

II.H.43

Chemie bestimmt unser Leben

Analyse von Mikroplastik – Experimente mit Boden- und Wasserproben

Hendrik Ächtner, Tim Fricke, Dr. Swantje Schneider



© doble d/Getty Images/i Stock_ Getty Images Plus

In dieser Unterrichtseinheit werden Boden- und Wasserproben, die in der Umwelt von den Schülerinnen und Schülern gesammelt werden, experimentell auf Mikroplastik untersucht. Dabei ist das Ziel, dass die Schülerinnen und Schüler die Mikroplastikbelastung ihrer Umwelt experimentell nachweisen und im Sinne der Bildung zur nachhaltigen Entwicklung den Einfluss ihres eigenen Handelns und Konsumverhaltens auf die Natur bewerten können.

KOMPETENZPROFIL

Klassensstufe: 10, 12, 13

Dauer: 6 Unterrichtsstunden (Minimalplan: 5)

Kompetenzen: 1. Bewertungskompetenz; 2. Fachkompetenz; 3. Erkenntnisgewinnungskompetenz

Medienkompetenzen: suchen, verarbeiten und aufbewahren (1); kommunizieren und kooperieren (2); analysieren und reflektieren (6)

Thematische Bereiche: Herstellung und Verwendung von Kunststoffen, chemische Industrie, Kunststoffe und Kunststoffrecycling

Auf einen Blick

Vorbemerkung

Die GBU zu den verschiedenen Versuchen finden Sie als Download.

1./2. Stunde

Thema: Mikroplastik in Boden- und Wasserproben identifizieren

M 1 Anleitung für die Durchführung der Mikroplastikanalyse

M 2 Trennverfahren von Mikroplastik aus der Bodenprobe

Dauer: **Vorbereitung:** 15 min, **Durchführung:** 75 min

Chemikalien: Gesättigte Zink(II)chlorid-Lösung  
 Destilliertes Wasser

Geräte: Sieb Zentrifugenschalen
 Mörser mit Pistill Filterpapier
 Alufolie Filtriergestell
 2 Bechergläser Waage
 Rührstab Mikroskop
 Löffelspatel

M 3 Trennverfahren von Mikroplastik aus der Wasserprobe

M 4 Auswertungshilfen für die mikroskopische Untersuchung

M 5 Anleitung für die Durchführung der Mikroplastikanalyse

M 6 Auszählungsprotokolle

Benötigt: Internetfähiges mobiles Endgerät
 Internetzugang

3./4. Stunde

Thema: Nachweise enthaltenen Mikroplastikpolymere

M 7 pH-Wert-Probe

Dauer: **Vorbereitung:** 5 min, **Durchführung:** 10 min

Chemikalien: Destilliertes Wasser

Geräte: Reagenzglas Watte
 Brenner Indikatorpapier
 Reagenzglasklammer Spatel
 Streichhölzer Pinzette

M 8 Kontrolle auf Polyethylen und Polypropylen

M 9 Kontrolle auf Polyvinylchlorid 

Dauer: **Vorbereitung:** 5 min, **Durchführung:** 15 min

Chemikalien: Salzsäure (32 %)  

Geräte: Pipette
 Mikroskop

Dauer: **Vorbereitung:** 5 min, **Durchführung:** 15 min 

Chemikalien: Pyridin  

Geräte: Reagenzglas Streichhölzer
 Reagenzglaslammer Pipette
 Brenner Spatel

M 10 Kontrolle auf Polyamid 

Dauer: **Vorbereitung:** 5 min, **Durchführung:** 15 min

Chemikalien: p-Dimethylaminobenzaldehyd Ethanol  
 Salzsäure  

Geräte: Reagenzglas Streichhölzer
 Pipette Watte
 Schere Reagenzglaslammer
 Brenner Pinzette

5./6. Stunde

Thema: Fachtheoretische Einbettung des Themas Mikroplastik 

M 11 Template für einen Beitrag in einer Nachhaltigkeitszeitung

M 12 Quellen von Mikroplastik

M 13 Verbreitung von Mikroplastik

M 14 Auswirkungen von Mikroplastik auf die Umwelt und den Menschen

M 15 Handlungsstrategien zur Vermeidung von Mikroplastik

Minimalplan

Die Einheit kann auf fünf Unterrichtsstunden eingekürzt werden, da einige Versuche längere Wartezeiten beinhalten, in welchen bereits weiterführende Versuche, die nicht auf die Produkte vorheriger Experimente aufbauen, vorgezogen werden können. So bieten sich **M 9** und **M 10** an, die sich während der ausgedehnten Trocknungsphase in **M 2/M 3** bereits durchführen lassen.

Erklärung zu den Symbolen

	Dieses Symbol markiert differenziertes Material. Wenn nicht anders ausgewiesen, befinden sich die Materialien auf mittlerem Niveau.		
	leichtes Niveau		mittleres Niveau
	niedriges Niveau		
	Zusatzaufgabe		Alternative
			Selbsteinschätzung

Anleitung für die Durchführung der Mikroplastikanalyse

Aufgabe

Informieren Sie sich vor Beginn der Experimentierreihe über die notwendigen Vorbereitungsaufgaben, um einen problemlosen Ablauf zu gewährleisten.

Vorbereitungsaufgaben

Bevor Sie mit der Analyse beginnen, stellen Sie sicher, dass Sie alle benötigten Chemikalien in ausreichender Menge vorliegen haben. Nutzen Sie dazu die Chemikalien- und Gerätelisten, welche für jeden Versuch aufgeführt sind. Je nachdem, ob Sie eine Wasser- oder Bodenanalyse durchführen, müssen verschiedene Schritte durchgeführt werden. Achten Sie also auf die Anweisungen in den Durchführungsbestimmungen.

Wichtiger Hinweis zur Wasseranalyse

Entnehmen Sie das Wasser mithilfe eines Glasgefäßes oder einer Thermoskanne aus Glas oder Edelstahl.

Wichtiger Hinweis zur Bodenanalyse

Für eine Analyse von Bodenproben müssen diese **mindestens 5 Tage vor der geplanten Untersuchung** entnommen und in einer möglichst plastikfreien Umgebung ausgebreitet und getrocknet werden. Nutzen Sie dazu etwa eine Aluminiumschale oder ein Glasgefäß.

M 2

Trennverfahren von Mikroplastik aus der Bodenprobe

Aufgabe

- Führen Sie den folgenden Versuch durch.
- Notieren Sie Ihre Beobachtungen.



Schülerversuch: Trennverfahren von Mikroplastik aus der Bodenprobe

Vorbereitung: 15 min, Durchführung: 75 min

Chemikalien	Geräte
<input type="checkbox"/> Gesättigte Zink(II)chlorid-Lösung	<input type="checkbox"/> Schutzbrille
<input type="checkbox"/> Wasserstoffperoxid-Lösung (30 %)	<input type="checkbox"/> Sieb
<input type="checkbox"/> Destilliertes Wasser	<input type="checkbox"/> Mörser mit Pistill
	<input type="checkbox"/> Alufolie
	<input type="checkbox"/> 2 Bechergläser
	<input type="checkbox"/> Rührstab
	<input type="checkbox"/> Löffelspatel
	<input type="checkbox"/> 2 Pipetten
	<input type="checkbox"/> Filterpapier
	<input type="checkbox"/> Filtriergestell
	<input type="checkbox"/> Mikroskop

Entsorgung: Über den Abfallbehälter für anorganische schwermetallhaltige Verbindungen

Versuchsdurchführung

- Den Mörser zu etwa einem Drittel mit der getrockneten Bodenprobe befüllen. Stoßen Sie die Erdbrocken bis zu einem feinen, kaum kornerigen Staub mit dem Pistill klein.
- Die getrockneten zerkleinerten Bodenproben auf ein aus Alufolie gebasteltes Schiffchen sieben, um große Reste zu entfernen.

Typ zum Bau des Schiffchens: Um das Schiffchen zu bauen, nehmen Sie einen 10 cm breiten Streifen der Aluminiumfolie und legen diesen doppelt übereinander. Nun biegen Sie die vier Kanten leicht nach innen, sodass eine Art vierkantige Schale entsteht.

- Füllen Sie 3 g (das entspricht einem gestrichelten Löffelspatel) der Bodenprobe aus dem Schiffchen in Becherglas 1.
Geben Sie zu Becherglas 1 etwa 5 cm hoch Zink(II)-chlorid Lösung hinzu.
- Rühren Sie das Gemisch 1 Minute lang gut durch.
Lassen Sie die Probe etwa 5 Minuten unberührt stehen und sich absetzen.
- Schöpfen Sie mit einem Löffelspatel nun die Wasseroberfläche vorsichtig ab und geben Sie diese in Becherglas 2. Der verbliebene Rest in Becherglas 1 kann verworfen werden.
- Pipettieren Sie in Becherglas 2 nun etwa 20 ml der Wasserstoffperoxid-Lösung hinzu.
Lassen Sie das Gemisch etwa 40 Minuten stehen und rühren Sie alle 5 Minuten für eine Minute mit dem Glasstab um. Nutzen Sie die Wartezeit, um die Filtrationsapparatur aufzubauen oder sich mit der Handhabung des Mikroskops vertraut zu machen.
- Bereiten Sie die Filtrationsapparatur vor, indem Sie den Trichter in das Filtrationsgestell einhängen und das Filterpapier falten.
Geben Sie das ausgespülte Becherglas 1 unter die Mündung des Trichters.
Typ: Wenn das Filterpapier nicht an den Wänden des Trichters haften bleibt, feuchten Sie es an der Wandung an.
- Gießen Sie den Inhalt aus Becherglas 2 in den Trichter und achten Sie darauf, dass dabei nichts über den Rand des Filterpapiers hinwegsteigt. Spülen Sie das Becherglas restlos mit Wasser aus.

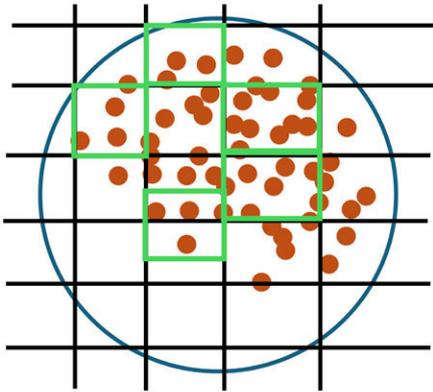
Anleitung für die Durchführung der Mikroplastikanalyse

M 5

Aufgabe

Berechnen Sie die Belastung der Bodenprobe/Wasserprobe mit Mikroplastikpartikeln unter Zuhilfenahme des beiliegenden Schemas.

Berechnung der Mikroplastikbelastung



Nachdem Sie nun mindestens fünf Sektoren ausgezählt und deren Bestandteile kategorisiert haben, berechnen Sie die ungefähre Gesamtbelastung Ihrer Probe.

Dazu errechnen Sie die durchschnittliche Belastung für die fünf untersuchten Sektoren mithilfe des arithmetischen Mittels. Gehen Sie dabei wie folgt vor:

1. Bilden Sie die Summe aller gefundenen **Partikel pro Sektor** unabhängig von ihrer Größe und Form. Beispiel für die Probe:

Sektor 1: 3 Partikel

Sektor 2: 3 Partikel

Sektor 3: 1 Partikel

Sektor 4: 8 Partikel

Sektor 5: 5 Partikel

2. Bilden Sie die **Gesamtzahl aller Sektoren**, indem Sie die Partikelzahl aller Sektoren miteinander **addieren**. Beispiel für die Probe:

Gesamtsumme = 3 + 3 + 1 + 8 + 5 = 20 Partikel

3. Teilen Sie die **Gesamtzahl aller Sektoren** durch die Anzahl **der untersuchten Sektoren** (i. d. R. fünf Sektoren). Das erhaltene Ergebnis ist die **durchschnittliche Mikroplastikverbreitung pro Sektor**. Beispiel für die Probe:

Durchschnitt = 20 Partikel / 5 Sektoren = 4 Partikel/Sektor

4. Zählen Sie die Sektoren aus, die mit Mikroplastik gefüllt sind und somit für die Auszählung hätten genutzt werden können. Multiplizieren Sie das Ergebnis aus Schritt 3 mit der Anzahl der möglichen Sektoren. Beispiel für die Probe:

Gesamtbelastung Mikroplastik = 13 Sektoren = 4 Partikel/Sektor = 52 Partikel

Formulieren Sie eine Aussage über die gefundene Gesamtzahl von Mikroplastikpartikeln in der untersuchten Probe. Beispiel für die Probe:

In den untersuchten 3 g Bodenprobe sind 52 Mikroplastikpartikel enthalten.

In den untersuchten 15 ml Wasserprobe sind 52 Mikroplastikpartikel enthalten.

Kontrolle auf Polyethylen und Polypropylen

M 8

Aufgabe 1

- Führen Sie den folgenden Versuch durch.
- Notieren Sie Ihre Beobachtungen.

Schülerversuch: Kontrolle auf Polyethylen und Polypropylen

Vorbereitung: 5 min, Durchführung: 15 min



Chemikalien <input type="checkbox"/> Salzsäure (32%)  	Geräte <input type="checkbox"/> Pipette <input type="checkbox"/> Mikroskop
Entsorgung: Über den Abfallbehälter für anorganische Verbindungen	

Versuchsdurchführung

- Geben Sie auf die zwei in M 5 ausgesparten Auszählungssektoren einige Tropfen der konzentrierten Salzsäure.
- Lassen Sie die Probe nun ca. 10 Minuten stehen.
- Zählen Sie erneut mikroskopisch aus.

Auswertung

Zählen Sie mit dem Mikroskop nun erneut die beiden Sektoren aus und vergleichen Sie Ihr Resultat mit den Ergebnissen der ersten Auszählung. Wenn die Anzahl der gefundenen Mikroplastikstücke sich reduziert hat, handelt es sich bei der Differenzmenge um eine Probe aus Polyethylen oder Polypropylen bestehen. Rechnen Sie den durchschnittlichen Wert auf die gesamte Probe hoch.

Gegenüberstellung der Auszählungsergebnisse

Erste Zählung (siehe M 6)		Zweite Zählung	
Sektor	Gesamtanzahl Partikel	Sektor	Gesamtanzahl Partikel

In den untersuchten 3 g Trockenprobe waren _____ Polyethylen- oder Polypropylenpartikel enthalten.

In den untersuchten 15 ml Wasserprobe waren _____ Polyethylen- oder Polypropylenpartikel enthalten.

Quellen von Mikroplastik

M 12



Es gibt zwei verschiedene Ursprünge für Mikroplastik: das primäre und das sekundäre Mikroplastik. Das primäre Mikroplastik beschreibt bereits vorhandene Plastikpartikel in Produkten, welche in die Umwelt freigesetzt werden. Diese sind vor allem in vielen Kosmetik- und Hygieneprodukten, wie Zahnpaste, Cremes oder Hautreinigern, aber auch in Waschmitteln zu finden. Ebenso Schleifmittel in der Industrie oder auch der Verlust von Plastikpellets etwa bei der Produktion oder beim Transport sind Mikroplastik-Eintragsquellen in die Umwelt. Man geht davon aus, dass über die reine Freisetzung von gezielt produziertem Mikroplastik bis zu 500 t jährlich davon in die Umwelt gelangen (Harzdorf et al., 2022). Eine besonders wichtige Rolle spielen hierbei noch die Kläranlagen. Da die Handhabung und die Aufreinigung von Mikroplastik aus einer Wasserprobe bislang noch nicht standardmäßig möglich sind, besitzen Kläranlagen keinen gezielten Filter, um diese Partikel aus dem Grauwasser herauszufiltern. Zwar wird das verschmutzte Wasser in den Kläranlagen aufbereitet und gereinigt, jedoch kann das verschmutzte Wasser bis dato noch nicht vom Mikroplastik befreit werden. Am Ende des Aufbereitungsprozesses führt die Kläranlage das Wasser wieder dem Wasserkreislauf zu. Die Klärwerke sind demnach selbst keine Quellen von Mikroplastik, jedoch fördern sie den Weg in die Ökosysteme. So wird etwa davon ausgegangen, dass rund 11 % des Mikroplastiks der Nordsee aus Überresten von Kosmetika und anderen Körperpflegeprodukten besteht und auf die Freisetzung dieser zugemischten Bestandteile zurückzuführen ist (Muschläger, 2019). Viel größer und auch wesentlich schwerer einzuschätzen ist der Eintrag von sekundärem Mikroplastik in die Natur. Sekundäres Mikroplastik beschreibt große Plastikstücke, die in die Natur gelangen und dort allmählich in kleinere Bruchstücke abgebaut werden. Dies geschieht beispielsweise durch den Einbau von Plastikrohren in den Boden, Reifenabrieb auf der Straße, unerlaubt deponierte Abfälle an Straßenrändern und Feldern, das Abreißen von Betonungen oder durch das Auswaschen von Kunststofffasern aus Textilien. Schätzungsweise gelangen jährlich zwischen 60 000 t und 111 000 t des sekundären Mikroplastiks durch den Reifenabrieb auf den Straßen Deutschlands in die Umwelt. Für Europa sind es bis zu 700 000 t (Harzdorf et al., 2022).

Mehr Materialien für Ihren Unterricht mit RAAbits Online

Unterricht abwechslungsreicher, aktueller sowie nach Lehrplan gestalten – und dabei Zeit sparen.
Fertig ausgearbeitet für über 20 verschiedene Fächer, von der Grundschule bis zum Abitur: Mit RAAbits Online stehen redaktionell geprüfte, hochwertige Materialien zur Verfügung, die sofort einsetz- und editierbar sind.

- ✓ Zugriff auf bis zu **400 Unterrichtseinheiten** pro Fach
- ✓ Didaktisch-methodisch und **fachlich geprüfte Unterrichtseinheiten**
- ✓ Materialien als **PDF oder Word** herunterladen und individuell anpassen
- ✓ Interaktive und multimediale Lerneinheiten
- ✓ Fortlaufend **neues Material** zu aktuellen Themen



Testen Sie RAAbits Online
14 Tage lang kostenlos!

www.raabits.de

