylen) zu finden (26%), wie man Abbildung 3 entnehmen kann.

Erwähnenswert ist auch die Tatsache, dass der Anteil an Mikroplastikpartikel mit dem Kohlenstoffgehalt in Zusammenhang steht: Stilles Wasser enthielt im Schnitt deutlich weniger Partikel als prickelndes Wasser. Dies führen die Autoren der Studie auf erhöhte Druckbelastung des Materials durch die Karbonisierung zurück, was jedoch noch zu beweisen wäre.

Man sollte die oben genannten Zahlen jedoch immer vor dem Hintergrund betrachten, dass zwar in jeder Probe Mikroplastikpartikel gefunden wurden, jedoch machten diese nach Abzug von Partikeln, die chemisch den im Labor verwendeten Nitrilhandschuhen sehr ähnlich waren, nur maximal 10,7 Prozent der Gesamtanzahl aus. Die restlichen knapp 90 Prozent der Partikel bestanden aus Pigmenten (z. B. Titanoxide, Kobalt-

blau), Vaseline, Kalziumcarbonat, organischer Materie und jenen Handschuh-Artefakten.

MiPAq nimmt Prozessweg unter die Lupe

Insgesamt scheinen die gefundenen Partikel durch die Verpackung der Wässer eingetragen zu werden, dafür spricht der hohe Anteil an PET, vor allem im Falle der Mehrweg-PET-Flaschen. Dies müsste jedoch durch Probenahme direkt vor der Abfüllung verifiziert werden. Genau dies geschieht derzeit im Rahmen des Projekts MiPAq an der TUM: Hier wird der Prozessweg insgesamt betrachtet, um nicht nur Partikel zu zählen, sondern sie auch zu identifizieren, ihre Quelle zu ermitteln, ihre Gefährdung für Lebewesen zu erforschen und Wege der Minimierung aufzuzeigen.

Gesundheitsgefahr für den Menschen?

Vollkommen unklar ist zum jetzigen Zeitpunkt auch, ob durch Mikroplastik in Getränken oder anderen Nahrungsmitteln tatsächlich gesundheitliche Gefahren für den Menschen bestehen, wie oftmals suggeriert wird. Denn die Funktion von Mikroplastik als „Schadstoff-Transporter“ ist sicherlich in Gewässern, die eine gewisse Fracht an gelösten Schadstoffen mit sich tragen, relevant. In Mineralwasser finden wir diese Schadstoffe jedoch kaum, so dass sie auch nicht an

vorhandene Partikel adsorbieren können. Anders verhält es sich mit Kunststoff-Additiven (Weichmacher, Pigmente etc.), welche sich aus den Partikeln lösen können. Laufende und künftige Versuche in vivo und in vitro werden hier Klarheit schaffen. Bedenkt man jedoch, dass man allein durch die Luft ständig (Feinstaub-) Partikel einatmet (auch hier ist Mikroplastik in Form von Kleidungsfasern vorhanden! [15]), so ist fraglich, wie groß die zusätzliche Wirkung durch die Aufnahme mit Nahrungsmitteln tatsächlich ist.

Unabhängig davon nimmt die Verunsicherung der Konsumenten weltweit zu. Es werden nahezu im Wochentakt Studien zu Mikroplastik veröffentlicht, die den Konsumenten eine Gefahr suggerieren, ohne dass bis heute ausreichende wissenschaftliche Beweise dafür existieren.

Am TUM-Projekt MiPAq beteiligen sich auch Industriepartner aus der Biolebensmittel- und Biogetränkebranche. Ihnen ist es wichtig, so früh wie möglich über tatsächliche Problemstellungen von Mikroplastik Bescheid zu wissen und, soweit erforderlich, Gegenmaßnahmen zur Qualitätssicherung einleiten zu können. Weiterhin sind Unternehmen aus dem Bereich der Verpackungskunststoffherstellung, der Abwasserbehandlung und der Analytik beteiligt. ▲

ning signs of endocrine disruption in adult fish from the ingestion of polyethylene with and without sorbed chemical pollutants from the marine environment“, *Sci Total Environ*, 493, 2014, S. 656–61.

- 5 von Moos, N.; Burkhardt-Holm, P.; Köhler, A.: „Uptake and Effects of Microplastics on Cells and Tissue of the Blue Mussel *Mytilus edulis* L. after an Experimental Exposure“; *Environmental Science & Technology*, 46 (20), 2012, S. 11327–11335.
- 6 Imhof, H. K.; Rusek, J.; Thiel, M.; Wolinska, J.; Laforsch, C.: „Do microplastic particles affect *Daphnia magna* at the morphological, life history and molecular level?“; *PLoS ONE*, 12 (11), 2017.
- 7 Liebezeit, G.; Liebezeit, E.: „Synthetic particles as contaminants in German beers“; *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*, 31 (9), 2014, S. 1574–8.
- 8 Liebezeit, G.; Liebezeit, E.: „Origin of Synthetic Particles in Honeys“; *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 65 (2), 2015.
- 9 Wiesheu, A. C.; Anger, P. M.; Baumann, T.; Niessner, R.; Ivleva, N. P.: „Raman microspectroscopic analysis of fibers in beverages“; *Anal. Methods*, 8 (28), 2016, S. 5722–5725.
- 10 Lachenmeier, D. W.; Kocareva, J.; Noack, D.; Kuballa, T.: „Microplastic identification in German beer – an artefact of laboratory contamination?“; *Deutsche Lebensmittel-Rundschau: Zeitschrift für Lebensmittelkunde und Lebensmittelrecht*, Nr. 111, 2015, S. 437–440.
- 11 NDRBier: Verwässertes Reinheitsgebot; <https://www.ndr.de/ratgeber/verbraucher/Bier-Verwaessertes-Reinheitsgebot,bier622.html> (Stand 25.3.2018).
- 12 Kosuth, M.; Wattenberg, E. V.; Mason, S. A.; Tyree, C.; Morrison, D.: Synthetic Polymer Contamination in Global Drinking Water; https://orbmedia.org/stories/Invisibles_final_report (Stand 1.4.2018).
- 13 Mintenig, S.; Löder, M.; Gerdt, G.: Mikroplastik in Trinkwasser – Untersuchungen im Trinkwasserversorgungsgebiet des Oldenburgisch-Ostfriesischen Wasserverbandes (OOWV) in Niedersachsen; Probenanalyse mittels MikroFTIR-Spektroskopie; Alfred-Wegener Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI); Helgoland, 12. November 2014, 2014; S. 25.
- 14 Schymanski, D.; Goldbeck, C.; Humpf, H.-U.; Fürst, P.: „Analysis of microplastics in water by micro-Raman spectroscopy: Release of plastic particles from different packaging into mineral water“; *Water Res*, 129, 2018, S. 154–162.
- 15 Dris, R.; Gesperi, J.; Mirande, C.; Mandin, C.; Guerrouache, M.; Langlois, V.; Tassin, B.: „A first overview of textile fibers, including microplastics, in indoor and outdoor environments“; *Environ Pollut*, 221, 2017, S. 453–458.

LITERATUR

- 1 Wright, S. L.; Thompson, R. C.; Galloway, T. S.: „The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review“; *Environ Pollut* 2013, 178, S. 483–92.
- 2 Andrady, A. L.: „Microplastics in the marine environment“; *Mar Pollut Bull*, 62 (8), 2011, S. 1596–605.
- 3 Hess, M.; Diehl, P.; Mayer, J.; Rahm, H.; Reifenhäuser, W.; Stark, J.; Schwaiger, J.: Mikroplastik in Binnengewässern Süd- und Westdeutschlands. Teil 1: Kunststoffpartikel in der oberflächennahen Wasserphase; Bundesländerübergreifende Untersuchungen in Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz: Karlsruhe, Augsburg, Wiesbaden, Recklinghausen, Mainz, 2018; S. 86.
- 4 Rochman, C. M.; Kurobe, T.; Flores, I.; Teh, S. J.: „Early war-

UMGEZOGEN? FERTIG MIT DEM STUDIUM? NEUER JOB?

Bitte helfen Sie uns, dass der Versand Ihrer Verbandsmitteilungen und Ihrer Fach- und Verbandszeitschrift „Der Weihenstephaner“ regelmäßig und reibungslos erfolgen kann.

Melden Sie Ihre neue Anschrift, den neuen Arbeitgeber, geänderte Kontaktdaten oder den Studienabschluss bitte umgehend an die Geschäftsstelle des Verbandes:

KONTAKT

Petra Hein
Beurer Straße 8, 82299 Türkenfeld
Telefon 08193 3999836
E-Mail vew-brauer@t-online.de