



WASSER
3.0

WHITEPAPER

MIKROPLASTIK

DETEKTIEREN

Mikroplastik - klein, aber oho

Mikroplastik ist allgegenwärtig. Die winzigen Partikel mit einer Größe unter 5 mm finden sich in unserem gesamten Umfeld wieder. Ob im Wasser, im Boden oder der Luft, Mikroplastik bahnt sich seinen Weg in jeden Bereich der Umwelt. Durch die steigende Plastikproduktion weltweit, die Widerstandsfähigkeit und Langlebigkeit der Kunststoffe sowie eine unzureichende Recyclingquote werden sich noch Generationen der Bewältigung dieses Problems stellen müssen. (Primpke et al., 2017)

Ein erster Schritt hierfür ist die Identifikation von Mikroplastik: Wo können wir es finden? Wie viel Mikroplastik befindet sich tatsächlich in der Umwelt? Welche Informationen liefern Analysen und wie sind diese zu bewerten?

Auf der Suche

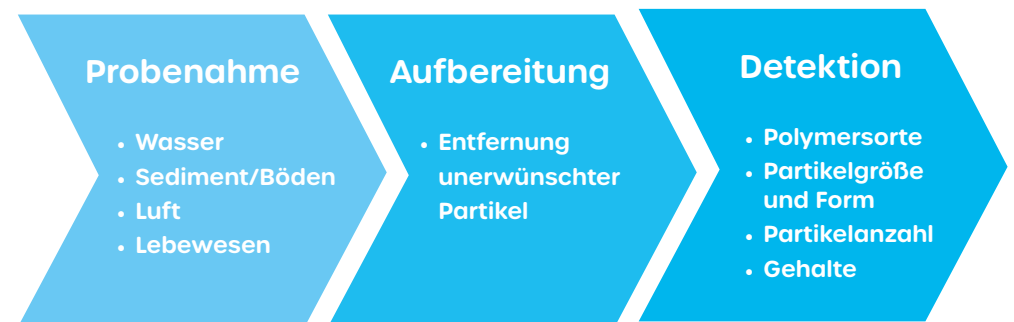
Das Aufspüren von Mikroplastik gliedert sich in drei Schritte: Der Probenahme, der Aufbereitung und der eigentlichen Detektion.

Die Probenahme beschäftigt sich mit der Frage: Wo können wir Mikroplastik finden und wie sammeln wir Proben, die zur Analyse geeignet sind? Je nach Forschungsfrage können klassisch Proben aus Gewässern, aber auch aus dem Boden, der Luft oder Lebewesen untersucht werden.

Bei der Aufbereitung wird der Grundstein für eine genaue und zuverlässige Detektion gelegt. Denn die Probe muss zunächst von anderen, störenden Partikeln verschiedener Natur befreit werden. Sand, Algen, Holzstückchen oder Pflanzenteile würden bei einer

Analyse stören und das Ergebnis verfälschen. Schließlich liefert die Detektion unterschiedliche Informationen zum untersuchten Plastik. So können, je nach Methode, die Art des Polymers, die Größe oder Form der Partikel oder der Mikroplastikgehalt ermittelt werden. (Braun et al., 2020)

Ablauf der Mikroplastik Detektion



Wie finden wir es?

Probenahme von Mikroplastik aus der Umwelt

Ein essenzieller Aspekt bei der Probenahme ist die repräsentative Entnahme von Mikroplastikpartikeln. Ist die Probe nicht repräsentativ, ist es die Analyse ebenfalls nicht. Die Ergebnisse würden dann die tatsächliche Situation in der Umwelt nicht korrekt widerspiegeln.

Hierbei ist auch zu beachten, dass die Umweltprobe genug Plastikpartikel enthält. Die Konzentration sich also über der Nachweisgrenze der Detektionsmethode befindet. Je nach Situation muss das Probenvolumen angepasst werden. Abhängig vom Probenmedium muss die räumliche Verteilung der Partikel ebenfalls miteinkalkuliert werden. (Braun et al., 2020)

Ein Medium, wo dieser Aspekt eine große Rolle spielt, sind Boden oder Sedimentproben. Gesammelt auf dem Meeresgrund oder an Flussufern, in meist 5 cm Tiefe, geben sie Aufschluss über Mikroplastikkonzentrationen im Erdreich. Siebe, Greifer oder Schaufeln unterschiedlichster Ausführung werden gerne zur Probensammlung verwendet. Besonders an Stränden finden sich hohe Konzentrationen an Mikroplastik, da die UV-Strahlung der Sonne massiv die Fragmentierung des Kunststoffes fördert. (Primpke et al., 2017)

Mikroplastik wird auch in nicht unwesentlichen Konzentrationen in unserer Luft transportiert. Abrieb von Reifen ist wohl der Größte Beitrag dazu. Mikroplastik wird in der Luftqualität noch nicht berücksichtigt. Bisherige Emissionsmessungen könnten aber durchaus angepasst werden. (Braun et al., 2020)

Auch zahlreiche Lebewesen sind Mikroplastik ausgesetzt. So sind

vor Allem Marine Lebewesen, ob im Sediment oder der Wassersäule lebend, von einer erhöhten Plastikbelastung betroffen, die sich entlang der Nahrungskette weiter steigert. So landen die Plastikpartikel oft auch wieder auf unseren Tellern. Die Untersuchung von unterschiedlichen Lebewesen kommt also auch unserer Gesundheit zugute. (Andrady, 2011)

Das wohl klassischste Medium zur Analyse von Mikroplastik ist Wasser. Hierbei werden Umweltproben aus süß- oder salzigen Gewässern, aber auch Grund- oder Abwasser, mit einer vergleichsweise hohen Mikroplastikbelastung, analysiert. Zur Probenahme haben sich Netze unterschiedlicher Maschenweiten sowie Pumpsysteme etabliert.

Sowie die Mikroplastikkonzentration in Sedimenten örtlich schwankt, so variiert sie auch in unterschiedlichen Wassertiefen. Aufgrund der verschiedenen Dichten der Polymersorten, sinken schwere Partikel aus PET (Polyethylenterephthalat) auf den Meeresgrund, während Partikel aus PP (Polypropylen) an der Oberfläche schwimmen. Zahlreiche Kunststoffe befinden sich auch in der Schwebelage dazwischen. (Choy et al., 2019)

Eine Probe aus der Umwelt enthält aber nicht nur Plastik, sondern auch andere (an-)organische Partikel wie Sand oder Algen. Diese gilt es vor der Analyse zu entfernen.

Aufbereitung der Proben

Um das Mikroplastik von anorganischen Substanzen zu trennen, wird häufig eine sogenannte Dichteseperation in hochkonzentrierten Salzlösungen angewandt. Hier wird die Dichte des flüssi-

gen Mediums erhöht und das Plastik kann vom schwereren Sand getrennt werden. Auch Filtern, Sieben oder eine visuelle Sortierung können unterstützen.

Für die Beseitigung organischer Partikel gibt es verschiedene Lösungsansätze. So kann eine Behandlung mit Säuren oder Basen, Wasserstoffperoxid oder in einem Ultraschallbad die unerwünschte Organik entfernen. Hohe Temperaturen, zu hoch konzentrierte H₂O₂ - oder Säurelösungen können das Mikroplastik in der Probe beschädigen. Methoden mit Enzymen sind deutlich schonender, allerdings auch zeitaufwendiger. Ein optimales Vorgehen benötigt also eine gute Mischung aus suffizienter, schonender und schneller Entfernung. (Bergmann et al., 2015)

Wichtig bei der Aufbereitung sowie der späteren Analyse ist das Sicherstellen einer maximal kunststofffreien Umgebung. Die kleinste Verunreinigung der Probe durch Kunststoff aus Arbeitskleidung, der Luft oder Laborequipment kann das Ergebnis verfälschen. (Braun et al., 2020)

Wie wird Mikroplastik analysiert und was können wir bestimmen?

Zur Analyse von Mikroplastik stehen verschiedene Detektionsmethoden zur Auswahl. Die drei wichtigsten sind die Spektroskopie, Thermo-Analytik und mikroskopische Verfahren. Je nach Methode liefert eine Analyse unterschiedliche Ergebnisse, wie in der Übersicht dargestellt. (Braun et al., 2020)

Eine Raman- oder Infrarotspektroskopie (IR) kann, neben der

Partikelgröße, Anzahl und Form, die Polymersorte einer Probe zuverlässig identifizieren. Das Ergebnis einer spektroskopischen Analyse bildet ein spezifisches Spektrum. Dieses wird mit Datenbanken verglichen und kann wie ein Fingerabdruck einem bestimmten Polymer zugeordnet werden. Mit einer μ -Raman oder μ -FTIR werden auch Partikel im Bereich von unter 500 μ m detektiert.

Teil der Thermo-Analytik sind pyrolytische Methoden wie eine Gaschromatographie mit einem Massenspektrometer (GC/MS) oder kalorimetrische Methoden wie die Dynamische Differenzkalorimetrie (DSC). Der große Vorteil des chromatografischen Verfahrens (GC/MS) liegt, neben der Feststellung der Polymersorte, bei der Bestimmung von Additiven im Kunststoff. Mit keinem anderen Verfahren können die oftmals gesundheitsschädlichen Zusatzstoffe ermittelt werden. Dazu gehören Weichmacher, wie BPA oder DEHP, Flammschutzmittel oder Farbstoffe. Häufig wird eine TED-GC/MS angewandt. Diese wurde speziell für die Polymeranalytik entwickelt.

Eine DSC erstellt ein Ergebnis basierend auf den thermischen Eigenschaften eines Kunststoffes, wie der Glasübergangs- oder Schmelztemperatur. Sie gibt deshalb Auskunft über die Polymersorte nur bei teilkristallinen Proben.

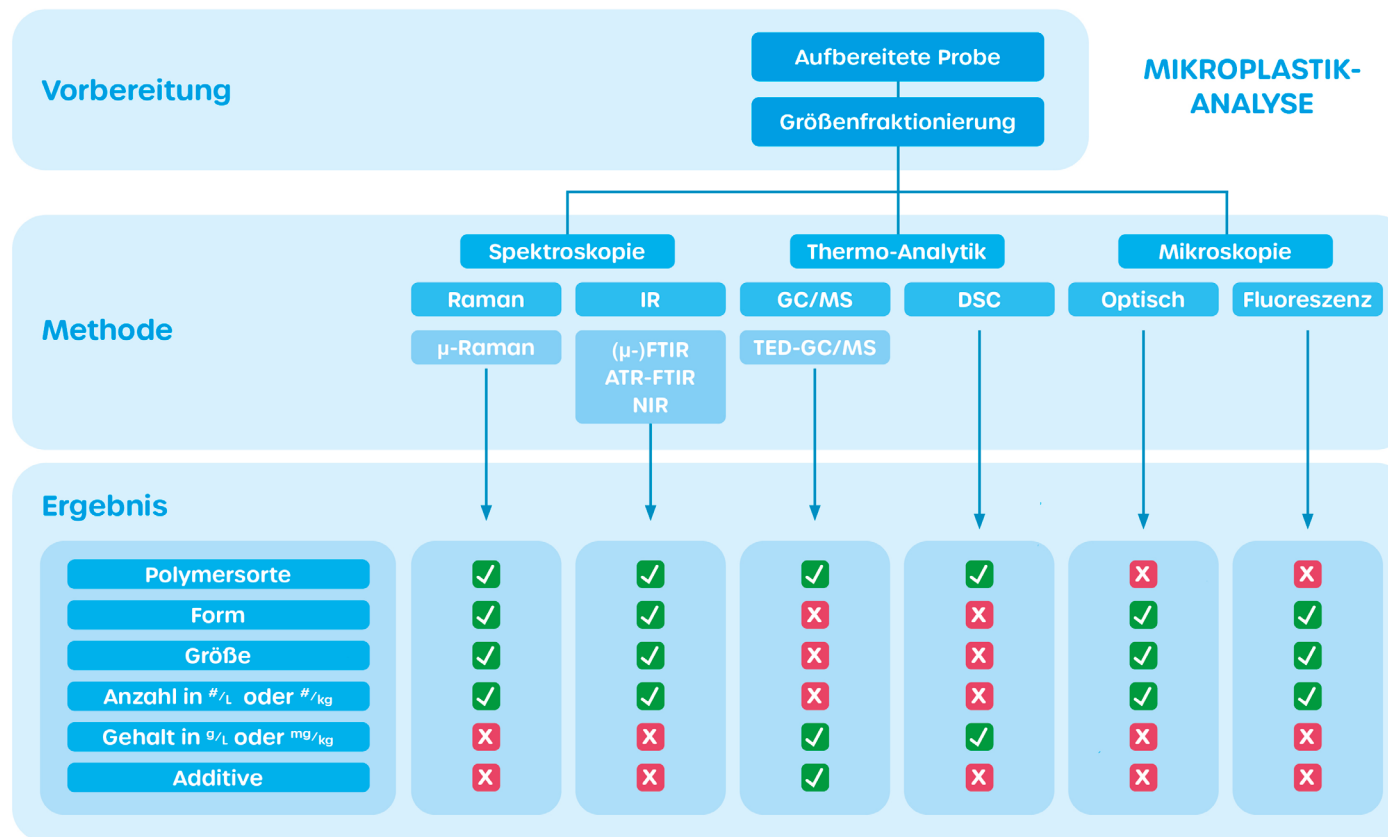
Bei der Mikroskopie, ob optisch mit einem Lichtmikroskop oder einem Fluoreszenzmikroskop, können Bilder der Partikel erstellt werden. Diese werden direkt ausgezählt und ausgewertet. (Baruah et al., 2021)

Zusammen liefern die gängigen Analysemethoden eine genaue und zuverlässige Bestimmung von Mikroplastik. Benötigt werden dabei allerdings teure Analysegeräte, geschultes Personal und

sehr viel Zeit. Je detaillierter das Ergebnis der Analyse ausfällt, desto weniger ist ein Verfahren für die Anwendung in der Praxis geeignet.

Vergleichbarkeit unter bisherigen Studien gestaltet sich schwierig. Solange es kein einheitliches Vorgehen bei der Probenahme, Aufbereitung und Analyse gibt, sind Ergebnisse untereinander nicht komparativ.

Für eine schnelle, unkomplizierte und effiziente Detektion müssen Alternativen gefunden werden, Verfahren verbessert und standardisiert werden.



Neue Erkenntnisse und Methoden

Zu den neuen Methoden gehört die Kombination von Fluoreszenzmikroskopie und dem Einfärben von Mikroplastik mit einem Farbstoff, der die Partikel sichtbar macht. Zur Färbung wird Nilrot verwendet, ein lipophiler und fluoreszierender Farbstoff, der in der Vergangenheit bereits dazu verwendet wurde, um den Lipidgehalt in Mikroorganismen oder Tierzellen zu bestimmen. Er eignet sich allerdings auch zum Einfärben von Mikroplastik, da er eine hohe Affinität, besonders gegenüber hydrophoben Polymeren, wie PE (Polyethylen) oder PP, aufweist.

Verschiedene Fluoreszenzfarben sowie Anregungs- und Emissionswellenlängen sind frei einstellbar. Mit der Wahl einer Grünen Fluoreszenz, mit einer Anregungswellenlänge von 488 nm, können Kunststoffpartikel von übriggebliebenen anderen Partikeln unterschieden werden, da nur der Kunststoff unter dem Mikroskop leuchtet. So wird gezielt das Mikroplastik in der Probe sichtbar gemacht. (Sturm et al., 2021) Mit Hilfe von Software oder auch visuell, kann die Anzahl, Form und Größe der Partikel auf Bildern schnell ausgemacht werden.

Diese Methode bietet eine unkomplizierte und günstigere Alternative zur Detektion von Mikroplastik, ohne teures Laborequipment oder langen Analysezeiten. So kann Mikroplastik Detektion fit für die Zukunft gemacht werden – effizient und für jedermann zugänglich.



**WASSER
3.0**



www.wasserdreinull.de