

# Mikroplastik in Seen und Flüssen - Eine bisher unterschätzte Belastung für die Umwelt?

S. Roch

**P**lastik ist ein wichtiger Werkstoff, der sich überall in unserem täglichen Leben wiederfindet. Jedoch kann Plastik auch zum Problem werden: Gelangt es in die Umwelt, so zerfällt es dort zu immer kleineren Fragmenten. Die dadurch entstehenden Partikel (sog. Mikroplastik) können dort zu einer Belastung werden. Aktuelle Studien zeigen, dass Flüsse und Seen ähnlich stark wie die Weltmeere von dieser Problematik betroffen sind. Bis heute gibt es keine einheitlichen Methoden zum Nachweis von Mikroplastik. Fest steht jedoch, dass die kleinen Plastikpartikel potentiell zu einer Gefahr für eine Vielzahl von Wasserorganismen werden können. Die Fischereiforschungsstelle Baden-Württemberg hat aus diesem Grund ein Projekt gestartet, das die Belastung von Fischen baden-württembergischer Gewässer mit Mikroplastik untersucht und die Folgen einer Plastikaufnahme auf die Fischgesundheit genauer erforscht.

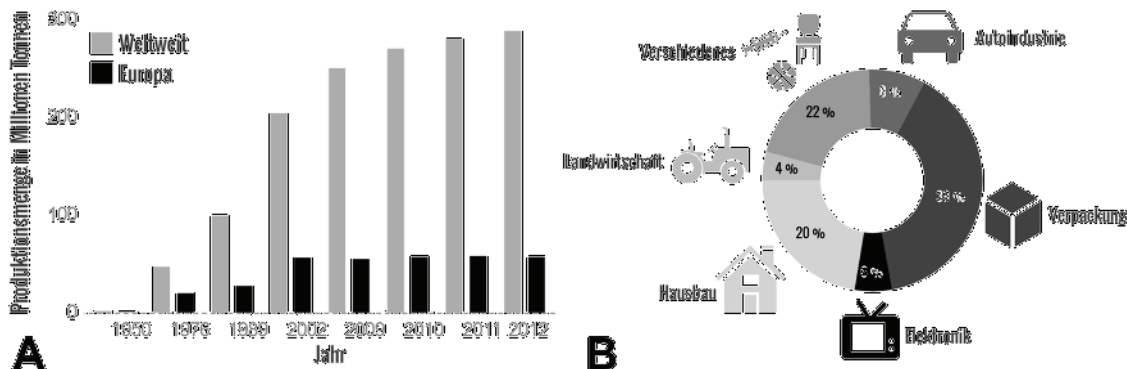
## Was ist Mikroplastik

Plastik ist aus unserem heutigen Alltag nicht mehr wegzudenken. Es bietet im Vergleich zu anderen Materialien viele Vorteile: Es ist stabil, kann in den unterschiedlichsten Formen hergestellt und günstig produziert werden. Durch die Zugabe von Zusatzstoffen (Additiven) können dem Material spezielle Eigenschaften, wie z.B. Hitzebeständigkeit oder Verformbarkeit, verliehen werden. Die Plastikproduktion weltweit stieg von 1,7 Millionen Tonnen im Jahr 1950 auf heute rund 300 Millionen Tonnen pro Jahr an (Abb. 1A). In Europa liegt die Produktion in den letzten Jahren bei immerhin

60 Millionen Tonnen pro Jahr. Die größte Menge davon wird für Verpackungen jeglicher Art genutzt (Abb. 1B). Aber auch im Hausbau, in der Autoindustrie, der Landwirtschaft und der Elektronikindustrie ist Plastik zu einem unverzichtbaren Werkstoff geworden. Obwohl es über 200 verschiedene Arten von Plastik gibt, werden nur sehr wenige Arten im alltäglichen Verbrauch genutzt (Tab. 1). Alleine Polypropylen (PP) und Polyethylen (PE) machen fast 50 % des verwendeten Plastiks aus. Unterschieden werden sie neben ihrer Zusammensetzung durch ihre Dichte, die je nach Plastikart zwischen 0,9 und 1,6 g/cm<sup>3</sup> liegt.

Leider hat Plastik auch einen we-

sentlichen Nachteil: Es besitzt eine sehr langsame Abbaurrate. Gelangt es in die Umwelt, so kann es meist noch mehrere 100 Jahre lang nachgewiesen werden. Hinzu kommt, dass es durch verschiedenste Prozesse, wie z.B. mechanische Reibung, UV-Licht oder biologische Zersetzung zu immer kleineren Fragmenten zerfällt. Erreichen die Partikel eine Größe von kleiner 5 mm, so spricht man von Mikroplastik. In der Natur besitzen die Plastikfragmente meistens eine Größe von wenigen Zehntelmillimetern (50 - 500 µm). Vor allem in den Meeren ist die Belastung durch Plastik seit längerem bekannt und wird immer intensiver untersucht (Ivar do Sul &



**Abbildung 1:** Plastikproduktion und Nutzung. A: Welt- und europaweite Produktion von Plastik zwischen 1950 und 2012. B: Hauptnutzungsarten von Plastik. Daten: Plastics Europe (2013).

Costa 2014). Bereits 1972 wurde in dem renommierten Wissenschaftsjournal „Science“ erstmals auf die Problematik hingewiesen (Carpenter & Smith 1972). Trotz der seitdem steigenden Anzahl an Nachweisen auf der ganzen Welt blieb das Thema Mikroplastik lange Zeit ein von der Öffentlichkeit ein unbeachtetes Thema. In den letzten Jahren kamen immer mehr Studien jedoch zu dem Schluss, dass nicht nur die Meere, sondern auch Seen und Flüsse von der Thematik betroffen sind und dass verschiedenste Tierarten die Partikel aufnehmen und dadurch geschädigt werden können.

### Mikroplastik in verschiedenen Gewässertypen

Mikroplastik in aquatischen Systemen kann von sehr unterschiedlichen Quellen stammen (Abb. 2), viele davon sind bisher nur wenig untersucht. Mikropartikel aus der

**Tabelle 1:** Auflistung der meistgenutzten Plastikarten, mit Angaben zu ihrer Dichte und Funktion.

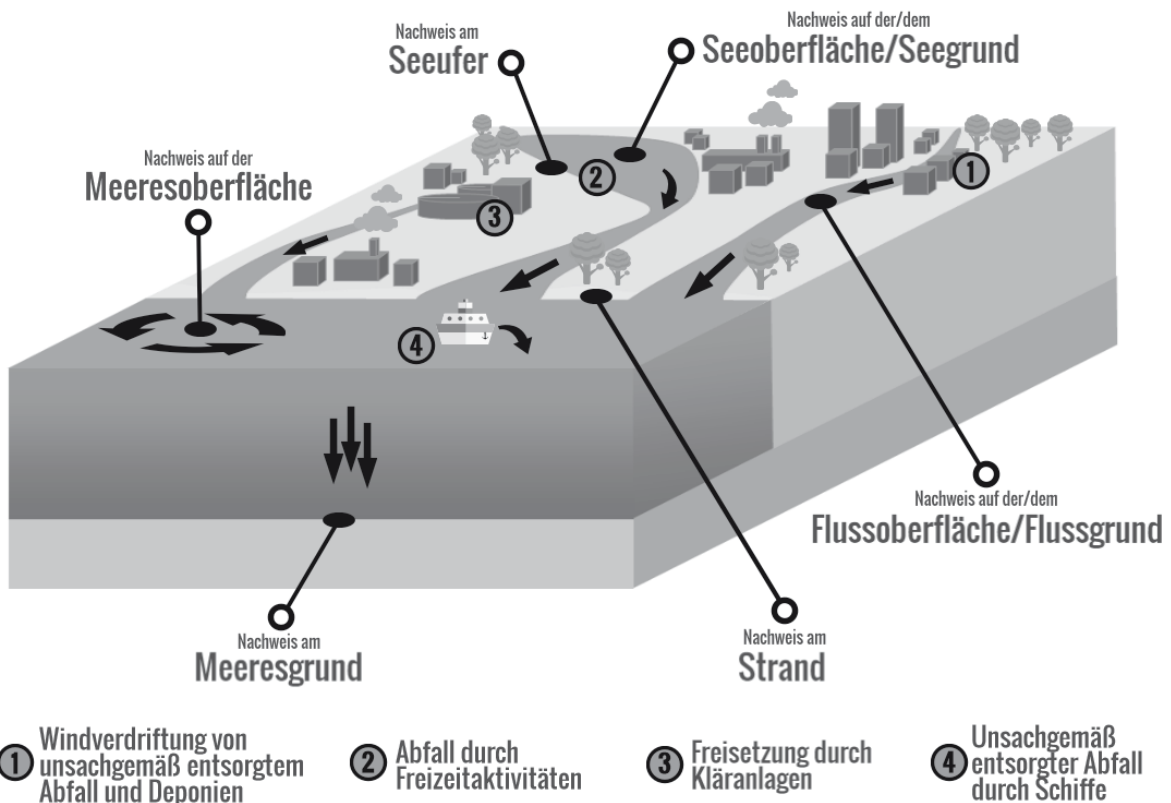
Plastikart	Nutzung [%] <sup>a</sup>	Vollständiger Name	Dichte [g/cm <sup>3</sup> ] <sup>b</sup>	Beispiele für die Nutzung
PP	19	Polypropylen	0,90 - 0,91	Verschlüsse, Behälter
LDPE	18	Low Density Polyethylen	0,92 - 0,94	Frischhaltefolie, Gefrierbeutel
HDPE	12	High Density Polyethylen	0,94 - 0,97	Tetrapacks, Spielzeug
PVC	11	Polyvinylchlorid	1,16 - 1,58	Rohre, Fußbodenbeläge
PET	6	Polyethylenterephthalat	1,37 - 1,45	Getränkeflaschen, Behälter
PS	6	Polystyrol	1,04 - 1,10	Verpackungen, Dämmungen
PUR	6	Polyurethane	1,2	Möbel, Dämmungen
Andere	20	-	-	Verschiedenes

<sup>a</sup>Plastic Europe - The Facts 2013

<sup>b</sup>Hidalgo-Ruz et al. (2012)

Rohplastikverarbeitung, aus Hautreinigungsmitteln und Fasern von Kleidungsstücken gelangen hauptsächlich direkt über Kläranlagen in Gewässer. Man spricht dabei von primären Quellen, da die Plastikpartikel, Fasern und Kügelchen bereits eine Größe von wenigen Millimetern besitzen. Das Problem liegt vor allem in der oft nicht vorhandenen

Schlussfiltration in Kläranlagen (AWI 2014). Diese sind dann nicht in der Lage, das Mikroplastik effektiv aus dem Abwasser zu filtern und werden deswegen als potentielle Punktquellen diskutiert. Aber auch indirekt kann Plastik über die Windverdriftung von Mülldeponien und durch absichtlich weggeworfenen Abfall in der Natur landen. Es han-



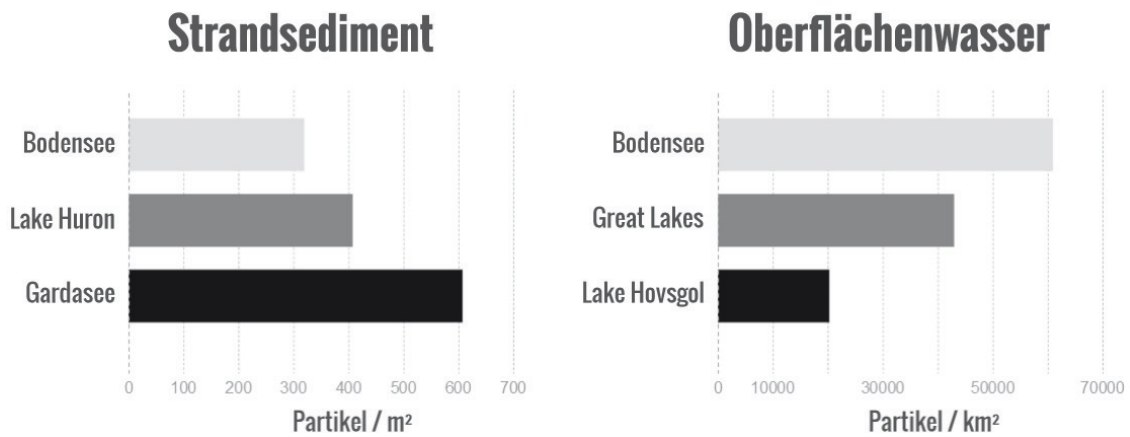
**Abbildung 2:** Quellen, Nachweise und Verbreitung von Mikroplastik in Seen, Flüssen und im Meer.

delt sich damit um eine sekundäre Quelle, da der Abfall erst noch in kleinere Fragmente zerfallen muss, um als Mikroplastik zu gelten. Durch Bäche und Flüsse werden anschließend die Partikel und Fasern weiter transportiert (Abb. 2). Mikroplastik kann in Seen und Flüssen sowohl im Oberflächenwasser, als auch im

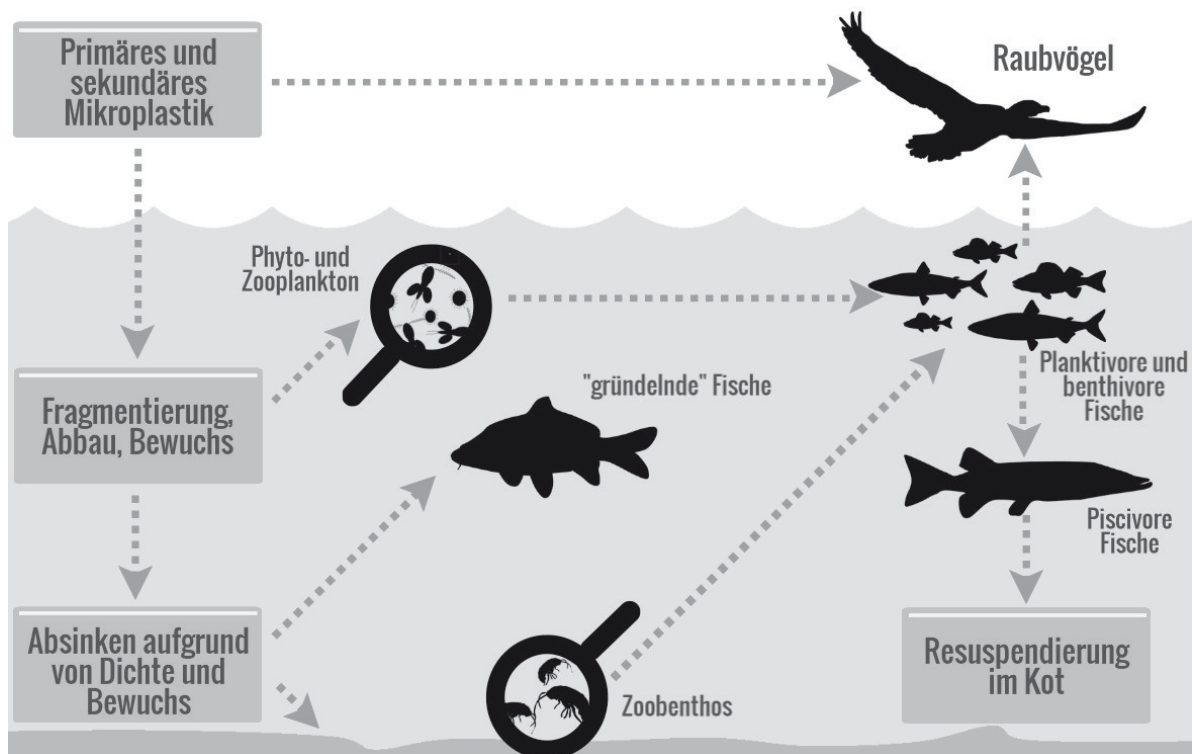
Sediment nachgewiesen werden. Damit sind Binnengewässer nicht nur Transportwege, sondern auch Senken für Mikroplastik. Zu einem großen Teil jedoch landen die Partikel, Fasern und Kügelchen im Meer. Dort werden sie durch Meeresströmungen verteilt oder in großen Meeresstrudeln aufkonzentriert.

Schätzungen gehen insgesamt von über 260 000 Tonnen Plastik in den Weltmeeren aus (Eriksen et al. 2014). Die Menge wird allerdings wahrscheinlich stark unterschätzt, da ein Großteil des Mikroplastiks absinkt und auf dem Meeresboden verbleibt (Woodall et al. 2014).

Wie bereits erwähnt, konzentrier-



**Abbildung 3:** Mittlere Mengenangaben von Mikroplastik aus Strandsediment und Oberflächenwasser verschiedener Seen. Daten: EPFL 2014 (Bodensee, Deutschland), Zbyszewski et al. 2011 (Lake Huron, Kanada), Imhof et al. 2013 (Gardasee, Italien), Eriksen et al. 2013 (Great Lakes, USA), Free et al. 2014 (Lake Hovsgol, Mongolei).



**Abbildung 4:** Beispiel für mögliche Transportwege von Mikroplastik in einem Gewässer, bzw. in der Nahrungskette.



ten sich die bisher veröffentlichten Studien zum Thema Mikroplastik vor allem auf den marinen Bereich. In den letzten beiden Jahren stieg aber auch die Anzahl an Nachweisen in Seen und Flüssen stark an. Leider sind die Ergebnisse bisher oft nicht untereinander vergleichbar. Es gibt keine standardisierten Probenahmen, die Untersuchungen variieren meistens sehr stark in ihrer Art und Genauigkeit (Hidalgo-Ruz et al. 2012). Hinzu kommen die aufwendigen Aufbereitungsschritte der Proben. Das Mikroplastik muss für eine vernünftige Quantifizierung entweder vom Sediment getrennt und/oder die organischen Bestandteile der Probe müssen zersetzt werden. Auch die Identifizierung der Plastikart ist bis heute ein schwieriges Unterfangen und nur in begrenztem Maße durch z.B. spektroskopische Verfahren möglich.

Die Mengenangaben zu Mikroplastik im Wasser und Sediment können sich zwischen einzelnen Seen stark unterscheiden (Abb. 3). Das liegt nicht nur an der unterschiedlich starken Belastung, sondern hängt auch von der untersuchten Größenklasse des Plastiks ab. Hinzu kommt, dass sich auch innerhalb eines Gewässers die Menge an Plastik von Ort zu Ort deutlich unterscheiden kann. So wurden im Strandsediment des Gardasees (Italien) am Nordufer im Mittel 1108 Partikel/m<sup>2</sup>, am Südufer nur 108 Partikel/m<sup>2</sup> nachgewiesen (Imhof et al. 2013). Um die Belastung eines Gewässers gut abschätzen zu können, müssen somit ausreichend viele Messpunkte untersucht werden. Die bisher gefundenen Mengen an Mikroplastik in Seen (Abb. 3) sind aber unabhängig davon mit denen im Meer vergleichbar. Dort variiert die Anzahl an Mikroplastikpartikeln zwischen 0,21 und 77 000 Partikeln/m<sup>2</sup> im Strandsediment bzw. 800 und 5 000 000 Partikel/km<sup>2</sup> im Oberflächenwasser (Hidalgo-Ruz et al. 2012). Fest steht, dass die Belastung der Gewässer durch Mikroplastik ein weltweites Problem ist, vor allem, weil es auch einen Einfluss auf die aquatische Tierwelt haben kann.

## Mögliche Folgen für Wasserorganismen

Die Gefahr für Organismen sowohl in Flüssen und Seen, als auch im Meer, liegt in der möglichen Aufnahme des Mikroplastiks. Je stärker das Plastik in kleinere Fragmente zerfällt, desto mehr Tiere sind in der Lage, diese absichtlich oder unabsichtlich zu verschlucken. Dadurch besteht die Gefahr, dass der Magen bzw. Darm verletzt wird oder dass sich die Partikel im Organismus in großer Zahl ansammeln. Hinzu kommt, dass sich durch die wasserabweisenden Eigenschaften von Plastik Schadstoffe in erhöhter Konzentration auf der Oberfläche festsetzen, die dann in die Wasserorganismen gelangen und sich anreichern (Teuten et al. 2009). Studien konnten zudem zeigen, dass bestimmte Additive im Plastik negative Auswirkungen auf die Gesundheit von Tieren haben können.

Die Aufnahme von Mikroplastik wurde für eine Vielzahl von aquatischen Lebewesen nachgewiesen und erstreckt sich über die gesamte Breite des Tierreiches. So wurden Plastikpartikel in verschieden großer Zahl und Form unter anderem in Zooplankton, Fischen, Vögeln, Seehunden und sogar Walen gefunden (Ivar do Sul & Costa 2014). Dabei gelangt das Plastik nicht nur direkt in die Tiere, sondern kann auch über die Nahrungskette weitergegeben werden (Abb. 4). Noch ist aber nicht vollständig geklärt, welche direkten Auswirkungen eine Mikroplastikaufnahme auf die Organismen hat. Gerade bei Fischen fehlen grundlegende Studien zur Einschätzung der Folgen einer erhöhten Plastikaufnahme auf die Gesundheit der Tiere.

## Ausblick

Um die Belastung baden-württembergischer Gewässer und deren Fischfauna mit Mikroplastik genauer zu untersuchen, wurde an der Fischereiforschungsstelle im April 2014 ein von der Fischereiabgabe gefördertes Projekt gestartet. In diesem Rahmen werden in Kooperation mit dem Institut für Seenforschung

(IFS) und dem Materialforschungszentrum Freiburg (FMF) geeignete Methoden entwickelt, um Mikroplastik in Umweltproben und Fischen quantitativ und qualitativ nachzuweisen zu können. Anschließend soll eine repräsentative Anzahl verschiedener Fischarten aus baden-württembergischen Gewässern auf eine mögliche Aufnahme von Mikroplastik hin untersucht werden. Mit den Ergebnissen aus dem Freiland werden dann kontrollierte Expositionsexperimente im Labor durchgeführt, und so die möglichen Folgen einer erhöhten Mikroplastikbelastung auf die Fischgesundheit erforscht. Das Projekt soll zu einem besseren Verständnis der Auswirkungen von Mikroplastik auf die Umwelt beitragen.



### Literatur

- AWI (2014). Mikroplastik in ausgewählten Kläranlagen des Oldenburgisch-Ostfriesischen Wasserverbandes (OOWV) in Niedersachsen. Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI), Helgoland.
- Carpenter E.J. & Smith K.L. (1972). Plastics on the Sargasso Sea Surface. *Science* 175: 1240-1241.
- EPFL (2014). Évaluation de la pollution par les plastiques dans les eaux de surface en Suisse. École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), Faculté de l'environnement naturel, architectural et construit (ENAC), Institut d'ingénierie de l'environnement (IIE), Laboratoire central environnemental (GR-CEL), Lausanne.
- Eriksen M., Mason S., Wilson S., Box C., Zellers A., Edwards W., Farley H. & Amato S. (2013). Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian Great Lakes. *Marine Pollution Bulletin* 77: 177-182.
- Eriksen M., Lebreton L.C.M., Carson H.S., Thiel M., Moore C.J., Borrorro J.C., Galgani F., Ryan P.G. & Reisser J. (2014). Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. *PLoS one* 9.
- Free C.M., Jensen O.P., Mason S.A., Eriksen M., Williamson N.J. & Boldgiv B. (2014). High-levels of microplastic pollution in a large, remote, mountain lake. *Marine Pollution Bulletin* 85: 156-163.
- Hidalgo-Ruz V., Gutow L., Thompson R.C. & Thiel M. (2012). Microplastics in the Marine Environment: A Review of the Methods Used for Identification and Quantification. *Environmental Science & Technology* 46: 3060–3075.
- Imhof H.K., Ivleva N.P., Schmid J., Niessner R. & Laforsch C. (2013). Contamination of beach sediments of a subalpine lake with microplastic particles. *Current Biology* 23: R867-R868.
- Ivar do Sul J.A. & Costa M.F. (2014). The present and future of microplastic pollution in the marine environment. *Environmental Pollution* 185: 352-64.
- Plastics Europe (2013). *Plastics - The Facts 2013*. Verfügbar unter: [www.plasticseurope.org/ Document/plastics-the-facts-2013.aspx](http://www.plasticseurope.org/Document/plastics-the-facts-2013.aspx)
- Teuten E.L., Saquing J.M., Knappe D.R.U., Barlaz M.A., Jonsson S., Bjorn A., Rowland S.J., Thompson R.C., Galloway T.S., Yamashita R., Ochi D., Watanuki Y., Moore C., Pham Hung V., Tana T.S., Prudente M., Boonyatumanond R., Zakaria M.P., Akkhangong K., Ogata Y., Hirai H., Iwasa S., Mizukawa K., Hagino Y., Imamura A., Saha M. & Takada H. (2009). Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences* 364: 2027-2045.
- Woodall L.C., Sanchez-Vidal A., Canals M., Paterson G.L.J., Coppock R., Sleight V., Calafat A., Rogers A.D., Narayanaswamy B.E. & Thompson R.C. (2014). The deep sea is a major sink for microplastic debris. *Royal Society Open Science* 1.
- Zbyszewski M. & Corcoran P.L. (2011). Distribution and Degradation of Fresh Water Plastic Particles Along the Beaches of Lake Huron, Canada. *Water Air and Soil Pollution* 220: 365-372.