

# *"Plastik, Mikroplastik und Plastikmüllvermeidung" - Durchführung und Evaluation von experimentell ausgerichteten Kursabenden in der Erwachsenenbildung*

---

## Abschlussbericht

Aktenzeichen: 35214

Verfasser: Nils Kreienhop (nkreienhop@uni-osnabrueck.de)  
Prof. Dr. Marco Beeken (marco.beeken@uni-osnabrueck.de)

Institution: Universität Osnabrück, Didaktik der Chemie  
Barbarastraße 7, D-49076 Osnabrück

Projektleiter: Prof. Dr. Marco Beeken (marco.beeken@uni-osnabrueck.de)

Projektzeitraum: November 2019 – Juli 2023

Ort, Datum: Osnabrück, November 2023

gefördert durch



Deutsche  
Bundesstiftung Umwelt

[www.dbu.de](http://www.dbu.de)

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>- 1 -</b>
<b>2</b>	<b>Anlass und Zielsetzung des Projektes.....</b>	<b>- 2 -</b>
<b>3</b>	<b>Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden ..</b>	<b>- 5 -</b>
3.1	Zeitlicher Ablauf des Projektes und Arbeitspakete.....	- 5 -
3.2	Struktur der Kursformate .....	- 7 -
3.3	Weitere konzeptionelle Arbeiten.....	- 9 -
3.3.1	Digitales Workshop-Angebot.....	- 9 -
3.3.2	Messestand zur Plastikmüllproblematik.....	- 9 -
3.3.3	Urlauberbildung in den Sommerferien 2022 und 2023.....	- 10 -
3.3.4	Fortbildungsangebote .....	- 10 -
3.4	Begleitevaluation der durchgeführten Formate.....	- 11 -
3.4.1	Evaluation der Kursveranstaltungen .....	- 11 -
3.4.2	Evaluation der Urlauberbildung 2023 .....	- 12 -
<b>4</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>- 13 -</b>
4.1	Vorstellung des Kursformates: „Plastik – Fluch oder Segen“ .....	- 13 -
4.1.1	Station 1: Kunststoff – wertvoll und unverzichtbar? .....	- 15 -
4.1.2	Station 2: Eintragspfade – Wie gelangt Mikroplastik in die Umwelt? .....	- 17 -
4.1.3	Station 3: Begrifflichkeiten – Was und wie groß ist Mikroplastik?.....	- 20 -
4.1.4	Station 4: Mikroplastik in der Umwelt – Wie arbeitet die Wissenschaft?..	- 22 -
4.1.5	Station 5: Biokunststoffe – Eine Lösung für die Zukunft? .....	- 25 -
4.1.6	Station 6a: Nachhaltig in die Zukunft – Lösungsstrategien und Initiativen	- 27 -
4.1.7	Station 6b: Wertstoffe im Kreislauf - Mülltrennung zum Ressourcen-Erhalt?...	- 28 -
4.1.8	Das Nachhaltigkeitsquartett .....	- 30 -
4.1.9	Broschüre zum Kurskonzept „Plastik – Fluch oder Segen?“ .....	- 30 -
4.2	Übersicht zur Durchführung der entwickelten Formate.....	- 31 -

4.3	Urlauberbildung in Ostfriesland 2022 und 2023.....	- 32 -
4.4	Digitaler Workshop mit Experimentierset .....	- 34 -
4.5	Fortbildungsformate .....	- 35 -
4.6	Auswahl weiterer Öffentlichkeitsformate .....	- 37 -
4.7	Ergebnisse der Begleitforschung.....	- 37 -
4.7.1	Ergebnisse der Begleitevaluation des Kursformates: „Plastik – Fluch oder Segen?“	- 38 -
4.7.2	Ergebnisse der Begleitevaluation der Urlauberbildung 2023 .....	- 48 -
<b>5</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>- 53 -</b>
<b>6</b>	<b>Öffentlichkeitsarbeit.....</b>	<b>- 56 -</b>
<b>7</b>	<b>Fazit .....</b>	<b>- 59 -</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>- 61 -</b>
<b>9</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>- 62 -</b>

## Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: KURZÜBERSICHT ZU DEN ANGEBOTENEN KONTEXTEN DER KURSKONZEPTION. STATION 6A WURDE NACH EINIGEN DURCHFÜHRUNGEN VERWORFEN UND DURCH STATION 6B ERSETZT. STATION 2 UND 3 WURDEN ZUDEM ÜBERHOLT UND VERBRAUCHERORIENTIERTER GESTALTET. ....	- 13 -
ABBILDUNG 2: AUFBAU DER STATION 1 "KUNSTSTOFFE - WERTVOLL UND UNVERZICHTBAR?". ....	- 16 -
ABBILDUNG 3: LERNUMGEBUNG ZU STATION 1. ABGERUFEN UNTER: <a href="https://www.home.uni-osnabrueck.de/nikreienhop/">HTTPS://WWW.HOME.UNI-OSNABRUECK.DE/NIKREIENHOP/</a> .....	- 17 -
ABBILDUNG 4: AUFBAU DER STATION 2 „EINTRAGSPFADE - WIE GELANGT MIKROPLASTIK IN DIE UMWELT?“ .....	- 18 -
ABBILDUNG 5: ZUORDNUNGSSPIEL DER EINTRAGSPFADE VON MIKROPLASTIK. ....	- 18 -
ABBILDUNG 6: EXPERIMENT ZUR VEREDELUNG EINER ROHSEIFE. ....	- 19 -
ABBILDUNG 7: ISOLIERTES MIKROPLASTIK AUS EINEM PEELING-PRODUKT. ....	- 19 -
ABBILDUNG 8: DIGITALE LERNUMGEBUNG ZU STATION 2. ABGERUFEN UNTER: <a href="https://www.home.uni-osnabrueck.de/nikreienhop/">HTTPS://WWW.HOME.UNI-OSNABRUECK.DE/NIKREIENHOP/</a> .....	- 20 -
ABBILDUNG 9: AUFBAU DER STATION 3: "BEGRIFFLICHKEITEN - WAS UND WIE GROß IST MIKROPLASTIK?“ .....	- 21 -
ABBILDUNG 10: INFOTAFEL ZU STATION 3.....	- 22 -
ABBILDUNG 11: AUFBAU VON STATION 4: "MIKROPLASTIK IN DER UMWELT" - WIE ARBEITET DIE WISSENSCHAFT?". ....	- 23 -
ABBILDUNG 12: DICHTRE-TRENNAPPARATUR IN ANLEHNUNG AN DIE WISSENSCHAFTLICHE METHODE. ....	- 24 -
ABBILDUNG 13: BILDSCHIRMFOTO AUS DER DIGITALEN LERNUMGEBUNG. AUSSCHNITT AUS DEM ERKLÄRVIDEO ÜBER DIE VERSCHIEDENEN POLYMERARTEN. ....	- 25 -
ABBILDUNG 14: AUFBAU VON STATION 5: „BIOKUNSTSTOFFE - EINE LÖSUNG FÜR DIE ZUKUNFT?“ .....	- 25 -
ABBILDUNG 15: INFOTAFEL ZU STATION 5.....	- 27 -
ABBILDUNG 16: INFOTAFEL UND DIGITALE LERNUMGEBUNG ZU STATION 6.....	- 28 -
ABBILDUNG 17: EXPERIMENT ZUR MÜLLTRENNUNG. ....	- 29 -
ABBILDUNG 18: AUSSCHNITT AUS DER DIGITALEN LERNUMGEBUNG ZU STATION 6. ....	- 29 -
ABBILDUNG 19: A. BEGLEITHEFT UND UMWELTQUARTETT; B. AUSGEWÄHLTE KARTEN DES UMWELTQUARTETTS. ....	- 30 -
ABBILDUNG 20: BROSCHÜRE UND STICKER ZUM KURSFORMAT.....	- 31 -
ABBILDUNG 21: INHALT DES ENTWICKELTEN EXPERIMENTIER-SETS FÜR EINEN DIGITALEN WORKSHOP. ....	- 35 -
ABBILDUNG 22: MESSESTAND AUF DER KLIMOS 2021 ZUR PLASTIKMÜLLPROBLEMATIK. ....	- 37 -
ABBILDUNG 23: GESCHLECHTERVERHÄLTNIS DER STICHPROBE (N = 50) ZUM KURSFORMAT "PLASTIK – FLUCH ODER SEGEN?“ .....	- 38 -
ABBILDUNG 24: ALTERSVERTEILUNG DER STICHPROBE ZUM KURSFORMAT "PLASTIK - FLUCH ODER SEGEN?" ..	- 39 -
-	
ABBILDUNG 25: BEWEGGRÜNDE FÜR DIE ANMELDUNG ZUM KURSFORMAT "PLASTIK - FLUCH ODER SEGEN?". DIE DATENBESCHRIFTUNG GIBT DIE ABSOLUTEN HÄUFIGKEITEN AN. ....	- 40 -
ABBILDUNG 26: ERWARTETE INHALTE UND KOMPETENZEN DURCH DIE KURSTEILNEHMENDEN. DIE DATENBESCHRIFTUNGEN GEBEN DIE ABSOLUTEN HÄUFIGKEITEN AN.....	- 41 -



ABBILDUNG 27: GEWICHTUNG VERSCHIEDENER METHODISCHER UND MEDIALER ASPEKTE IM KURSVERLAUF. DIE TEILNEHMENDEN WURDEN GEBETEN, DIE VERORTUNG DER ASPEKTE AUF EINER SKALA VON 1-100 ZU GEWICHTEN.....	- 41 -
ABBILDUNG 28: EVALUATION ZUM KURSVERLAUF IN BEZUG AUF DEN GRAD DER BETREUUNG UND GRUNDLEGENDEM LERNERFOLG. DIE DATENBESCHRIFTUNGEN GEBEN DIE ABSOLUTEN HÄUFIGKEITEN AN. .-	42 -
ABBILDUNG 29: EVALUATIONSTEIL ZUM STRUKTURELLEN UND INHALTLICHEN VERSTÄNDNIS. DIE DATENBESCHRIFTUNGEN GEBEN DIE ABSOLUTEN HÄUFIGKEITEN AN. ....	- 43 -
ABBILDUNG 30: AUSWERTUNG DER KURSMATERIALIEN IN HINBLICK AUF DIE FÖRDERUNG DES LERNVERMÖGENS. DIE DATENBESCHRIFTUNGEN GEBEN DIE ABSOLUTEN HÄUFIGKEITEN AN. ....	- 44 -
ABBILDUNG 31: EINSTUFUNG DES KURSNIWEAUS DURCH DIE TEILNEHMENDEN. ALLE ANGABEN ENTSPRECHEN HIER DER RELATIVEN HÄUFIGKEIT. ....	- 44 -
ABBILDUNG 32: EVALUATION ZUR KURSDAUER. ALLE ANGABEN ENTSPRECHEN HIER DER RELATIVEN HÄUFIGKEIT.....	- 45 -
ABBILDUNG 33: EVALUATION ZUR ERFÜLLUNG DER ERWARTUNGEN AN DIE VERANSTALTUNG. ALLE ANGABEN ENTSPRECHEN HIER DER RELATIVEN HÄUFIGKEIT. ....	- 45 -
ABBILDUNG 34: WEITEREMPFEHLUNG DES KURSFORMATS DURCH DIE TEILNEHMENDEN AN FAMILIE, FREUNDE ETC. DIE DATENBESCHRIFTUNGEN ENTSPRECHEN DEN ABSOLUTEN HÄUFIGKEITEN.....	- 46 -
ABBILDUNG 35: GESCHLECHTERVERHÄLTNIS DER STICHPROBE ZUR URLAUBERBILDUNG 2023). ....	- 48 -
ABBILDUNG 36: ALTERSVERTEILUNG DER STICHPROBE ZUR URLAUBERBILDUNG 2023. ....	- 48 -
ABBILDUNG 37: MOTIVATIONSGRÜNDE FÜR EINE KURSTEILNAHME. DIE DATENBESCHRIFTUNGEN ENTSPRECHEN DEN ABSOLUTEN HÄUFIGKEITEN. ....	- 49 -
ABBILDUNG 38: EVALUATIONSERGEBNISSE ZUM VERANSTALTUNGSVERLAUF. DIE DATENBESCHRIFTUNGEN ENTSPRECHEN DEN ABSOLUTEN HÄUFIGKEITEN. ....	- 50 -
ABBILDUNG 39: BEITRAG DER VORTRAGSELEMENTE ZUM LERNERFOLG. DIE DATENBESCHRIFTUNGEN ENTSPRECHEN DEN ABSOLUTEN HÄUFIGKEITEN. ....	- 50 -
ABBILDUNG 40: EVALUATIONSERGEBNISSE ZUM TRANSFER DER KURSINHALTE. DIE DATENBESCHRIFTUNGEN ENTSPRECHEN DEN ABSOLUTEN HÄUFIGKEITEN. ....	- 51 -
ABBILDUNG 41: GESAMTBEWERTUNG DES FORMATIS DER URLAUBERBILDUNG. DIE DATENBESCHRIFTUNGEN ENTSPRECHEN DEN ABSOLUTEN HÄUFIGKEITEN. ....	- 51 -

## TABELLENVERZEICHNIS

TABELLE 1: ZEITLICHE VERSCHIEBUNG DER ARBEITSPAKETE (IN ROT DARGESTELLT: QUARTALE, IN DENEN EINE WEITERARBEIT AM ARBEITSPAKET NICHT ODER NUR BEGRENZT MÖGLICH WAR; IN GRÜN DARGESTELLT: RESULTIERENDE VERLÄNGERUNG).....	- 5 -
TABELLE 2: GRUNDSTRUKTUR DER ENTWICKELTEN KURSFORMATE.....	- 8 -
TABELLE 3: INHALTSÜBERSICHT ZU DEN EINZELNEN STATIONEN.....	- 13 -
TABELLE 4: INHALTLICHE UNTERSCHIEDE IN DEN JEWEILIGEN NIVEAUSTUFEN BEIM EINFÜHRUNGSVORTRAG.....	- 15 -
TABELLE 5: DURCHGEFÜHRTE VERANSTALTUNGEN IM PROJEKTVERLAUF.....	- 31 -
TABELLE 6: ABLAUF DES FORMATES URLAUBERBILDUNG MIT DEN BEHANDELTEN THEMEN SOWIE EINGESETZTEN EXPERIMENTEN.....	- 33 -
TABELLE 7: ÜBERSICHT ZUM FORTBILDUNGSKONZEPT IN DER ERWACHSENENBILDUNG.....	- 36 -
TABELLE 8: ZEITUNGSBERICHTE UND ÖFFENTLICHKEITSFORMATE ZUM PROJEKT.....	- 56 -

## **1 Zusammenfassung**

Das Projekt „Plastik, Mikroplastik und Plastikmüllvermeidung“ - Durchführung und Evaluation von experimentell ausgerichteten Kursabenden in der Erwachsenenbildung“ verfolgte die übergeordnete Zielsetzung, experimentell ausgerichtete Kurse zur Plastikmüll- und Mikroplastikproblematik zu konzipieren, durchzuführen und zu evaluieren. Als Zielgruppe wurden interessierte Bürgerinnen und Bürger angesprochen, sodass die Kurse vornehmlich in dem offenen Angebot kooperierender Institutionen der Erwachsenenbildung angeboten wurden.

Das schwerpunktmäßig konzipierte Kursformat gliedert sich in einen Einführungsvortrag, eine ausgeprägte Experimentalphase, in welcher die Experimente in Stationsarbeit bearbeitet werden können, sowie eine Abschlussdiskussion, in der unter Einbezug der Teilnehmenden Lösungsansätze und best-practice-Beispiele erarbeitet werden. Die entwickelten Kontexte sprechen insbesondere die Bereiche „Kunststoffe im Alltag“, „Eintragsquellen von Mikroplastik in die Umwelt“, „Begrifflichkeiten rund um Mikroplastik“, „Methoden der Wissenschaft“ sowie „Biokunststoffe und Lösungsansätze“ an. Hiermit stellt das Experiment immer den zentralen Gegenstand zum Erkenntnisgewinn an der jeweiligen Station dar.

Im Rahmen einer dreistufigen Begleitevaluation wurden zentrale Elemente der Konzeption evaluiert und Kriterien identifiziert, die als förderlich für die Konzeption und den Erfolg dieser Formate angesehen werden können. Es hat sich gezeigt, dass für die Teilnehmenden insbesondere das angebotene Thema sowie der Erwerb von im Alltag anwendbarem Wissen von Relevanz ist. Das Experiment wurde, neben dem Einführungsvortrag als besonders lernförderlich bewertet. Zudem wurde die enge Verzahnung von Theorie und Praxis als gewinnbringend genannt. Die Resonanz zum innovativen Kurskonzept war sehr positiv.

Basierend auf dem Hauptkonzept wurden während Pandemie-bedingten Beschränkungen abgewandelte Formate, wie z.B. ein Online-Workshop und ein Messestand, entwickelt und durchgeführt. In Zusammenarbeit mit der KEB Ostfriesland wurde zudem ein Urlauberbildungsformat entwickelt. Hierbei wird ein Diskussionsvortrag zur Plastikproblematik mit Experimenten unterlegt. Eine kurze begleitende Evaluation zeigte ebenfalls hier einen deutlich positiven Einfluss des Experimentes auf die verständliche Darstellung fachlicher Sachverhalte. Zudem wurde dieses als willkommene Abwechslung für das klassische Vortragsformat wahrgenommen.

Die entwickelten Formate werden auch über das Projektende hinweg angeboten und über Fortbildungsveranstaltungen werden zentrale Projektinhalte vermittelt, um eine größere Reichweite zu generieren.

## 2 Anlass und Zielsetzung des Projektes

Eine wichtige Gruppe von Materialien, die aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken ist, sind die Kunststoffe. Mit Eigenschaften wie Beständigkeit, Formbarkeit, Leichtigkeit und der kostengünstigen Herstellung stellen Kunststoffe einen äußerst wertvollen, allseitigen Werkstoff dar (Koltzenburg et al., 2014). Die Kunststoffproduktion stieg in den letzten Jahren stetig auf mittlerweile 359 Millionen Tonnen jährlich an (PlasticsEurope, 2019). Obgleich Plastik, entsprechend seiner vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten, insbesondere in der Industrie einen hohen Stellenwert einnimmt, so rücken mit der wachsenden Produktionsrate und einem unkontrollierten Umgang mit Plastik auch die negativen Aspekte in den Fokus. Der Mensch ist heute einer der größten Einflussfaktoren auf Ökosysteme und Biodiversität (Steffen et al., 2015). So gehen auch mit der Freisetzung von Plastikmüll in die Umwelt weitreichende Folgen einher. Nicht zu übersehende Ansammlungen von Makro- und Mesoplastik an Stränden und im Meer fragmentieren mit der Zeit in immer kleinere Plastikpartikel. Licht, UV-Strahlung, Salzeinfluss, Wellengang und Temperatur sind hierbei entscheidende Umweltfaktoren, die diesen Prozess beeinflussen (Browne et al., 2011). Erreicht diese Art der Degradation eine Partikelgröße von unter 5 mm, spricht man von Mikroplastik. Man spricht bei einer Freisetzung von Mikroplastik infolge äußerer Umwelteinflüsse auch vom „sekundären Mikroplastik“. Darüber hinaus gibt es kleinste Plastikpartikel, die auf direktem Wege in die Umwelt getragen werden. So handelt es sich bei „primärem Mikroplastik“ um Plastikpartikel, die bereits in dem Größenbereich von unter 5 mm produziert werden oder aufgrund einer durch den Menschen verursachten Abnutzung größerer Plastikteile in die Umwelt gelangen. Klassische Beispiele sind z.B. die in der Kosmetikindustrie produzierten „Microbeads“, die für einen wohlfühlenden Abrieb von Hautschuppen und einem Peelingeffekt sorgen sollen sowie Kunststoffpellets, die in der Kunststoffindustrie weit verbreitet sind. Bei primärem Mikroplastik, das infolge einer menschlichen Nutzung in die Umwelt freigesetzt wird, muss insbesondere zwischen Reifenabrieb und bei der Textilwäsche durch Abrieb freigesetzten polymeren Fasern unterschieden werden. (Bertling et al., 2018) Das auf diesem Wege in die Umwelt freigesetzte Mikroplastik migriert über Luft, Gewässer und Boden und bringt weitreichende, noch nicht abschätzbare Folgen für Flora und Fauna mit sich (Kawecki & Nowack, 2019).

Das multidimensionale Thema „(Mikro-)Plastik und seine Auswirkungen auf die Umwelt“ hat sich in den letzten Jahren nicht nur zu einem vielseitigen Forschungsfeld der Wissenschaft entwickelt, sondern erfährt seit einigen Jahren auch zunehmend mediale Aufmerksamkeit.

So wird äußerst intensiv in Gesellschaft, Politik und Wissenschaft über den steigenden Eintrag von Plastikmüll und Mikroplastik in die Umwelt und dessen Folgen diskutiert. Wenngleich dieses hochaktuelle Thema zwar bereits in einigen schulischen Kontexten Anwendung erfährt, gibt es noch keinerlei praxisbezogene Angebote im Rahmen der Erwachsenenbildung (Vortmann et al., 2019).

Zu einer gesellschaftlichen Unterstützung dieses Projektes ist es folglich wichtig, neben Schüler\*Innen auch interessierte Bürger\*Innen über das Thema "Kunststoffeintrag in die Umwelt unter besonderer Berücksichtigung des Mikroplastiks" zu informieren und diesen die Möglichkeit geben, sich aktiv und experimentell mit den Herausforderungen und Konsequenzen eines Plastikkonsums auseinanderzusetzen. Im Sinne einer Bildung für eine nachhaltige Entwicklung sollen im Rahmen dieses Projektes Transformationsstrategien entwickelt und durchgeführt werden, um den menschlichen Einfluss infolge einer unkontrollierten (Mikro-)Plastikfreisetzung zu minimieren und nachhaltig entgegenzuwirken. So berührt die skizzierte Thematik auch in Hinblick auf die 2016 in Kraft getretenen Sustainable Development Goals (SDGs) der vereinten Nationen gleich mehrere Ziele wie z.B. "3) Gesundheit und Wohlergehen", "6) Sauberes Wasser", "11) Nachhaltige Städte und Gemeinden", "12) Nachhaltiger Konsum und Produktion", "14) Leben unter Wasser" oder "15) Leben an Land" (Vereinte Nationen, 2015).

Ziel des Projektes ist es aus eingangs dargestellten Anlässen, die Thematik des „Plastikmülls und die Freisetzung von Mikroplastik in die Umwelt“ in der Erwachsenenbildung zu implementieren.

Unter dem Arbeitstitel "Plastik - ein unumgänglicher Begleiter im Leben?!" soll zu entsprechenden Kursabenden in der Erwachsenenbildung eingeladen werden. Diese Abende verlaufen entsprechend folgender übergeordneter Struktur:

- Einführender Vortrag zum Thema Plastik- und Mikroplastik in Haushalt und Umwelt
- Durchführung von anschaulichen Basis-Experimenten zu den Themen Plastik und Mikroplastik und Untersuchung mitgebrachter Umwelt- und Kosmetikproben
- Diskussion über mögliche Alternativen zu Plastik bzw. Mikroplastik; Entwicklung von Handlungsempfehlungen und Müllvermeidungsstrategien
- Vorstellung einiger ausgewählter "best-practice"-Beispiele im Bereich der Vermeidung von Plastikmüll
- Abschlussbesprechung.

Für das beantragte Projekt lassen sich zusammengefasst die folgenden Zielgruppen klassifizieren, für die im Projekt verschiedene Zielsetzungen erreicht werden sollen:

Zielgruppe 1: Nicht mehr schulpflichtige Bürger\*Innen, die über keinerlei bis wenig Vorwissen zum Themenfeld Plastik und Mikroplastik verfügen (Anfänger). Es ist geplant, hier ca. 30-35 Kursabende in verschiedenen Bundesländern mit jeweils ca. 12-15 Teilnehmer\*Innen durchzuführen, somit sollen ca. 500 Bürger\*Innen erreicht werden.

Zielgruppe 2: Nicht mehr schulpflichtige Bürger\*Innen, die über verschiedene Bildungskanäle (z.B. Engagement im Umweltschutz über den BUND, Literaturrecherche, etc.) über grundlegende Informationen zum Themenfeld Plastik und Mikroplastik verfügen (Fortgeschrittene). Hier ist geplant, ca. 15 Kursabende in verschiedenen Bundesländern mit jeweils 12-15 Teilnehmer\*Innen durchzuführen, somit sollen auf diesem Wege ca. 225 Bürger\*Innen erreicht werden.

Zielgruppe 3: Dozent\*Innen im Bereich der Erwachsenenbildung. Nach Abschluss der Kursabende innerhalb des hier beantragten Projektes sollen Fortbildungen für Dozent\*Innen in der Erwachsenenbildung durchgeführt werden. Es sollen Kompetenzen vermittelt werden, die es erlauben, dass die Kursabende nach Ablauf des Projektes ohne weiteren externen Einfluss verstetigt werden könnten.

So wird bei der Konzeption des Kursangebotes auf eine entsprechende didaktische Reduktion und angepasste methodische Vorgehensweise geachtet. Jedoch lässt sich zusammenfassend für alle drei Zielgruppen folgende übergeordnete Zielsetzung formulieren:

*Die Projektteilnehmer\*Innen sollen sich umfassend mit der Thematik "Plastik, Mikroplastik und Plastikmüllvermeidung" auseinandersetzen, verschiedene naturwissenschaftliche Experimente zur Thematik durchführen, eigene mitgebrachte Proben auf das Vorhandensein von Kunststoffen analysieren, ihr eigenes (Plastik-)Konsumverhalten kritisch überdenken und Handlungsstrategien zur Reduktion des Plastikeintrages in die Umwelt entwickeln.*

### 3 Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Über den Projektzeitraum wurden entsprechend der Zielgruppe unterschiedliche Formate entwickelt und im Rahmen der Begleitforschung evaluiert.

Aufgrund der Corona-Pandemie gab es Einschränkungen im ursprünglich beantragten Projektverlauf, sodass einzelne Arbeitspakete zeitlich verzögert bearbeitet wurden (vgl. Tabelle 1). Dies betraf insbesondere die Arbeitsschwerpunkte, die die Beteiligung von interessierten Bürgerinnen und Bürgern voraussetzten.

In der ersten Konzeptionsphase bis Ende 2020 wurden ein Anfänger- sowie ein Fortgeschrittenen-Format entwickelt, die insbesondere die Kommunikation von fachwissenschaftlichen Erkenntnissen zur Thematik in den Fokus nahmen. Die Durchführung erfolgte in Absprache mit mehreren Bildungswerken überwiegend in der Region Osnabrück-Oldenburg-Emden und wurde aufgrund Corona-bedingter-Verzögerungen erst Anfang 2023 abgeschlossen. Während der Projektlaufzeit zeichnete sich seitens der Erwachsenenbildungsträger eine erhöhte Nachfrage nach einem Vortrag-gestütztem Angebot ab, sodass ein weiteres Konzept für die sogenannte Urlauberbildung verstärkt entwickelt wurde. Dieses wurde jeweils in den Sommerferien 2022 und 2023 erfolgreich durchgeführt. Die Urlauberbildung wurde ebenfalls evaluiert.

In Zusammenarbeit mit weiteren Institutionen wurden zudem Messeformate entwickelt und durchgeführt, um auch potenziell interessierten Bürgerinnen und Bürgern einen niedrigschwellen Zugang bieten zu können.

#### 3.1 Zeitlicher Ablauf des Projektes und Arbeitspakete

Das Projekt wurde zum Erreichen der Zielsetzungen in sechs Arbeitspakete unterteilt, die nach einer corona-bedingten Projektverlängerung um neun Monate im Zeitraum von November 2019 – Juli 2023 bearbeitet wurden.

Nachfolgend werden die Arbeitspakete sowie die angewandten Methoden näher vorgestellt.

*Tabelle 1: Zeitliche Verschiebung der Arbeitspakete (in Rot dargestellt: Quartale, in denen eine Weiterarbeit am Arbeitspaket nicht oder nur begrenzt möglich war; in Grün dargestellt: resultierende Verlängerung)*

	2019	2020				2021				2022				2023		
Quartal	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	Juli
AP 1			→													
AP 2			→	→	→											
AP 3			→	→												

AP 4																		
AP 5																		
AP 6																		

**AP 1: Entwicklung der Kursabende in zwei Niveaustufen**

Im Rahmen dieses Aufgabenpaketes wurden zwei Kursformate entwickelt, die in unterschiedlichen Niveaustufen die Plastikmüll- und Mikroplastikproblematik thematisieren. Zentraler Gegenstand der Erarbeitung war in beiden Formaten das Experiment, beim Fortgeschrittenen-Kurs wurden zusätzliche Inhalte, insbesondere zur Generierung von Forschungsergebnissen thematisiert. Die Entwicklung der ersten Kurskonzepte begann planmäßig und wurde grundsätzlich im 3. Quartal 2020 fertiggestellt. Im Projektverlauf wurden jedoch basierend auf Rückmeldungen der Teilnehmenden die Formate angepasst und zunehmend verbraucher-relevante Fragestellungen in den Verlauf integriert.

**AP 2: Konzeption und Pilotierung der empirischen Studien**

Die Konzeption der empirischen Studie begann ebenfalls planmäßig Anfang 2020. Die Pilotierung konnte aufgrund der Corona-Pandemie erst im August 2020 in einmaliger Form erfolgen, da Pandemie-bedingte Einschränkungen die Durchführung Ende 2020 und Anfang 2021 verhinderten. Anfang 2021 wurde die Pilotierung abgeschlossen. Im Rahmen der Begleitstudie galt es neben einigen demographischen Angaben vornehmlich die Formate evaluativ auszuwerten. Zudem wurde eine Begleitstudie zum Einfluss auf das Umweltverhalten durchgeführt.

**AP 3: Pilotierung der entwickelten Kursabende**

Die Pilotierung der Kurse verzögerte sich aufgrund von Corona bis Ende 2020. Im August 2020 wurde der Anfänger-Kurs das erste Mal in Zusammenarbeit mit dem Bildungswerk Cloppenburg durchgeführt.

**AP 4: Durchführung der Kursabende**

Aufgrund wiederholter Corona-Beschränkungen konnte die Durchführung der Kurse erst Mitte 2021 beginnen. Um trotz großer Einschränkungen im Projektverlauf eine angemessene Anzahl an Kursen anbieten zu können, wurde die Durchführung bis einschließlich 2022 verlängert. Einzelne Termine wurden noch bis Projektende angeboten. Insgesamt konnten über den Projektzeitraum 16 Veranstaltungen durchgeführt werden. Zudem wurde für einen digitalen Workshop im Frühjahr 2021 ein Heim-Experimentierset an die Teilnehmenden verschickt.



### **AP 5: Auswertung**

Aufgrund der verspäteten Durchführungen ergaben sich auch in der Datenanalyse Verzögerungen, sodass die Auswertung nicht wie geplant im Juli 2021, sondern erst zu Beginn des Jahres 2023 begann, um eine möglichst große Stichprobe einzubeziehen.

### **AP 6: Fortbildung**

Mit dem Ziel der Verstetigung wurden ab Ende 2022 Fortbildungsformate für Dozierende der Erwachsenenbildung entwickelt. Ein weiteres Ziel bestand darin, durch die Einbeziehung dieser eine größere Zielgruppe zu erreichen. Zudem wurde auf Basis der neu entwickelten Experimente ein Fortbildungskonzept für Lehrende der Sekundarstufe II entwickelt, um die neuen Konzepte auch in die Ausbildung älterer Schülerinnen und Schüler zu transferieren.

## **3.2 Struktur der Kursformate**

Für das vorliegende Projekt wurden zwei Kursformate mit einer Differenzierung der Inhalte in ein Anfänger- und Fortgeschrittenen-Niveau entwickelt. Die Konzeption basiert zum Teil auf bereits bestehende Experimente aus dem Schülerlabor-Angebot des GreenLab\_OS der Chemiedidaktik der Universität Osnabrück. Dieses Schülerlabor wurde vor Antragsstellung erfolgreich durchgeführt und aufgrund des Feedbacks der Teilnehmenden und hohen Buchungszahlen wurden die Experimente als erfolgreiche Ausgangslage ausgewählt. Da in der Erwachsenenbildung aber mit einer deutlich größeren Heterogenität als in Schulklassen zu rechnen ist, wurden lediglich die Experimente extrahiert und in neue Kontexte und Fragestellungen überführt. Die Kursveranstaltung sollte von Beginn an im Wahlbereich des Programmes verschiedener Bildungswerke implementiert werden. Um die Motivation auch im Kursverlauf möglichst hochzuhalten, wurde auf lange Einführungstexte und umfangreiche Aufgabenstellungen verzichtet. Dies steht im deutlichen Gegensatz zum SchülerInnen-Angebot.

Analog zum Schülerlabor wurde die Methode der Stationsarbeit aufrechterhalten, um den Teilnehmenden eine Schwerpunktbildung nach persönlichem Interesse zu ermöglichen. Um die unterschiedlichen Vorerfahrungen der Teilnehmenden selbst innerhalb einer Niveaustufe zu berücksichtigen, wurden verschiedene Differenzierungsmaterialien entwickelt, die naturwissenschaftliche Hintergründe passend zum Experiment erläutert haben. Zudem wurde für ein einfaches Absolvieren eine digitale Lernumgebung erstellt, die den Teilnehmenden die Möglichkeit gab, weitere Quizfragen und Hintergründe zur jeweiligen Station abzurufen. Den Teilnehmenden wurde zu Beginn eine Broschüre an die Hand gegeben, die die Experimente nochmals analog erklärte und wichtige Hinweise zum sicheren und

erfolgreichen Experimentieren gab. Die Broschüre bot zudem noch den Vorteil, die Experimente zuhause mit Familie bzw. Freunden nachmachen zu können, da vollständige Anleitungen abgedruckt waren. Bei der Konzeption wurde stets drauf geachtet, mit einfachen haushaltsnahen Materialien und Haushaltschemikalien zu arbeiten, um sowohl Bedenken beim Experimentieren abzubauen und die Möglichkeit der einfachen Wiederholung im Nachgang mit Haushaltsmitteln gewährleisten zu können.

Beide Kursformate folgten dem gleichen Ablauf, der im Folgenden kurz dargestellt werden soll (vgl. Tabelle 2). Das Kursformat begann mit einer kurzen Vorbesprechung unter Einbezug des Teilnehmenden Teilnehmenden. Mittels interaktiver Elemente wurden die Teilnehmenden zur Aktivierung des eigenen Vorwissens aufgefordert und konnten bereits den Veranstaltungsverlauf mit steuern. Nachdem, abhängig vom Niveau, einige fachliche Grundlagen zu den Themen Nachhaltigkeit und Plastikmüll/Mikroplastik erläutert wurden, wurden die Experimente vorgestellt, um mögliche Bedenken und Hemmungen zum Experimentieren bestmöglich abbauen zu können. Es folgte eine rund 2-stündige Experimentalphase, in der die Teilnehmenden in Kleingruppen die Gelegenheit zum Bearbeiten der Experimente hatten. Die Zuordnung erfolgte auf Interessenbasis. Nach Beendigung einer Station wurde frei rotiert. In direkten Gesprächen mit den Kleingruppen wurde bereits in verstärktem Austausch getreten. Dieser wurde in der abschließenden Diskussionsphase in der gesamten Gruppe vertieft. Nach einer kurzen Zusammenfassung der fachlichen Experimentalinhalte wurden Lösungsthematiken für die Zukunft gemeinsam erarbeitet. Zudem wurden einige best-practice-Beispiele, sowohl von den Teilnehmenden als auch von der Veranstaltungsleitung, genannt. Die Möglichkeit zum Erfahrungsaustausch wurde gegeben. Die genauen Inhalte und konzeptionellen Ergebnisse werden in Kapitel 4.1 vorgestellt.

*Tabelle 2: Grundstruktur der entwickelten Kursformate.*

Phase	Medien/Material	Methode	Zeitl. Umfang
<b>Einführungsvortrag</b>	PowerPoint-Folien, Anschauungsmaterial	Interaktiver Vortrag, Plenumsgespräch	50 min
<b>Erarbeitungsphase</b>	Experimentiermaterial Broschüre, Infotafeln, digitale Lernumgebung	Angeleitete Gruppenarbeit	100 min
<b>Diskussionsphase/Sicherung</b>	PowerPoint-Folien, Anschauungsmaterial	Austausch im Plenum mit Vortragsanteil	30 min

### **3.3 Weitere konzeptionelle Arbeiten**

Neben dem Projektschwerpunkt in Form der Kurskonzeption in Kapitel 3.2 und der in Kapitel 3.4 vorgestellten Begleitforschung wurden noch weitere Konzepte entwickelt und pilotiert, die 1) den digitalen Bereich, 2) den Fortbildungsbereich und 3) den Messe/Ausstellungsbereich abdecken sollen. Im Folgenden werden auch zu diesen Konzepten methodisch-didaktische Aspekte dargestellt.

#### **3.3.1 Digitales Workshop-Angebot**

Um auch während der Kontaktbeschränkungen im Rahmen der Corona-Pandemie Kurse anbieten und durchführen zu können, wurde ein digitales Kursformat auf Basis der für den Hauptkurs entwickelten Inhalte mit einer Dauer von 90 min entwickelt. Die Durchführung erfolgte in Zusammenarbeit mit der „Scientist For Future“- Regionalgruppe Osnabrück als Abschluss der Vortragsreihe „Klimawandel und Klimaschutz“. Interessierte Bürgerinnen und Bürger konnten sich für den Workshop im März 2021 anmelden und gemeinsam mit den Projektverantwortlichen über eine Videokonferenz selbstständig Experimente durchführen. Die benötigten Materialien wurden im Vorfeld gepackt und entweder per kontaktloser Abholung an der Universität Osnabrück, Standort Westerberg, bereitgestellt oder über den regulären Postversand an die Teilnehmenden versendet.

Der Konzeption liegt ebenfalls ein Impulsvortrag zugrunde, der wesentliche Aspekte der Thematik Nachhaltigkeit näherbringt und rund um das Thema Kunststoffe informiert. Auch im Rahmen des Workshops wurde eine begleitende Broschüre erstellt, die die Teilnehmenden insbesondere in den integrierten Arbeitsphasen beim Experimentieren durch die Experimente führt. Um die Problemlösefähigkeit zu schulen, wurden einzelne Experimentalaufbauten gemeinsam im Plenum entwickelt. Die Ergebnisse der Experimente wurden im Plenum digital zusammengefasst, auf reale Alltagsbeispiele bezogen und diskutiert.

Bei dieser Konzeption stand insbesondere das Arbeiten mit alltagsnahen Haushaltsmaterialien im Fokus. Vor dem Hintergrund der Heimexperimente wurden ausschließlich Materialien des alltäglichen Gebrauchs, wie Gläser, Löffel und Küchensieb, eingesetzt.

#### **3.3.2 Messestand zur Plastikmüllproblematik**

Um weitere öffentlichkeitswirksame Projekte in Zeiten der Kontaktbeschränkung durchzuführen, wurde einzelne Inhalte der Hauptkonzeption abgewandelt und interessierte Bürgerinnen und Bürger konnten im Rahmen der Klimamesse Osnabrück Inhalte des Kurses in stark komprimierter Form erleben. Neben allgemeinen Infotafeln und nachgebauten

wissenschaftlichen Apparaturen aus der Mikroplastikforschung konnten die Besuchenden in kurzen „hands-on“-Experimenten die Thematik entdecken. Zusätzlich zu den Experimenten stand insbesondere der Austausch mit den Bürgerinnen und Bürgern im Fokus, um verbraucherrelevante Fragestellungen zum Umwelt- und Einkaufsverhalten zu beantworten. Die Veranstaltung diente auch als Bewerbung der entwickelten Hauptformate in Zusammenarbeit mit den Bildungswerken und wurde im Oktober 2021 auf der KlimOS in der Osnabrücker Innenstadt durchgeführt.

### **3.3.3 Urlauberbildung in den Sommerferien 2022 und 2023**

Um die Zielgruppe insbesondere in den Sommerferien zu erweitern, wurde im Sommer 2022 und 2023 das bestehende Kursformat abgeändert und die Inhalte in ein Urlauberbildungsformat transformiert. Nach einer doppelten Pilotierung 2022 wurde 2023 in Zusammenarbeit mit der katholischen Erwachsenenbildung Ostfriesland e.V. an drei Standorten an der Küste und auf den Inseln Ostfrieslands ein innovatives Vortragserlebnis für Urlauberinnen und Urlauber angeboten. Begleitend von einfachen und spannenden Hands-on-Experimenten wurden in einem Vortrag zur Thematik interaktiv mit den Teilnehmenden die Inhalte erarbeitet. Die Experimente wiesen einen direkten Bezug zu Phänomenen rund um das Thema Kunststoffe im Alltag auf.

### **3.3.4 Fortbildungsangebote**

Neben Bürgerinnen und Bürgern standen auch Beschäftigte im Weiterbildungsbereich im Fokus des Projektes. Um eine möglichst hohe Reichweite zu generieren, wurden Fortbildungskonzepte für den Bereich der Erwachsenenbildung und erweiterten Schulbildung entwickelt (Personen ab 16 Jahre).

Im Rahmen der Fortbildungsangebote erhielten die Teilnehmenden weiterführende Hintergrundinformationen zur Thematik und insbesondere vertiefend die didaktisch-methodischen Aspekte der Kurskonzeption vermittelt. Neben den notwendigen Vor- und Nachbereitungen der Kursformate für interessierte Bürgerinnen und Bürger wurden auch Tipps und Tricks zur Herstellung der Kunststoffproben und Zusammenstellung der benötigten Materialien vermittelt.

### **3.4 Begleitevaluation der durchgeführten Formate**

Sowohl die Kursveranstaltungen als auch das Format der Urlauberbildung wurden in einer Begleitstudie evaluiert. Das Design der beiden Evaluationen wird nachfolgend vorgestellt. Die Ergebnisse sind in Kapitel 4.7 dargestellt.

#### **3.4.1 Evaluation der Kursveranstaltungen**

Da die Kursveranstaltungen zum Zeitpunkt des Projektbeginns ein innovatives, bis dato einmaliges Angebot für die Erwachsenenbildung darstellten, wurden das Kurskonzept evaluiert und die Auswirkungen auf das Umweltbewusstsein der Teilnehmenden mit Hilfe bereits angewandter Skalen des Umweltbundesamtes erhoben (Umweltbundesamt 2019).

Die Erhebung erfolgte in einem Prä-Post-Follow Up-Design. Es wurden die Teilnehmenden jeweils zu Beginn, am Ende und sechs Wochen nach Abschluss des Kurses um die Teilnahme an einem Online-Fragebogen gebeten. Die Evaluation wurde mit Hilfe der Online-Software „SoSci Survey“ durchgeführt. Um auch Menschen ohne Mobilgerät die Teilnahme zu ermöglichen oder an Orten mit geringer Netzabdeckung die Evaluation durchführen zu können, wurden zudem analoge Fragebögen verteilt, die nachträglich in „SoSci Survey“ aufgenommen wurden. Die Auswertung erfolgte mittels der Software „IBM SPSS Statistics 28“.

Mit Hilfe der Evaluation sollten zum einen insbesondere der methodische Aufbau des Kurses, die Nutzung der einzelnen Kurselemente durch die Teilnehmenden sowie deren Erwartungen an die Veranstaltung erhoben werden, um Kriterien für ein erfolgreiches Experimental-Angebot in der Erwachsenenbildung aufstellen zu können. Somit wurden im Pre-Fragebogen Items zur Teilnahmemotivation sowie zu den Erwartungen an den Kurs in gestellt.

Im Post-Test wurden Items zum Betreuungsgrad, zum Verständnis, zum Niveau, zur Dauer sowie zu den eingesetzten Medien wie Infotafeln, Broschüre etc. evaluiert.

Im Follow Up Test wurde zudem erhoben, ob sich die Kursinhalte auch nach der Intervention im Alltag anwenden lassen.

Neben der methodischen Evaluation sollte zum anderen erhoben werden, ob die Intervention einen Einfluss auf das Umweltbewusstsein der Teilnehmenden hat. Hierzu wurden Skalen zu den Konstrukten Umweltaffekt, Umweltkognition sowie Umweltverhalten des Umweltbundesamtes aus der Erhebung zum Umweltbewusstsein in Deutschland 2018 genutzt (Umweltbundesamt 2019). Zudem wurde ein themenspezifisches Umweltverhalten zum Thema Plastikmüll erhoben. Alle diese Konstrukte wurden zu den drei Erhebungszeitpunkten abgefragt, um direkte (Post) oder längerfristige (Follow Up) Veränderungen messen zu können.

Um Veränderungen im Fachwissen rund um das Thema Plastikmüll und Mikroplastik zu messen, wurden zudem kurze fachwissenschaftliche Aspekte abgefragt.

### **3.4.2 Evaluation der Urlauberbildung 2023**

Nach dem Erfolg der Pilotierung des Formates für die Urlauberbildung im Jahr 2022 wurde 2023 das überarbeitete Format mit einem kurzen, begleitenden Fragebogen evaluiert. Hierbei standen ebenfalls die Motivation zur Teilnahme, die Struktur und Anknüpfung der Veranstaltung an das Vorwissen der Teilnehmenden sowie der Beitrag des Experimentes zum Lernerfolg und Transfer der behandelten Themen im Vordergrund. Zudem wurde im Rahmen der Gesamtbewertung das Interesse an einer Teilnahme am 3-stündigen Kursformat abgefragt. Die Erhebung wurde ebenfalls mittels der Software „SoSci Survey“ durchgeführt und mittels der Software „IBM SPSS Statistics 28“ ausgewertet.

## 4 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Kurskonzepte sowie der evaluativen Begleitforschung vorgestellt. Darüber hinaus werden auch weitere konzeptionelle Inhalte vorgestellt, die begleitend zum Hauptangebot entwickelt und durchgeführt wurden.

### 4.1 Vorstellung des Kursformates: „Plastik – Fluch oder Segen“

Nachfolgend werden die Ergebnisse des angewandten Kurskonzeptes im Projektverlauf vorgestellt. Nachdem innerhalb des ersten Projektjahres das erste Kursformat, basierend in Grundzügen auf dem bereits existierenden Schülerlaborangebot, fertiggestellt wurde, ergaben sich sowohl im Rahmen der Pilotierung als auch in weiteren Durchführungen Tipps und Hinweise, die eine stärker verbraucherorientierte Ausrichtung des Kurses forcierten.

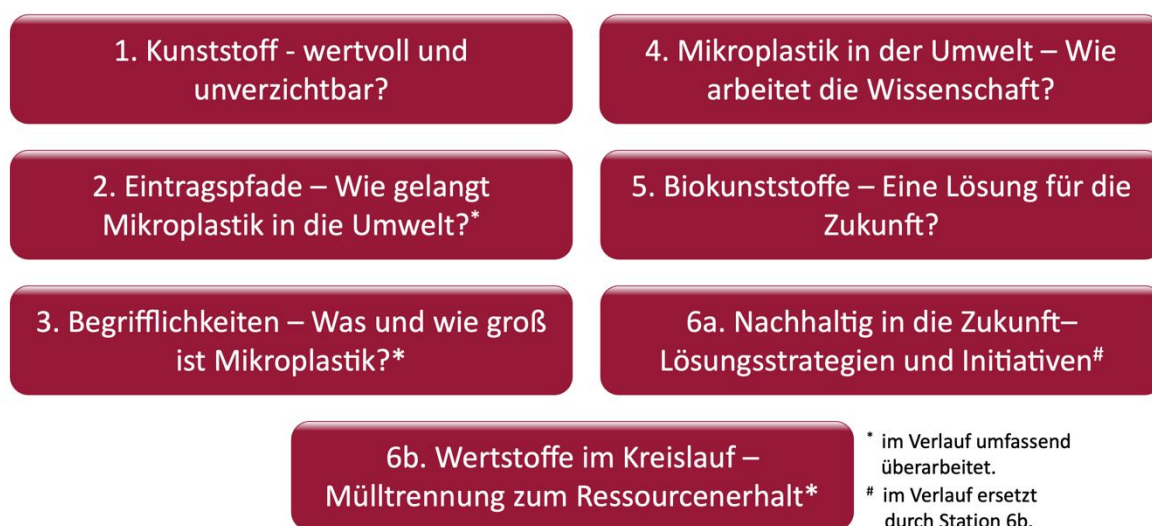


Abbildung 1: Kurzübersicht zu den angebotenen Kontexten der Kurskonzeption. Station 6a wurde nach einigen Durchführungen verworfen und durch Station 6b ersetzt. Station 2 und 3 wurden zudem überholt und verbraucherorientierter gestaltet.

Eine Kurzübersicht der ausgearbeiteten Kontexte der einzelnen Stationen sowie der Überarbeitungsgrad im Laufe des Projektes sind in Abbildung 1 dargestellt.

Bei der folgenden Ergebnisbeschreibung wird das Format in dem Aufbau vorgestellt, wie es zuletzt als final überarbeitete Variante angeboten wurde. Eine tabellarische Kurzübersicht des zuletzt durchgeführten Formates ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 3: Inhaltsübersicht zu den einzelnen Stationen.

Stationsname	Inhaltliches	Experiment
<b>1: Kunststoffe- Wertvolle, sinnvolle und unverzichtbare Materialien?</b>	Vor- und Nachteile von Kunststoffen, Einsatzgebiete von Kunststoffen	Das Windelwunder – Saugkapazität des funktionellen Polymers Natriumpolyacrylat

<b>2: Eintragspfade – Wie gelangt Mikroplastik in die Umwelt?</b>	Verschiedene Eintragspfade von Mikroplastik und deren Gewichtung, Maßnahmen der EU	Sortieren von Eintragspfaden nach Gewichtung; Isolation von MP aus (eigenen) Haushaltsprodukten
<b>3: Begrifflichkeiten – Was und wie groß ist Mikroplastik?</b>	Größenordnung von Polymeren, Größenbereich von Mikroplastik	Sortieren einer Strandprobe nach Materialklasse, Nachweis von Mikroplastik in einer Sandprobe mit Fluoreszenzlicht
<b>4: Mikroplastik in der Umwelt – Wie arbeitet die Wissenschaft?</b>	Dichte von Kunststoffen, Verschiedene Polymertypen	Schwimmverhalten von Kunststoffen in Gewässern, Trennen von Sediment und MP
<b>5: Biokunststoffe – Eine Lösung für die Zukunft?</b>	Biologisch abbaubar, biobasiert, Biopolymere als Alternative zu konventionellen Kunststoffen	Backen eines Biopolymers; Begutachtung eines weiteren, durch die Dozierenden im Vorfeld hergestellten Kunststoffes (PLA).
<b>6b: Wertstoffe im Kreislauf – Mülltrennung zum Ressourcenerhalt</b>	Trennung von Müll, Initiative „Mülltrennung wirkt“, Verpackungsgesetz	Sortieren einer Müllprobe, Überprüfen mittels Trenntabellen „Mülltrennung wirkt“

Die jeweiligen Stationen werden neben dem Experiment von weiteren Inhalten flankiert, die zum einen als Differenzierung der notwendigen Fachinhalte und zum anderen zur Vertiefung des jeweiligen Stationskontextes dienen. Hierzu zählen insbesondere eine digitale Lernumgebung sowie Infotafeln. Die Infotafeln sind vollständig im Anhang zu finden, die Lernumgebung zum gesamten Kurs wurde mit der Software Active presenter erstellt und ist unter folgendem Link abrufbar: <https://www.home.uni-osnabrueck.de/nikreienhop/test.html>.

Die begleitende Broschüre wird in Kapitel 4.1.9 vorgestellt und ist ebenfalls im Anhang zu finden.

Der allgemeine Ablauf der Veranstaltung wurde bereits in Kapitel 3.2 dargestellt. Im Einführungsvortrag werden zu Beginn insbesondere das Themenfeld Nachhaltigkeit eingeführt und über den alltäglichen Gebrauch von Kunststoffen der Teilnehmenden in die Kunststoffthematik eingestiegen. Nach einer kurzen fachlichen Klärung des Themas Polymere werden wissenschaftliche Grundlagen zur Größeneinordnung von Mikroplastik, zur Entstehung und Verbreitung sowie zu den gesundheitlichen Auswirkungen gegeben.

Beim entwickelten Angebot für Teilnehmende mit einer großen Menge an Vorwissen („Fortgeschrittenen-Niveau“) werden zunehmend die Methoden der Wissenschaft zur Kartierung von Mikroplastik und Erfassung der Kunststoffarten in der Umwelt vorgestellt. Zudem wird verstärkt aus chemischer Sicht auf das Thema Weichmacher eingegangen. Ein Stationskonzept zum Thema Weichmacher liegt ebenfalls als Angebot im Fortgeschrittenen-



Bereich vor, setzt aber aufgrund der erhöhten Gesundheitsgefahr eingesetzter Chemikalien besondere räumliche Voraussetzungen voraus.

Die Inhalte für die jeweiligen Einführungsvorträge der unterschiedlichen Niveau-Stufen sind der Tabelle 4 zu entnehmen.

*Tabelle 4: Inhaltliche Unterschiede in den jeweiligen Niveaustufen beim Einführungsvortrag.*

Grundlegendes Niveau	Fortgeschrittenes Niveau
Dimensionen der Nachhaltigkeit	Nachhaltigkeit in der Politik
SDG's und Planetare Leitplanken	Planetare Leitplanken unter der Lupe
Kunststoffe im Alltag	Kunststoffe aus chemischer Sicht
Vom Makro- zum Mikroplastik	Mikroplastik in der Umwelt
Quellen und Eintragspfade	Kartierung von Mikroplastik
Biokunststoffe	Politische Maßnahmen (EU)
Stationsvorstellungen	Stationsvorstellungen

#### **4.1.1 Station 1: Kunststoff – wertvoll und unverzichtbar?**

Bei der ersten Station steht der Kunststoff als Werkstoff und dessen Einsatz im Alltag im Fokus. Aufgrund der vielseitigen Modifikationsmöglichkeiten und dem geringen spezifischen Gewicht erfolgt ein Einsatz in vielen Branchen wie u.a. in der Medizin, Lebensmittelindustrie, Mobilitäts- und Kommunikationsbranche sowie dem Bausektor.

Zudem liegt der Stationsfokus auch auf der strukturellen Ebene der Kunststoffe, sodass die Lernenden sich an dieser Station genauer mit dem Begriff Polymer, einigen einfachen strukturellen Eigenschaften von Polymeren und somit auch mit deren funktionellen Eigenschaften (Struktur-Eigenschaftsbezug) beschäftigen können. Als Anschauungsmaterialien liegen an dieser Station gängige Produkte aus oder mit Kunststoff aus. So sind Handybauteile, Medizintechnik, Autoreifen und Verpackungsgegenstände alltägliche Produkte, die die Teilnehmenden nahezu tagtäglich nutzen. Auch der in der Babywindel eingesetzte Superabsorber ist ein Funktionskunststoff. Das sogenannte Natriumpolyacrylat ist ein Kunststoff, bestehend aus langen verzweigten Ketten, der ein Vielfaches (100-fach) des Eigengewichtes an Wasser einlagern kann. Das Wasser strömt aufgrund eines osmotischen Drucks ein. Der Kunststoff weist aufgrund der Natrium-Ionen einen hohen Salzcharakter auf, das hinzugegebene Wasser jedoch nicht. Der osmotische Druck sorgt dafür, dass Wasser in die Struktur des Kunststoffes einströmt und gebunden wird, um den Salzcharakter zu verringern.

Wenn die hinzugegebene Flüssigkeit jedoch auch Salze enthält (wie z. B. Urin), wird weniger Flüssigkeit gebunden, da der osmotische Druck insgesamt geringer ist.



Abbildung 2: Aufbau der Station 1 "Kunststoffe - Wertvoll und unverzichtbar?".

## Experiment

Anhand der Babywindel wird im Experiment die Struktur von Kunststoffen vertieft und die Wasseraufnahmefähigkeit des Funktionspolymeres Natriumpolyacrylat erklärt.

Die Teilnehmenden prüfen, wie viel Wasser eine handelsübliche Babywindel aufnehmen kann und notieren den ermittelten Maximalwert (ca. 1,5 L). Anschließend werden eine neue und die getestete Babywindel aufgeschnitten und miteinander verglichen. Es fällt auf, dass die Babywindel ein Pulver enthält, das bei Kontakt mit Wasser aufquillt. In einem weiteren Teilversuch wird dieses Pulver aus der Windel in ein Marmeladenglas überführt und zügig etwas Wasser hineingegeben. Das Wasser erstarrt schlagartig.

In der anschließenden Abbildung und Auswertung wird die Struktur des Kunststoffes dargestellt und die Teilnehmenden übertragen ihre Erkenntnisse auf die Aufnahmefähigkeit der Windel von Urin.

## Infotafel

Auf der begleitenden Infotafel erhalten die Teilnehmenden Einblicke in den strukturellen Aufbau von Kunststoffen sowie die Unterscheidung in die Obergruppen Duroplaste, Thermoplaste und Elastomere. Wichtige Anwendungsgebiete werden ebenfalls kurz erläutert.

## Digitale Lernumgebung

In der digitalen Lernumgebung zur Station 1 können die Teilnehmenden den Einstieg über eine Quizfrage in die Thematik wahrnehmen. Im Rahmen der Quizfrage werden unterschiedlichste Bereiche, in denen Kunststoffe omnipräsent sind, genauer vorgestellt und deren möglicher Verzicht wird hinterfragt.

In einem Erklärvideo werden die Geschichte der Kunststoffe seit den 1920er Jahren sowie deren

industrielle Produktion und Verbreitung seit den 1950er Jahren erläutert. Es wird auch auf den Einsatz von Weichmachern und Additiven im Rahmen der Produktion von Kunststoffen Bezug genommen. Das Video ist unter folgendem Link abrufbar:

<https://videos.simpleshow.com/BcUMA5qTf7>.



Abbildung 3: Lernumgebung zu Station 1, abgerufen unter: <https://www.home.uni-osnabrueck.de/nikreienhop/>

### 4.1.2 Station 2: Eintragspfade – Wie gelangt Mikroplastik in die Umwelt?

Station 2 nimmt die Quellen und Eintragspfade von Mikroplastik in die Umwelt in den Fokus. Basierend auf Schätzungen des Fraunhofer Institutes aus dem Jahre 2018 werden die Teilnehmenden zunächst aufgefordert, gängige Eintragspfade nach Gefühl zu gewichten und anschließend in der Lernumgebung mit den tatsächlichen Schätzungen zu vergleichen. Anschließend wird der zu Beginn der Entwicklung der Konzeption stark diskutierte Eintragspfad Kosmetika unter die Lupe genommen und im Experiment können verschiedene Kosmetikprodukte mit einer Kaffeepad-Maschine auf das Vorhandensein von Mikroplastik überprüft werden. In einem weiteren Schritt können die Teilnehmenden auf einfache Art und Weise mit Haushaltsmaterialien eine Rohseife entsprechend der persönlichen Vorlieben veredeln und mitnehmen.

Mikroplastik gelangt auf unterschiedlichsten Wegen in die Umwelt, allen voran ist hier der Plastikmüll in der Umwelt zu nennen, der mit der Zeit in Mikroplastik durch Umwelteinflüsse zerfällt. Aber auch bei der direkten Nutzung von Gegenständen aus Kunststoff werden Mikroplastikpartikel frei und in die Umwelt entlassen. Aktuellen Studien zufolge scheinen hier insbesondere der Reifenabrieb und die Abfallentsorgung die größten Mengen von bis zu 1 kg pro Person in Deutschland auszumachen. Im Vergleich hierzu wird über Kosmetika heutzutage kaum noch Mikroplastik in das Abwasser und die Umwelt eingetragen, da zahlreiche

Unternehmen auf den Einsatz von Mikroplastik in Kosmetika verzichten und stattdessen umweltverträglichere Ersatzstoffe einsetzen.



Abbildung 4: Aufbau der Station 2 „Eintragspfade - Wie gelangt Mikroplastik in die Umwelt?“.

### Zuordnungsspiel zu den Eintragspfaden

Auf Basis der vom Fraunhofer Institut 2018 herausgegebenen Werte, können die Teilnehmenden die Station mit einem Legespiel aus Holz zu den Eintragspfaden beginnen. Auf Holzkreisen sind jeweils die Eintragspfade „Reifenabrieb“, „Abfallentsorgung“, „Wäsche waschen“ und „Kosmetika“ angegeben. Nach persönlichem Empfinden sollen die Teilnehmenden diese einer qualitativen Aussage über die freiwerdende Menge an Mikroplastik (Hoch, mittel, gering) zuordnen. Entgegen der großen medialen Aufmerksamkeit stellen die Teilnehmenden zumeist fest, dass Mikroplastik einen vergleichsweise geringen Anteil an



Abbildung 5: Zuordnungsspiel der Eintragspfade von Mikroplastik.

freiwerdenden Mikroplastik einnimmt. Ein, insbesondere zu Beginn des Projektes, deutlich



weniger präsender Faktor, der Reifenabrieb, hat im Vergleich den höchsten Eintrag. Eine Übertragung der Ergebnisse in die Broschüre ist über beiliegende Sticker möglich.

## Experimente

Im zugehörigen Experiment können die Teilnehmenden zunächst unterschiedlichste Kosmetikprodukte (Nagellack, Make Up-Produkte, Duschgel, Shampoo und Peeling) mit Hilfe der Zutatenliste auf die Inhaltsstoffe hin untersuchen. In Produkten mit einem festen Inhaltsstoff, z.B. das Reibemittel in einem Peeling oder den Glitzer und Make Up-Produkten, lässt sich dieser mit Hilfe der Kaffeepadmaschine isolieren (vgl. Abbildung 4 und Abbildung 7). Hierzu wiegen die Teilnehmenden ca. 3 ml/g ein und spülen diese mit der



Abbildung 7: Isoliertes Mikroplastik aus einem Peeling-Produkt.

Kaffeemaschine. Nach einigen Spülgängen ist das Filtrat klar und der feste Bestandteil verbleibt in dem eingesetzten Kaffeefilter. Mit Hilfe von Apps wie *ToxFox* und *Codecheck* finden die Teilnehmenden anschließend, angeleitet von einem Betreuendem, heraus, welcher Inhaltsstoff die festen Produkte darstellt. Es wurde zudem deutlich gemacht, dass nicht jedes Produkt Mikroplastik enthält und mittlerweile zumeist drauf verzichtet wird. Stattdessen werden heute gängige Alternativen wie Traubenkerne und Aktivkohle isoliert, die im zweiten Experimentierteil noch vertieft wurden. Im zweiten Experiment stellten die Teilnehmenden eine eigene Seife her, indem Sie ausgewählte Rohseifenmassen mit Peelingzusätzen, Farbstoffen und Duftölen veredelten. Durch einfaches Schmelzen und Hinzufügen der Zusätze erhielten die Teilnehmenden innerhalb weniger Minuten eine eigene Seife, die sie zum Kursende mit nach Hause nehmen konnten. Es wurde insbesondere aus Zeit- und Sicherheitsaspekten darauf verzichtet, die Rohseife auf Basis gängiger Verseifungen von Fetten



Abbildung 6: Experiment zur Veredelung einer Rohseife.

durchzuführen und auf hautverträgliche Rohseife zu setzen. Zudem ist es so möglich, dieses Experiment auch im Nachgang einfach zuhause oder anderen Bildungseinrichtungen durchzuführen.

### Infotafel

Auf der Infotafel werden die einzelnen Eintragspfade nochmal genauer vorgestellt. Konkret werden hierbei auf die Produktion von Kunststoffen und dem sogenannten Pelletverlust, die Abnutzung von Autoreifen, den Einsatz von Mikroplastik als Füllmaterial auf Kunstrasenplätzen sowie der Einsatz in Kosmetika eingegangen.

### Digitale Lernumgebung

In der digitalen Lernumgebung wird über die Quizfrage die weltweite Verteilung von Mikroplastik in allen Umweltkompartimenten (Weltmeere, Flüsse & Seen, Landschaften)

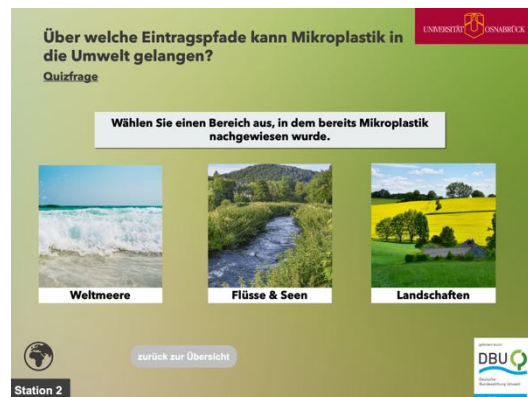


Abbildung 8: Digitale Lernumgebung zu Station 2. Abgerufen unter: <https://www.home.uni-osnabrueck.de/nikreienhop/>

thematisiert. Zusätzlich können die Teilnehmenden per Klick weitere Eintragspfade mit entsprechenden Hintergrundinfos erkunden und deren Ausmaß auf den weltweiten Eintrag an Mikroplastik in die Umwelt beurteilen.

### 4.1.3 Station 3: Begrifflichkeiten – Was und wie groß ist Mikroplastik?

Im Rahmen von Station 3 werden die vielfältigen Begrifflichkeiten rund um die Größe und Herkunft von mikroskopischen Plastikpartikeln geschärft. Im Allgemeinen bezeichnen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Plastikpartikel kleiner als 0,5 mm als Mikroplastik. Größere Partikel werden als Makroplastik klassifiziert. Je nach Art der Entstehung und des Eintrages von Mikroplastik in die Umwelt unterscheiden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Weiteren zwischen primärem und sekundärem Mikroplastik. Während primäres Mikroplastik bereits als kleine Partikel produziert und in die Umwelt freigesetzt wird, entsteht sekundäres Mikroplastik durch den Zerfall von Plastikmüll in der Umwelt. Im Gegensatz zum Plastikmüll (Makroplastik) ist Mikroplastik meist nicht mehr mit dem bloßen Auge sichtbar und es sind mikroskopische Methoden oder Farbstoffmarkierungen zur Identifizierung notwendig.

Auf einer Pinnwand sortieren die Teilnehmenden die erlernten Begriffe den zugehörigen Plastikproben zu. In einem Experiment identifizieren die Teilnehmenden jeweils unter

mehreren zur auswahlstehenden Umweltproben die Wasser- oder Sandprobe, die kleinste Mikroplastikpartikel im kleinen Mikrometerbereich enthält. In einem weiteren Experiment können die Teilnehmenden eine Strandprobe anhand selbst aufgestellter Kategorien trennen.



Abbildung 9: Aufbau der Station 3: "Begrifflichkeiten - Was und wie groß ist Mikroplastik?".

### **Pinnwand zu den Begrifflichkeiten rund um die Thematik**

Mit Hilfe der Infotafel erarbeiten sich die Teilnehmenden, sofern noch nicht bekannt, die Begriffe „primäres“ und „sekundäres“ Mikroplastik sowie die Unterteilung in Typ A und B. Auf einer magnetischen Pinnwand ordnen die Teilnehmenden anschließend die Begriffe und Plastikproben (Wäschefasern, Mikroplastik in Kosmetika, Reifenabrieb, Plastikmüll) richtig einander zu. Die Überführung der Ergebnisse in die Broschüre ist mit Hilfe von Stickern möglich.

### **Experiment**

Im Rahmen des Experimentes identifizieren die Teilnehmenden eine mit Mikroplastik verunreinigte Sand- bzw. Wasserprobe. Hierfür wurden wenige Milligramm eines mit einem Fluoreszenz-Farbstoff markiertem Polystyrolpulvers (PS-Pulver) mit Sand bzw. Wasser vermischt. Durch eine handelsübliche UV-Lampe ist es nun möglich, geringe Mengen Mikroplastik durch eine pinkfarbene Fluoreszenz zu erkennen. Das Experiment schult zum einen das weiterführende Größenverständnis und zeigt auf, dass Mikroplastikpartikel, im Gegensatz zum ersten Teil der Station, nicht immer mit dem bloßen Auge sichtbar sein müssen. Zudem führt es eine wissenschaftliche Nachweismethode für Mikroplastik ein, um Mikroplastikbewegungen in wissenschaftlicher Forschungsansätzen nachvollziehen zu können.

In einem zweiten experimentellen Teil schulen die Teilnehmenden ihr kriteriengeleitetes Sortieren. Anhand einer vorgelegten Strandprobe, die an der Nordseeküste gesammelt wurde, sortieren die Teilnehmenden die Bestandteile wie organisches Material, Metall, Kunststoff und Papier anhand eigens aufgestellter Kategorien. Zumeist unterscheiden die Teilnehmenden entweder nach Werkstoffen oder aber nach Größe der Bestandteile.

### Infotafel

Auf der Infotafel werden entsprechend der Definition des Fraunhofer Institutes und der Konvention internationaler Fachzeitschriften die Begriffe rund um Mikroplastik erläutert. Zudem werden alltagsnahe Vergleiche zu den einzelnen Größenbereichen herangezogen, um auch abstrakte Größenbereiche wie Mikrometer und Nanometer verständlich darzustellen.



Abbildung 10: Infotafel zu Station 3.

### Digitale Lernumgebung

In der digitalen Lernumgebung werden in der einführenden Quizfrage verschiedene Gegenstände aus Kunststoff präsentiert. Die Teilnehmenden müssen schätzen, ob diese bereits als Mikroplastik klassifiziert werden oder in den Makroplastik-Bereich gezählt werden. In einer mikroskopischen Abbildung werden verschiedene Arten von Mikroplastikpartikeln (Fasern, partikelförmige oder sphärische) gezeigt, um zu verdeutlichen, dass unterschiedliche Quellen, unterschiedliche Arten an Mikroplastik hervorrufen, z.B. Fasern beim Wäschewaschen vs. feste, sphärische Partikel beim Abrieb von Autoreifen.

In einem Erklärvideo haben die Teilnehmenden die Möglichkeit, den Zerfall von größeren Plastikgegenständen in Mikroplastik visuell nachzuvollziehen. Darüber hinaus werden Hintergrundinfos zu den Größenkategorien und weiteren Begriffsdefinitionen gegeben.

Das Video ist unter folgendem Link abrufbar: <https://videos.simpleshow.com/f6m670SYpU>.

#### 4.1.4 Station 4: Mikroplastik in der Umwelt – Wie arbeitet die Wissenschaft?

In der vierten Station werden in der Forschung angewandte Methoden der Wissenschaft in allgemeinverständlicher Art und Weise für die Teilnehmenden aufbereitet und präsentiert. Zunächst wird mit verschiedenen Plastikproben gängiger Kunststoffarten (PE, PS, PA, PVC) der Begriff Dichte erarbeitet, um im zweiten Experiment Mikroplastik aus einer Strandprobe



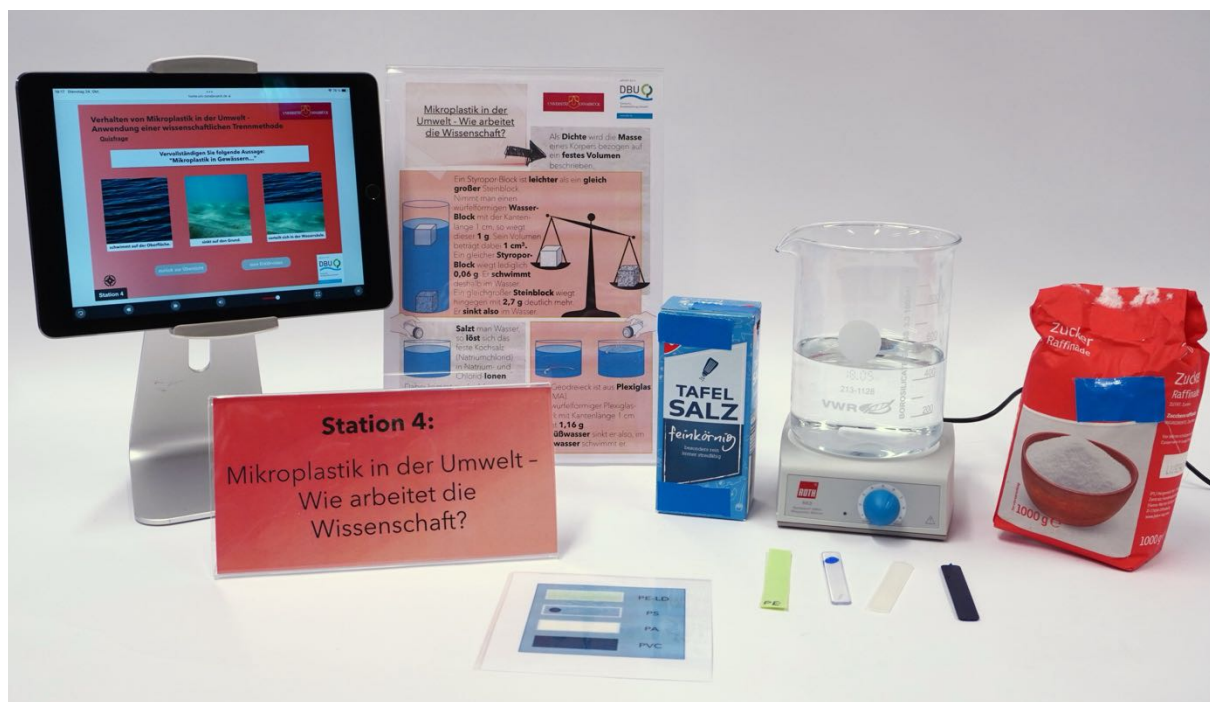


Abbildung 11: Aufbau von Station 4: "Mikroplastik in der Umwelt" - "Wie arbeitet die Wissenschaft?".

zu isolieren. Die Isolation erfolgt nach der Methode der Dichteseparation, d.h. anhand der unterschiedlich großen Dichten der Materialien Kunststoff bzw. Sand, werden die Probenbestandteile voneinander getrennt. Ein weiteres Lernziel besteht darin, dass die Teilnehmenden das Vorkommen unterschiedlicher Polymere im Alltag erläutern. Da es viele verschiedene Ausgangsstoffe für die Herstellung von Polymeren gibt und diese darüber hinaus unterschiedlich verknüpft werden können, existieren mehr als 200 Arten von Kunststoffen. Diese unterscheiden sich nicht nur hinlänglich ihres Namens, sondern auch in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften, wodurch viele Anwendungsgebiete realisiert werden können. Über das Schwimm-Sink-Verhalten der Kunststoffe in Süß- bzw. Salzwasser kann auch der Verbleib von Kunststoffen in Gewässern in der Umwelt thematisiert werden. So kann verallgemeinert werden, dass Kunststoffe in sehr salzhaltigen Gewässern einen größeren Auftrieb haben, jedoch in den meisten Gewässern der Salzgehalt zu gering ist, sodass im Vergleich bedeutend mehr Kunststoffe auf den Boden sinken. Zudem wird durch Biofilmbildung die Dichte von Kunststoffgegenständen zumeist noch erhöht, was ebenfalls ein Absinken zur Folge hat.

## Experiment

Der Experimentierteil gliedert sich bei Station 4 in zwei Teile. Zunächst werden in einem Vorversuch die unterschiedlichen Dichten verschiedener Kunststoffarten bestimmt. Hierzu werden in ein Becherglas mit Wasser alle vier Probenstäbchen gegeben und das Schwimm-

Sink-Verhalten beurteilt. Ist die Dichte, also die Masse pro Volumen, des Kunststoffes geringer als die Dichte des Wassers, schwimmt dieser Kunststoff auf. Ist die Dichte des Kunststoffes größer als die des Wassers, sinkt der Kunststoff. Über eine schrittweise Zugabe von Salz wird die Dichte der Flüssigkeit in dem Becherglas erhöht und übersteigt teilweise die Dichte der Kunststoffe, sodass diese der Reihe nach aufsteigen. Eine qualitative Unterscheidung in Bezug auf die Dichte ist möglich.

Im zweiten Experimentierteil wird diese Erkenntnis angewandt und mit Hilfe einer Salz-Zucker-Lösung, die eine größere Dichte aller eingesetzten Kunststoffe besitzt, Mikroplastik aus einer Sandprobe getrennt. Diese Trennung erfolgt mit Hilfe einer nachgebauten Apparatur zur Dichtentrennung aus Haushaltsmaterialien. Zwei Flaschen, die über einen Kugelhahn miteinander verbunden sind, dienen hier als Grundgerüst (vgl. Abbildung 12). In die obere Flasche werden die Salz-Zucker-Lösung sowie die Probe gefüllt. Nach dem Absinken des Sandes und Aufsteigen der Kunststoffpartikel, kann über den Kugelhahn die Suspension abgelassen werden.



Abbildung 12: Dichte-Trennapparatur in Anlehnung an die wissenschaftliche Methode.

Die Plastikpartikel verbleiben bei rechtzeitigem Zudrehen des Hahns in der oberen Flasche und können von der Lösung über einfaches Filtrieren getrennt werden.

### **Infotafel**

Die Infotafel dient an dieser Station explizit als Differenzierungsmaterial zum Thema Dichte. Teilnehmende, die sich bezüglich dieser Thematik unsicher fühlen, können anhand verständlicher Beispiele das Phänomen der Dichte rekapitulieren und nachvollziehen. Zudem wird die Erhöhung der Dichte thematisiert, wenn Salz und Zucker in Wasser gelöst werden, um Hilfestellung für die Experimentalauswertung zu stellen.

## Digitale Lernumgebung

Der Einstieg erfolgt auch bei Station 4 über eine Quizfrage. Die Teilnehmenden werden an dieser Stelle aufgefordert, sich Gedanken über den Verbleib von Kunststoffen in Gewässern zu machen und das Schwimm- bzw. Sinkverhalten einzuschätzen. Somit wird anhand der Frage direkt der Bezug zur Station deutlich, da das Experiment als Erarbeitung für die korrekte Beantwortung der Frage dient.

In einem begleitenden Erklärvideo werden unterschiedlichen Kunststoffarten sowie deren Anwendung im Alltag genauer erklärt. Nachdem einige häufig vorkommende Abkürzungen (PE, PS, PVC) erläutert werden, wird aufgezeigt, welche Gegenstände im Alltag aus diesen gefertigt werden und welche spezifischen Kunststoffeigenschaften für die Produkte genutzt werden. Anschließend wird das Phänomen der Dichte direkt auf die eingeführten Kunststofftypen bezogen und ein qualitativer Vergleich im Video aufgezeigt.

Das Video ist unter folgendem Link abrufbar: <https://videos.simpleshow.com/YzioFxxIYg>.



Abbildung 13: Bildschirmfoto aus der digitalen Lernumgebung. Ausschnitt aus dem Erklärvideo über die verschiedenen Polymerarten.

### 4.1.5 Station 5: Biokunststoffe – Eine Lösung für die Zukunft?

Im Fokus der fünften Station stehen die Biokunststoffe. Zunächst lernen die Teilnehmenden in der digitalen Lernumgebung und anhand der Infotafel die Begriffe biologisch abbaubar und biobasiert kennen, um in einem Experiment anschließend aus Haushaltsmaterialien einen Biokunststoff selbst herzustellen. Biokunststoffe sind entweder biologisch abbaubar, biobasiert



Abbildung 14: Aufbau von Station 5: „Biokunststoffe - Eine Lösung für die Zukunft?“.

oder beides. Biobasiert bedeutet, dass das Produkt zumindest teilweise aus einem biologischen, nachwachsenden Rohstoff gefertigt wurde. Beispiele sind hier z. B. Mais, Zuckerrohr oder Cellulose. Der Ausdruck biologisch abbaubar beschreibt hingegen die Abbaubarkeit bei Kunststoffen. Ein Kunststoff ist dann biologisch abbaubar, wenn in der Umwelt vorhandene Mikroorganismen das Material in natürliche Substanzen wie z. B. Wasser und Kohlenstoffdioxid umwandeln können. Der Prozess des Abbaus hängt dabei von den Umweltbedingungen (z. B. Temperatur, Umgebung) und vom Kunststofftyp ab. Biologisch abbaubare Kunststoffe müssen also nicht zwangsläufig aus nachwachsenden Rohstoffen gefertigt sein, sondern können ebenfalls auf Erdöl basieren. Im Gegensatz dazu müssen biobasierte Kunststoffe nicht biologisch abbaubar sein.

Bekanntere Beispiele für Biokunststoffe sind Polymilchsäure-basierte Kunststoffe (PLA), Zellulose-basierte Kunststoffe (Zellstoff) sowie Biokunststoffe aus thermoplastischer Stärke (TPS).

Den Teilnehmenden werden Kunststoffe aus PLA präsentiert, die im Vorfeld in der Universität angefertigt wurden, Kunststoffe aus TPS stellen die Teilnehmenden im Kursverlauf eigenständig her.

## **Experiment**

Das Experiment thematisiert die einfache Herstellung eines Biokunststoffes auf Basis von Natriumalginat, Backpulver und Maisstärke.

Anhand dieser im Supermarkt und in der Apotheke (alternativ Onlinehandel) erhältlichen Materialien, kann mit Hilfe eines Waffeleisens ein thermoplastischer Stärkekunststoff „gebacken“ werden. Hierzu wiegen die Teilnehmenden die angegebenen Mengen der jeweiligen Zutaten ab und mischen diese mit Wasser. Zum Ausbacken des Kunststoffes empfiehlt sich die Nutzung eines Waffeleisens mit Eisbecherform (siehe Abbildung 14), jedoch gelingt das Aushärten auch bei geringer Temperatur (50-60° C) im Backofen oder mit Hilfe eines Bügeleisens. Die Nutzung einer Transferpresse ist ebenfalls möglich.

Durch das Erhitzen erfolgt eine Verknüpfung der Stärke zur sogenannten Polystärke. Dies kann man sich wie ein großmaschiges Netz vorstellen, in dem viele Stärke-Teilchen miteinander verbunden sind. Das Alginat sorgt für eine weitere Verknüpfung innerhalb des Netzes, sodass dieses engmaschiger wird.

Im Anschluss werten die Teilnehmenden das Experiment aus, indem sie das Produkt auf Wasserbeständigkeit und Zugfestigkeit überprüfen sowie Vor- und Nachteile des hergestellten Kunststoffes aufstellen.

## Infotafel

Anhand der Infotafel lernen die Teilnehmenden die Begriffe biologisch abbaubar/kompostierbar sowie biobasiert kennen. An alltagsnahen Beispielen werden die Begriffe erklärt und mögliche begriffliche Überschneidungen sowie die Problematik der langen Persistenz von Kunststoffen in der Umwelt thematisiert.

## Digitale Lernumgebung

Der Einstieg in die digitale Lernumgebung erfolgt über eine Quizfrage zu den Biokunststoffen und greift hierbei gängige Mythen, z.B. dass Biokunststoffe immer biologisch abbaubar sind, auf. In einem anschließenden Erklärvideo werden wesentliche Begrifflichkeiten zu den Biokunststoffen ergänzend zur Infotafel differenziert

dargestellt und Logos und Labels kritisch betrachtet. Zudem werden der Verbleib und die Akkumulation von Kunststoffen in der Umwelt aufgegriffen und es wird diskutiert, unter welchen Voraussetzungen, z.B. in der Kompostanlage, Biokunststoffe eine Lösung für diese Problematik bieten.

Das Erklärvideo ist unter folgendem Link abrufbar:

<https://videos.simpleshow.com/YVbwRqAUQ4>.



Abbildung 15: Infotafel zu Station 5.

### 4.1.6 Station 6a: Nachhaltig in die Zukunft – Lösungsstrategien und Initiativen

Die sechste Station wurde in den ersten Pilot-Veranstaltungen eingesetzt und rückt Lösungsansätze und Initiativen, die gegen die Plastikverschmutzung eintreten, in den Fokus. Das Bewusstsein für die Plastikproblematik ist in den letzten Jahren spürbar angestiegen und wird von der Mehrzahl der Bürgerinnen und Bürger als eine der größten globalen Umweltproblematiken angesehen. Somit entstanden in den letzten Jahren auch zahlreiche Initiativen, die versuchen zunächst auf die Problematik aufmerksam zu machen und mit meist innovativen Ansätzen Lösungen erarbeiten.

Es ist auf mehreren Ebenen möglich, freiwillige Ansätze und politische Maßnahmen einzuordnen. Initiativen setzen zumeist auf *Freiwilligkeit* und *Kommunikation*. Im Gegensatz dazu stehen meist gesetzliche Maßnahmen, die auf *regulativer* oder *ökonomischer* Ebene greifen.



Den Teilnehmenden werden an dieser Station in Steckbriefform die drei Initiativen Sea circular, Initiative Frosch und End Plastic Soup vorgestellt. Anschließend werden die Teilnehmenden gebeten, weitere Initiativen zu nennen und in Steckbriefform einzutragen. Das ursprüngliche Ziel bestand in der Erstellung einer Sammlung der über den Kursverlauf hinweg notierten Initiativen. Aufgrund einer mäßigen Resonanz der Teilnehmenden wurde die Station im Laufe des Durchführungszeitraumes durch die nachfolgend vorgestellte Station 6b ersetzt. Die Inhalte der Lernumgebung wurden für die Station 6b übernommen.

#### 4.1.7 Station 6b: Wertstoffe im Kreislauf - Mülltrennung zum Ressourcen-Erhalt?

Aufgrund zahlreicher Feedbackgespräche mit den Teilnehmenden wurde, dem Wunsch entsprechend, eine neue Station zum Thema Mülltrennung entwickelt. Diese sollte sich insbesondere durch eine hohe Verbrauchernähe auszeichnen. In Gesprächen mit der Initiative „Mülltrennung wirkt“ sowie der „Zentralen Stelle Verpackungsregister“ wurde basierend auf Kampagnen-Material der



Abbildung 16: Infotafel und digitale Lernumgebung zu Station 6.

Initiativen die Station zum Thema Verpackungen und Mülltrennung entwickelt. In einer Mülltrennaktion sortieren die Teilnehmenden auf Zeit eine Müllprobe in die richtigen Mülleimer. In der digitalen Lernumgebung werden (politische) Meilensteine im Kampf gegen den Plastikmüll dargestellt und auf der Infotafel erhalten die Teilnehmenden Hintergrundinformationen zur Recyclingfähigkeit von Verpackungen und der richtigen Mülltrennung.

#### Experiment

Bei der Hands-On-Aktion an dieser Station sortieren die Teilnehmenden eine fiktive Müllprobe in kleine Abfallbehälter, die den Restmüll, Papiermüll, Sondermüll, Biomüll, Glasabfall oder die Gelbe Tonne repräsentieren (vgl. Abbildung 17). Bei der Erstellung wurden vornehmlich Produkte, die häufig falsch entsorgt werden, sowie schwierige Grenzfälle wie Prospekthüllen oder Kunststoffdeckel eingesetzt. Die Auflösung erfolgt über eine Lösungskarte sowie mit Hilfe von Trenntabellen für die gängigen Müllsysteme der Initiative „Mülltrennung wirkt“.

Anschließend sind die Teilnehmenden aufgefordert, mögliche Fehlwürfe zu reflektieren. Verpackungen, die laut der Zentralen Stelle Verpackungsregister als schwer zu recyceln gelten, werden ebenfalls präsentiert, diskutiert und Aspekte einer leicht wiederzuverwertenden Verpackung werden erarbeitet.



Abbildung 17: Experiment zur Mülltrennung.

### Infotafel

Anhand der Infotafel erhalten die Teilnehmenden Informationen über die Verwertung von Abfall. Es werden neben der jährlich anfallenden Menge an Abfall auch die Anforderungen an recycelte Materialien sowie die korrekte Mülltrennung als Voraussetzung für erfolgreiches Recycling thematisiert.

### Digitale Lernumgebung

Die digitale Lernumgebung stellt Meilensteine bei der Bekämpfung der Plastikproblematik dar. Auf einem Zeitstrahl werden verschiedene Aspekte (u.a. UNEP Regional Seas, die Honolulu Konferenzen, Sustainable Development Goals) dargestellt. Durch einen Klick auf den jeweiligen Aspekt werden die Inhalte mit visuellen Elementen näher erläutert.



Abbildung 18: Ausschnitt aus der digitalen Lernumgebung zu Station 6.

#### 4.1.8 Das Nachhaltigkeitsquartett

Ein weiteres, leicht zugängliches Element zum Thema Nachhaltigkeit von Verpackungen und Gegenständen unterschiedlicher Art bietet das neu entwickelte Nachhaltigkeitsquartett (Abbildung 19).

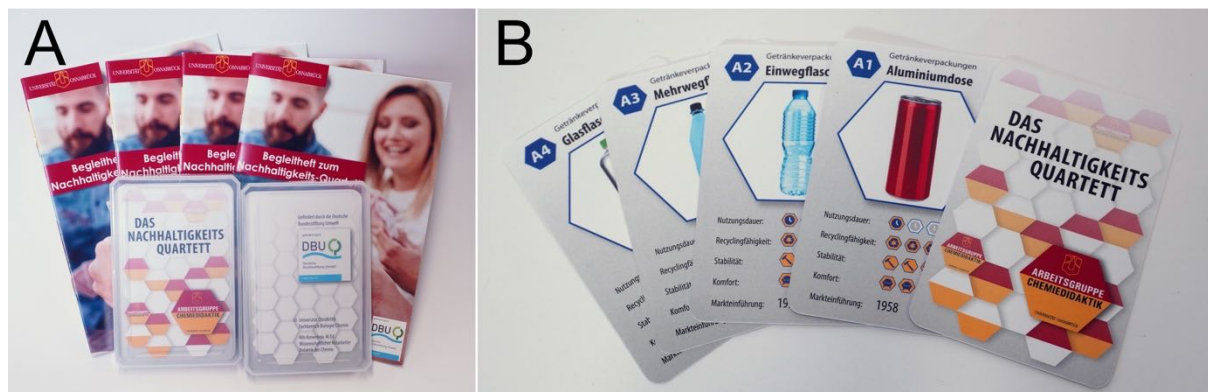


Abbildung 19: A. Begleitheft und Umweltquartett; B. Ausgewählte Karten des Umweltquartetts.

Neben dem Sammeln von Karten verfolgt das Quartett das Bildungsziel, spielerisch an die Umweltauswirkungen verschiedener Gegenstände heranzuführen. Weitere Fakten wie Markteinführung schaffen einen Überblick über die historische Entwicklung. Es ist möglich, dieses Kartenspiel klassisch als Quartett sammeln-Variante oder als Stechen zu spielen. Es wurden jeweils vier Gegenstände den jeweiligen Kategorien *Getränkeverpackungen*, *Verpackungen*, *Tragetaschen* sowie *Aufbewahrung* zugeordnet. Die Produkte lassen sich untereinander anhand ihrer jeweiligen Gewichtung (1-5) in den Bereichen *Nutzungsdauer*, *Recyclingfähigkeit*, *Stabilität*, *Komfort* sowie des Zeitpunkts der *Markteinführung* vergleichen. Um die Gewichtung transparent zu gestalten, wurde ein Begleitheft erstellt, das zu jedem Produkt Hintergrundinformationen bereithält und die Aspekte der Gewichtung näher erläutert.

#### 4.1.9 Broschüre zum Kurskonzept „Plastik – Fluch oder Segen?“

Die begleitende Broschüre zum Kursabend enthält zum einen die Anleitungen für die einzelnen Experimente, unterstützt die Teilnehmenden zum anderen beim Absolvieren der Stationen, da weitere Hintergrundinformationen zu der Thematik und zu den Experimenten gegeben werden. So wird ein selbstständiges Arbeiten der Teilnehmenden ermöglicht, auch wenn nur wenige Betreuende, wie in der Erwachsenenbildung üblich, anwesend sind.

Zu Beginn werden in der Broschüre die Erkenntnisse des Einführungsvortrages zusammengefasst, sodass diese auch in Anschluss zuhause nachlesbar bzw. mit Freunden und Familie teilbar sind.

Anschließend werden Sicherheits- und Experimentierhinweise gegeben, die insbesondere für ein späteres „Nachkochen“ der Experimente ohne fachkundige Unterweisung notwendig sind.





Abbildung 20: Broschüre und Sticker zum Kursformat.

Im Hauptteil der Broschüre werden die Experimente beschrieben und mit entsprechenden Anleitungen versehen. Um interaktive Inhalte, wie z.B. ein qualitatives Zuordnen von Eintragspfaden in Station 2, auch adäquat in der Broschüre notieren zu können, werden kleine Sticker ausgegeben, mit denen die Ergebnisse in die Broschüre eingeklebt werden können (Abbildung 20). Dies gilt

auch für die Zuordnung der Begrifflichkeiten aus Station 3.

Zuletzt ist die Broschüre auch geeignet, um Notizen im Kursverlauf festhalten zu können. Ein Literaturverzeichnis ermöglicht besonders interessierte Bürgerinnen und Bürger, sich im Nachgang intensiver mit der Thematik auseinander zu setzen.

Die komplette Broschüre ist im Anhang zu finden und unter [www.chemiedidaktik.uos.de](http://www.chemiedidaktik.uos.de).

## 4.2 Übersicht zur Durchführung der entwickelten Formate

Während der Projektlaufzeit wurden die Kurse in Zusammenarbeit mit zahlreichen Bildungswerken beworben und angeboten. Aufgrund der im Rahmen der Corona-Pandemie erlassenen Maßnahmen zur Kontaktbeschränkung mussten insbesondere in den Jahren 2020 und 2021 sowie zu Beginn von 2022 zahlreiche Formate wieder abgesagt werden. Zudem kristallisierte sich in Gesprächen mit den kooperierenden Einrichtungen heraus, dass die Teilnehmerzahlen generell in den letzten Jahren stark rückläufig sind.

Die Anzahl an tatsächlich durchgeführten Veranstaltungen ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen. Außerdem kamen insgesamt 23 geplante Veranstaltung aufgrund von behördlichen Beschränkungen oder mangelnden Teilnehmerzahlen nicht zustande und mussten abgesagt werden.

Tabelle 5: Durchgeführte Veranstaltungen im Projektverlauf.

Datum	Kooperationspartner	Anzahl an Teilnehmenden
25.08.2020	Bildungswerk Cloppenburg	12 Teilnehmende
10.03.2021	Digitaler Workshop	30 Teilnehmende
04.09.2021	Bildungswerk Cloppenburg	11 Teilnehmende
09.10.2021	Klimamesse Osnabrück	/

<b>02.11.2021</b>	KAB Münster (Recke)	ca. 15 Teilnehmende
<b>01.04.-03.04.2022</b>	KEB Münster / Wochenendseminar	16 Teilnehmende
<b>19.05.2022</b>	KEB Emden	15 Teilnehmende
<b>31.05.2022</b>	LifeHouse Stemwede	6 Teilnehmende
<b>27.07.2022</b>	Urlauberbildung Spiekeroog	11 Teilnehmende
<b>28.07.2022</b>	Urlauberbildung Langeoog	14 Teilnehmende
<b>07.11.2022</b>	KAB Münster in Hopsten	7 Teilnehmende
<b>08.02.2023</b>	KJB Emsland-Süd (Lingen)	6 Teilnehmende
<b>14.03.2023</b>	KEB Vechta	15 Teilnehmende
<b>26.07.2023</b>	Urlauberbildung Spiekeroog	17 Teilnehmende
<b>27.07.2023</b>	Urlauberbildung Langeoog	15 Teilnehmende
<b>28.07.2023</b>	Urlauberbildung Esens	12 Teilnehmende

Aus der bisherigen Zusammenarbeit mit den Bildungswerken sind zum Teil feste Kooperationen geworden, um die Kursangebote in der Erwachsenenbildung und das Format der Urlauberbildung zu verstetigen. Aufgrund der didaktischen Erschließung weiterer Themen für die Erwachsenenbildung wird es in Zukunft basierend auf den Projekterkenntnissen neue Durchführungen geben.

### **4.3 Urlauberbildung in Ostfriesland 2022 und 2023**

Nachdem im Jahr 2022 das erste Mal in Kooperation mit der Katholischen Erwachsenenbildung Ostfriesland die Urlauberbildung auf Langeoog und Spiekeroog angeboten wurde, wurde zur erneuten Kooperation im Sommer 2023 ein speziell auf die neuen Anforderungen abgestimmtes Format entwickelt, welches auch evaluiert wurde.

Basierend auf den Stationen des Kursangebotes und aus Feedbackschleifen mit den Teilnehmenden wurden Inhalte herausgestellt, die für ein Vortragsformat mit interaktiven Experimenten geeignet sind. Die stark eingeschränkte räumliche Situation auf den Ostfriesischen Inseln sowie Pfarrgemeinden, in denen die Vorträge angeboten wurden, wurde bei der Experimentalkonzeption berücksichtigt.

Mit dem Format zur Urlauberbildung wurden insgesamt über 50 Teilnehmende erreicht und in Hinblick auf die Plastikverschmutzung sensibilisiert.

Das Format ist für eine Dauer von 60 min zuzüglich 30 min Diskussion ausgelegt. Im Rahmen des Vortrages werden in Anlehnung zum grundlegenden Kursangebot aus Kapitel 4.1

überwiegend die Thematiken Nachhaltigkeit sowie Verbreitung von Kunststoffen in Alltag und Umwelt behandelt. Der vollständige Ablauf ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 6: Ablauf des Formates Urlauberbildung mit den behandelten Themen sowie eingesetzten Experimenten.

Thema	Inhalt	Experiment
<b>Begrüßung</b>	Vorstellung Ablauf der Veranstaltung	/
<b>Nachhaltigkeit Kunststoffe</b>	Planetare Leitplanken SDG's Historie von Kunststoffen	/
<b>Einstieg Kunststoffe im Alltag</b>	Einbezug der Teilnehmenden über Kunststoffe im Alltag Verbreitung in Medizin, Bausektor, Verpackungen etc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schmelzen eines Plastikbechers</li> <li>- Die Babywindel</li> <li>- Aufschäumen von Polystyrol</li> </ul>
<b>Die Plastikmüllproblematik Kunststoffe in der Umwelt</b>	Fakten zum Plastikmüll Zerfall zu Mikroplastik Größeneinordnung Eintragspfade u. Quellen Toxikologische Auswirkungen Biokunststoffe	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schwimm-Sinken von Kunststoffen</li> <li>- Herstellung eines Biokunststoffes</li> </ul>
<b>Lösungsstrategien Recycling/Mülltrennung Problematik der Alternativprodukte</b>	Mülltrennung Initiativen Best Practice Politische Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beispielprodukte für eine gelungene Mülltrennung.</li> <li>- Vergleich verschiedener Tragetaschen</li> </ul>

Nach einer kurzen Begrüßung und einigen inhaltlichen Ausführungen zur Nachhaltigkeit und den Zielen der Vereinten Nationen wurde die historische Entwicklung von Kunststoffen dargelegt. Anschließend wurde interaktiv mit den Teilnehmenden erarbeitet, an welcher Stelle Kunststoffe im Alltag eingesetzt werden und welche Vorteile die Nutzung von Kunststoffen bietet. Anschließend wurde mittels des Experimentes „Aufschäumung von Polystyrol“ die Herstellung von Kunststoffen thematisiert. Bei der Überprüfung der Wasseraufnahmekapazität einer Babywindel wurden in einem Demoexperiment eine Windel in die einzelnen Bestandteile zerlegt und ein Kunststoffpulver als Ursache identifiziert. Die Einteilung von Kunststoffen in Elastomere, Duroplasten und Thermoplaste erfolgte über das Schmelzen eines Trinkbechers

mit Hilfe eines Heißluftföhns. In der anschließenden Darstellung der Umweltverteilung von Kunststoffen wurde die unterschiedliche Dichte in einem Experiment zum Schwimm-Sink-Verhalten tiefergehend erläutert. Nach einer kurzen Darlegung der Aspekte zu toxikologischen Befunden wurden Biokunststoffe als möglichen Lösungsansatz vorgestellt. In einem Experiment wurde aus Stärke, Alginat und Backpulver ein Biokunststoff hergestellt und die Teilnehmenden untersuchten diesen in Hinblick auf Wasserbeständigkeit und Einsatzmöglichkeiten im Alltag. Abschließend wurden interaktiv mit den Zuhörenden Lösungsansätze erarbeitet und Aspekte zu Produktdesign, Recycling und Mülltrennung vertieft. Schwer zu recycelnde Produkte wurden erläutert und die Ökobilanz verschiedener Tragetaschen diskutiert. Mit aktuellen politischen Anstrengungen der Bundesregierung sowie EU-Kommission wurde in die abschließende Diskussionsrunde übergeleitet.

Zuletzt wurde ein Fragebogen an die Teilnehmenden verteilt, um dieses Konzept in Abgrenzung zum ursprünglich entwickelten Kursformat zu evaluieren. Die Ergebnisse sind in Kapitel 4.7.2 dargestellt.

#### **4.4 Digitaler Workshop mit Experimentierset**

Nachfolgend wird das im März angebotene Digitale Workshop-Konzept dargestellt. Dieses wurde als Ergänzungsangebot zum Format in Präsenz entwickelt, um auch in Zeiten von Kontaktbeschränkungen, interessierte Bürgerinnen und Bürger im Projektrahmen zu erreichen. Im Mittelpunkt stand die Erstellung eines Experimentier-Kits für die Teilnehmenden, die zugleich auch als Heim-Experimentier-Box genutzt werden kann.

Das entwickelte Konzept sah eine Thematisierung der folgenden Inhalte vor: Plastikmüll und Mikroplastik im Kontext Nachhaltigkeit, Vor- und Nachteile von Kunststoffen (Alltagsbezug), Plastikmüll-Problematik, Schwimm- und Sink-Verhalten von Kunststoffen, Mikroplastik in Umwelt und dessen Eintragsquellen, Biokunststoffe, Lösungsansätze und „best practice“ Beispiele. Die Mehrzahl der oben genannten Unterthemen wurde jeweils mit einem passenden Experiment erarbeitet, das aus dem Präsenzformat für den Heimgebrauch aufbereitet wurde: Die Bürgerinnen und Bürger konnten mit Hilfe eines Bügeleisens einen eigenen Biokunststoff herstellen und diesen auf seine Eigenschaften untersuchen. Mit Hilfe eines Permanentfilter für Kaffeepadmaschinen wurden Mikroplastik und natürliche Bestandteile zweier Kosmetikproben isoliert und betrachtet. Das dritte Experiment thematisierte das Verhalten von Mikroplastik in Süß- bzw. Salzwasser und zeigte zugleich eine wissenschaftliche Methode, Mikroplastik aus Sedimentproben zu isolieren. Beim letzten Experiment wurden die Vorteile, die mit der Nutzung von Kunststoffen einhergehen, in den Mittelpunkt gestellt, indem die Teilnehmenden sich mit der Wasseraufnahmekapazität einer Babywindel beschäftigten.

Bei der Anschaffung der Materialien wurde darauf geachtet, dass diese möglichst preiswert, nachhaltig und wiederverwendbar sind. Die Kunststoff- und Sedimentproben wurden in Marmeladengläser versendet, die gereinigt im privaten Haushalt Verwendung finden können. Weitere Materialien, wie z.B. Speisestärke, Alginat und Backpulver, wurden in Papiertüten verschickt, um den Gebrauch von Einmal-Plastik zu vermeiden. Auf die Benutzung von Labormaterialien wurde zugunsten einfacher Haushaltsutensilien verzichtet.



Abbildung 21: Inhalt des entwickelten Experimentier-Sets für einen digitalen Workshop.

Begleitend zur Experimentier-Box (Abbildung 21) wurde eine gekürzte Version der Broschüre erstellt, die zunächst grundlegende Aspekte der Thematik zusammenfasst. Neben weiteren wichtigen Hinweisen zum Experimentieren finden sich in der zweiten Hälfte der Broschüre die Experimente und entsprechende Anleitungen. Die Broschüre ist so gestaltet, dass die Teilnehmenden die Experimente auch durchführen können, wenn eine Teilnahme an dem Workshop nicht möglich gewesen ist bzw. ein erneutes Experimentieren im Nachgang gewünscht ist.

#### 4.5 Fortbildungsformate

Um eine Verstetigung der entwickelten Inhalte zu erreichen, wurden Fortbildungsformate entwickelt und pilotiert. Zum einen wurden Fortbildungsformate für die Erwachsenenbildung entwickelt, mit besonderem Fokus auf das Experimentieren sowie der Erstellung des Stationsmaterials. Zum anderen wurden auch Fortbildungen für die schulische Bildung entwickelt, um die Konzepte Lehrerinnen und Lehrern der gymnasialen Oberstufe zugänglich zu machen. Letztere Fortbildungen wurden in Zusammenarbeit mit dem Lehrerfortbildungszentrum NordWest an der Universität Osnabrück und auf deutschlandweiten Weiterbildungsmaßnahmen angeboten.

Eine exemplarische Gliederung der Fortbildung ist in Tabelle 7 dargestellt, kann aber je nach Bedarf auf die Vorerfahrungen der Teilnehmenden bezüglich der Fachthematik oder der

angewandten Methoden zugeschnitten werden. Exemplarisch wird nachfolgend das Fortbildungskonzept für die Erwachsenenbildung genauer erläutert.

Tabelle 7: Übersicht zum Fortbildungskonzept in der Erwachsenenbildung.

Thema	Inhalt	Material-Methode
Begrüßung	Vorstellung der Dozierenden und des Kurskonzeptes	Vortrag
Nachhaltigkeit	Dimensionen der Nachhaltigkeit, Planetare Leitplanken, UN-Definition	Vortragsgespräch
Plastik in der Umwelt	Chemische Betrachtung von Kunststoffen, Verschmutzung durch Plastikmüll, Quellen und Entstehung von Mikroplastik, toxikologische Aspekte, Biokunststoffe, politische Entscheidungen	Vortragsgespräch/Wordcloud-Methode
Didaktisch-methodische Einführung	Gesellschaftsrelevanz, Aufbau des Kursformates, Medien und Methodeneinsatz	Infotafeln, Tablets (digitale Lernumgebung), Broschüre
Experimentieren in der Freizeitbildung	Sicherheit beim Experimentieren, Vorstellung der 6 Experimente, Einkaufstipps für die Materialien	Experimentalstationen, Tutorial Gefährdungsbeurteilungen
Abschlussdiskussion	Klärung offener Fragen, Diskussion über die Plastikproblematik und Gestaltung der Stationselemente	Vortrag, Gespräch im Plenum, Stationsmaterial

Die rund 4-stündige Fortbildung setzt im Allgemeinen den methodischen Aufbau und die eingesetzten Medien in den Fokus. Da die Dozierenden in der Erwachsenenbildung in der Regel keine Erfahrung im Umgang mit Experimenten haben, werden hier zudem vor der Experimentalphase wichtige Grundlagen gelegt. Einen weiteren Aspekt nehmen die Sicherheitshinweise für das gelungene Experimentieren im Kursverlauf ein. Um möglichen Sicherheitsbedenken vorzubeugen und einen niedrighschwelligem Zugang zum Experimentierangebot zu bieten, wurde aber bereits in der Kursgestaltung sowie Überarbeitung der Konzeption auf einfache, leicht zu reproduzierende Experimente mit geringem Sicherheitsrisiko und minimalem Gefahrenstoffeinsatz besonderes Augenmerk gelegt. Zudem sind bis auf die wissenschaftliche Methode zur Trennung von Mikroplastik aus Umweltproben alle Experimente ausschließlich mit Haushaltsgegenständen durchführbar und im regulären Einkaufsladen erhältlich. Die Durchführung ist auch in einfachen Seminarräumen stets möglich. Fachliche Inhalte zur Thematik werden anhand der Experimente im Verlauf der Fortbildung dargelegt und diskutiert, da somit ein direkter thematischer Kontext zum Experiment gegeben und die direkte Diskussion von Vor- und Nachteilen der Experimente ermöglicht wird. Die Fortbildung endet mit der Abschlussdiskussion, in welcher u.a. der Frage



nachgegangen wird, inwiefern die Inhalte auch modular in bereits bestehende Veranstaltungen integriert werden können, um noch weitere Einsatzmöglichkeiten in der Erwachsenenbildung zu identifizieren.

#### 4.6 Auswahl weiterer Öffentlichkeitsformate

Auf der Klimamesse 2021 in Osnabrück wurden die entwickelten Kursinhalte auch für den Publikumsverkehr aufbereitet.

Neben allgemeinen Infotafeln und nachgebauten wissenschaftlichen Apparaturen aus der Mikroplastikforschung konnten die Besucherinnen und Besucher der Klimamesse in kurzen „hands-on“-Experimenten Mikroplastik in Kosmetika identifizieren und die Inhaltsstoffe sowie



Abbildung 22: Messestand auf der KlimOS 2021 zur Plastikmüllproblematik.

Wasseraufnahmekapazität einer Babywindel prüfen. Zusätzlich zu den Experimenten stand insbesondere der Austausch mit den Bürgerinnen und Bürgern im Fokus, um verbraucherrelevante Fragestellungen zum Umwelt- und Einkaufsverhalten zu beantworten. Zugleich wurden die angebotenen Experimentalworkshops in der Erwachsenenbildung beworben. Insgesamt nahmen rund 200 Besuchende an unserem Angebot teil und zeigten hohes Interesse. Hierdurch wird die Relevanz betont, derartige experimentelle Angebote zu Umweltthemen nachhaltig in die Erwachsenenbildung zu integrieren.

Um weiterhin Werbung für die Kursformate zu machen und Kooperationspartner zu gewinnen, wurden im Jahr 2021 in mehreren Rotary-Clubs digitale Vorträge rund um die Plastikproblematik und das angebotene Kursformat gehalten. Des Weiteren wurde ein Interview zur Rolle von Wissenschaftskommunikation im Kontext (Mikro-)Plastik im Rahmen der Interview-Reihe der Initiative EndPlasticSoup gegeben:

<https://www.youtube.com/watch?v=H6oz9trZ9U4>.

#### 4.7 Ergebnisse der Begleitforschung

Im Folgenden werden ausgewählte Ergebnisse zu den in Kapitel 3.4 beschriebenen Evaluationen dargelegt. Eine vollständige Auswertung aller erhobenen Daten befindet sich derzeit noch in Arbeit und wird Gegenstand des Dissertationsvorhabens von Nils Kreienhop, AG Chemiedidaktik Osnabrück, sein.

#### 4.7.1 Ergebnisse der Begleitevaluation des Kursformates: „Plastik – Fluch oder Segen?“

Von den Teilnehmenden der Kursformate „Plastik – Fluch oder Segen?“ füllten insgesamt 61 Personen den Pre-Test, 58 den Post-Test und 34 den follow-up-Test aus. Nach Bereinigung der Daten und Zuordnung der Fragebögen oder einen individuell generierten Kenncode ergibt sich eine Stichprobengröße für pre-post von 50 Personen und unter Einbezug des follow-up-Testes von 25 Personen.

Die folgende Auswertung der Ergebnisse der Pre- und Post-Skalen erfolgt auf deskriptiver Basis und wurde mit IBM SPSS Statistics 28 ausgewertet. Insgesamt beträgt die Stichprobengröße für die nachfolgenden Ergebnisse  $n=50$ .

Das Geschlechterverhältnis liegt basierend auf dem Pre-Test bei 30 Teilnehmerinnen, 19 Teilnehmern und 1 diversen Person. Dies entspricht einem Verhältnis von 60 % weiblich zu 38 % männlich und 2 % divers (vgl. Abbildung 23).

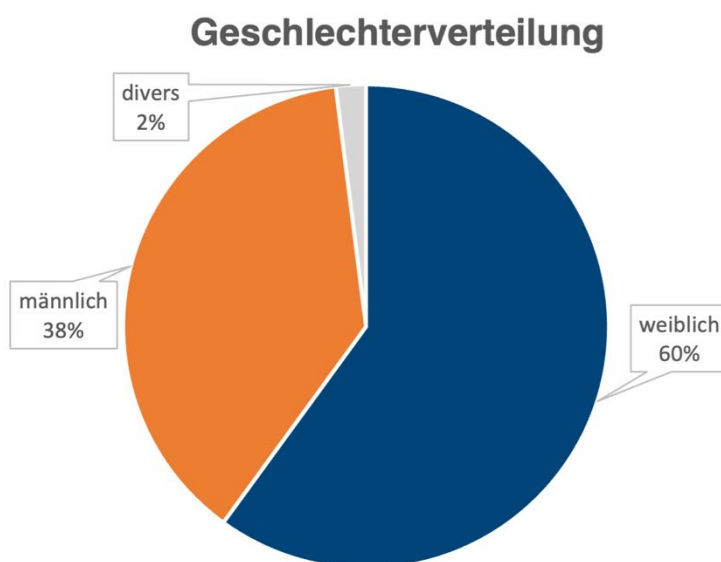


Abbildung 23: Geschlechterverhältnis der Stichprobe ( $n = 50$ ) zum Kursformat "Plastik – Fluch oder Segen?"

Die Teilnehmenden wurden bei diesem Format gebeten, sich einer Altersgruppe zuzuordnen. Mit 30,6 % war die Altersgruppe der 51–60-Jährigen am stärksten vertreten, gefolgt von der Altersgruppe 16-30 Jahre (26,5 %). Insgesamt waren über 57 % der Teilnehmenden älter als 50 Jahre. Die genaue Verteilung der Teilnehmenden auf die Altersgruppen ist der nachfolgenden Abbildung 24 zu entnehmen.



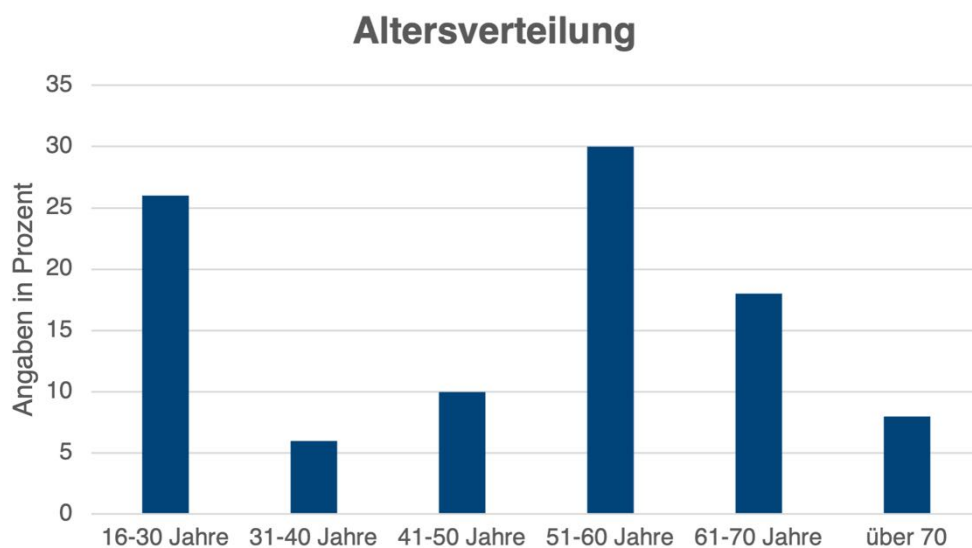


Abbildung 24: Altersverteilung der Stichprobe zum Kursformat "Plastik - Fluch oder Segen?".

Im Pre-Test wurden die Teilnehmenden zudem nach den Beweggründen ihrer Anmeldung, den Erwartungen an den Kursverlauf und -Inhalt sowie dem Grad der experimentellen und diskursiven Ausrichtung des Formates befragt.

Die Skala zu der Kursteilnahme basiert auf einer 4-stufigen Likert-Skala (1 stimme gar nicht zu, 4 stimme voll zu).

Der Hauptgrund für eine Kursteilnahme mit über 100 % Zustimmung (stimme eher oder voll zu) ist der Erwerb von neuem Wissen. Nachfolgend stimmen 94 % eher oder voll zu, dass die Gesamthematik Nachhaltigkeit und im Besonderen die (Mikro-)plastikproblematik sie zur Kursteilnahme motiviert haben. Der Kurs wurde offen als Seminar mit Experimenten ausgeschrieben und so stimmen 76 % eher oder voll zu, mit der Kursteilnahme „Mal etwas anderes zu erleben“ wollen. Auch das Kennenlernen von neuen Ideen und Perspektiven wird von 94 % der Teilnehmenden gewünscht. Die Chance, praktisch (anhand von Experimenten) zu arbeiten, bewegte im Vergleich deutlich weniger Teilnehmende zu einer Anmeldung (68 %). Zudem gaben 42 % der Teilnehmenden an, von anderen zur Kursteilnahme motiviert worden zu sein (vgl. Abbildung 25).

In Freitextfeldern wurden als weitere Beweggründe für die Teilnahme am Kurs „Neue Perspektiven Kunststoffrecycling“, der „Bio-LK“, eine „Ausstellung im Gasometer Oberhausen“ sowie die Möglichkeit, „mit Menschen zusammenzukommen und über das Thema zu sprechen, mit denen ich sonst nicht sprechen würde“ genannt.

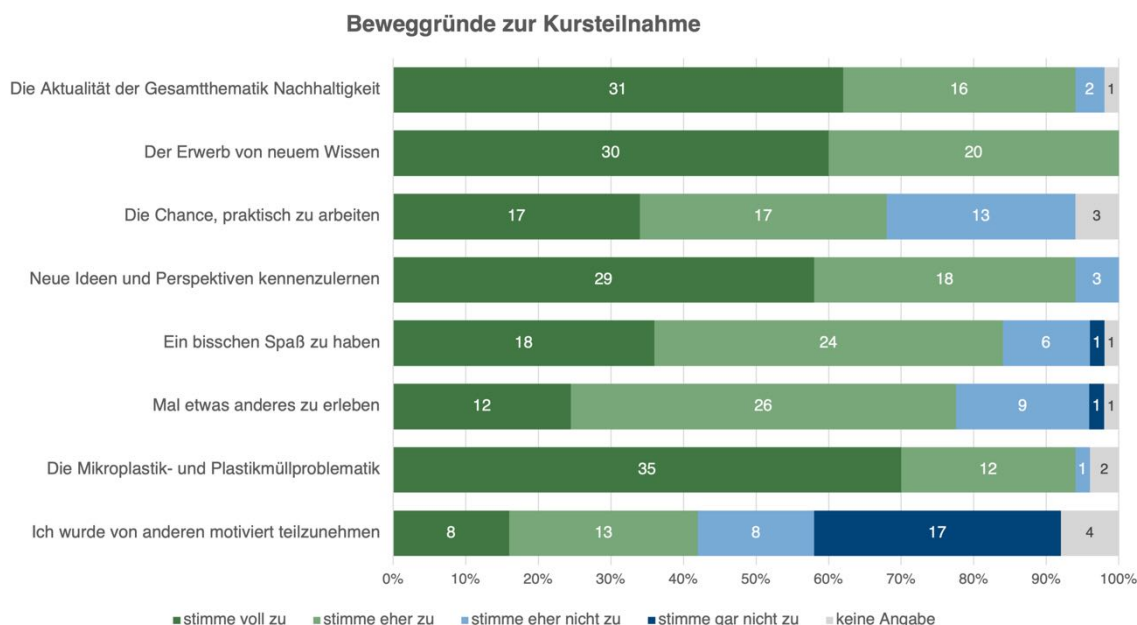


Abbildung 25: Beweggründe für die Anmeldung zum Kursformat "Plastik - Fluch oder Segen?". Die Datenbeschriftung gibt die absoluten Häufigkeiten an.

Bei der Befragung nach den erwarteten Kompetenzen und Inhalten, die im Kursverlauf vermittelt werden sollen, stimmen 92 % der Teilnehmenden eher oder voll zu, dass sie praktische Tipps für den Alltag erlernen möchten. Zudem stimmen weitere 92 % zu, ihr Umweltverhalten infolge der Intervention ändern zu wollen. Neue Perspektiven einzunehmen, erwarten im Vergleich dazu 88 % der Teilnehmenden. Den Erwerb von Kompetenzen, um an Debatten partizipieren zu können, erwarten nur rund 78 % voll oder eher und wird von 18 % eher abgelehnt. 86 % erwarten Kompetenzen und Inhalte im Veranstaltungsverlauf vermittelt zu bekommen, um im Nachgang mit anderen in Austausch über die Thematik zu treten und diese zur Thematik aufklären zu können (vgl. Abbildung 26). In Freitextfeldern konnten die Teilnehmenden weitere Erwartungen formulieren. Dies nutzte eine Person, um ihre Erwartung über „Mehr Wissen über die Abläufe z.B. bei Plastikverpackungen von Lebensmitteln“ zu formulieren.

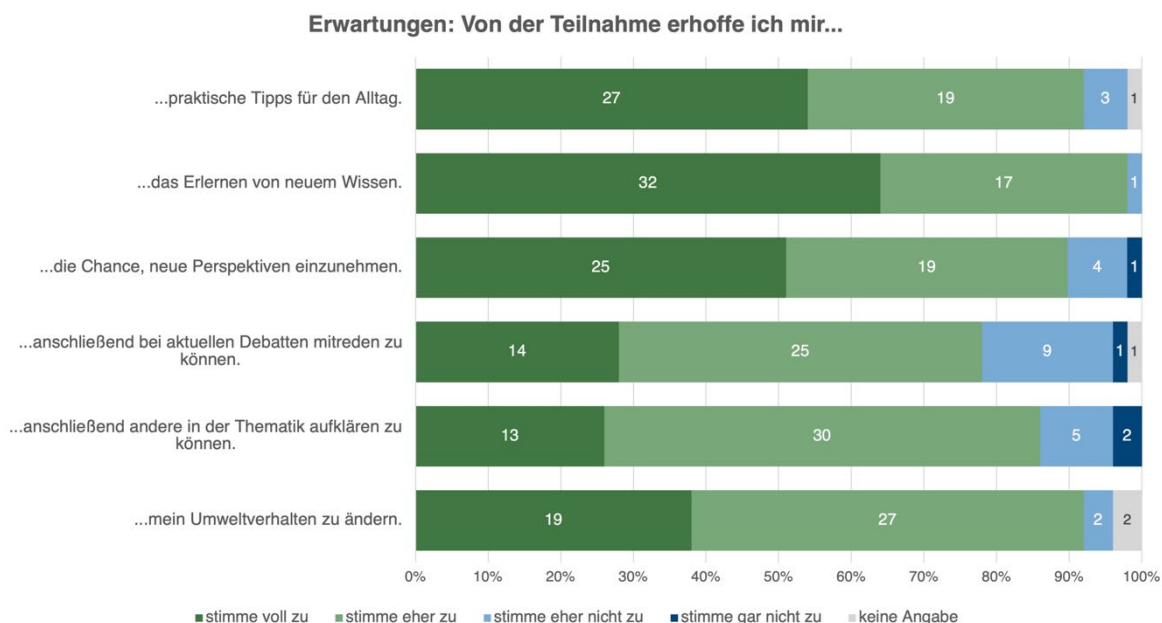


Abbildung 26: Erwartete Inhalte und Kompetenzen durch die Kursteilnehmenden. Die Datenbeschriftungen geben die absoluten Häufigkeiten an.

Im Vorfeld wurden die Teilnehmenden gebeten, den Einsatz von bestimmten Medien und Methoden im Kursverlauf auf einer Skala von 0-100 zu gewichten.

Die Teilnehmenden wünschen sich im Schnitt eine Veranstaltung, die eher aktiv (64,72) angelegt ist. Hierbei soll auch der Praxisanteil nicht zu kurz kommen, jedoch wird auch ein grundlegender theoretischer Input gefordert (59,38). Zutreffend zur Kursausschreibung wird der Anteil des Experimentes im Durchschnitt mit 71,66 gewichtet. Die Verteilung von Diskussions- und Vortragsanteil soll ausgeglichen sein (50,18), sodass auch hier wieder

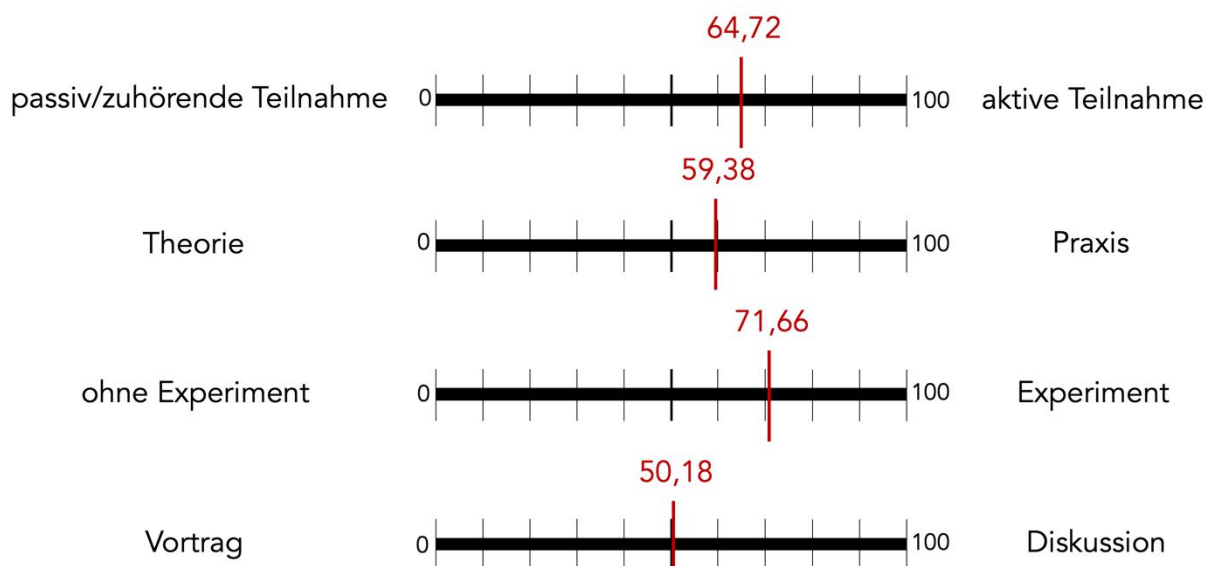


Abbildung 27: Gewichtung verschiedener methodischer und medialer Aspekte im Kursverlauf. Die Teilnehmenden wurden gebeten, die Verortung der Aspekte auf einer Skala von 1-100 zu gewichten.

deutlich ein theoretischer Input gefordert wird. Die einzelnen Gewichtungen sind übersichtlich in Abbildung 27 dargestellt.

Im direkt nach der Intervention durchgeführten Post-Test wurden der Kursverlauf und die Kursstruktur sowie die Verständlichkeit und Nutzung der bereitgestellten Medien evaluiert.

Die Ergebnisse werden im Folgenden vorgestellt.

Die Veranstaltung wurde im Schnitt mit einem Betreuungsschlüssel von 1 zu 6 durchgeführt, sodass auf sechs Teilnehmende eine Betreuungsperson kam. Die Betreuung wurde von 98 % der Teilnehmenden als eher oder genau richtig empfunden. Trotz der anwesenden Betreuenden stimmten 96 % der Teilnehmenden eher oder voll zu, dass im Kursverlauf eigenständiges Arbeiten ermöglicht wurde. Eine Erhöhung des Anteils an eigenständigem Arbeiten weisen 94 % der Teilnehmenden eher oder voll zurück, lediglich 4 % haben hier eher zugestimmt. Bei der Arbeit mit dem bisher zur Verfügung dargestelltem Material geben 46 % der Teilnehmenden an, Hilfe benötigt zu haben. 4 % der Teilnehmenden stimmte eher oder voll zu, sich durch das Arbeiten überfordert gefühlt zu haben. Den angebotenen Freiraum beim Experimentieren haben 92 % der Teilnehmenden eher oder voll genossen. Zudem konnten 94 % der Teilnehmenden beim Kursverlauf kreativ werden (stimme eher oder stimme voll zu). Trotz des hohen Grades an Selbstständigen Arbeiten, stimmen 82 % der Teilnehmenden eher oder voll zu, am meisten durch die Erklärungen des Dozenten gelernt zu haben (vgl. Abbildung 28).

Infolge des zugeschrieben hohen Grades an Selbstständigen Arbeiten und zur Evaluation der angewandten Methode der Stationsarbeit wurde das inhaltliche und strukturelle Verständnis der Teilnehmenden abgefragt. 92 % der Teilnehmenden stimmten eher oder voll zu, dass der Kurs

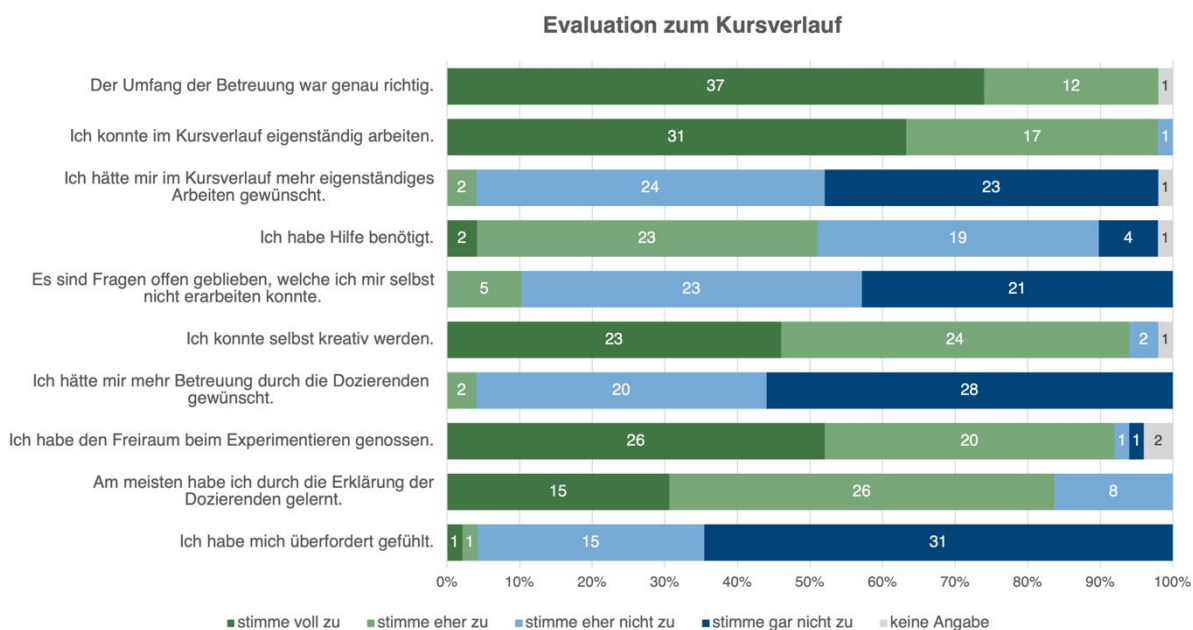


Abbildung 28: Evaluation zum Kursverlauf in Bezug auf den Grad der Betreuung und grundlegendem Lernerfolg. Die Datenbeschriftungen geben die absoluten Häufigkeiten an.

einem roten Faden folgte. Inhaltlichen Problemen, dem Kurs zu folgen, stimmten 8 % der Teilnehmenden eher oder voll zu. 20 % der Teilnehmenden stimmten voll zu, dass sie jederzeit wussten, was sie zu tun haben, 60 % stimmten eher zu. Dahingegen hatten 18 % der Teilnehmenden eher Probleme, den aktuellen Arbeitsauftrag wahrzunehmen. Die Daten zum strukturellen und inhaltlichen Verständnis sind in Abbildung 29 übersichtlich dargestellt.

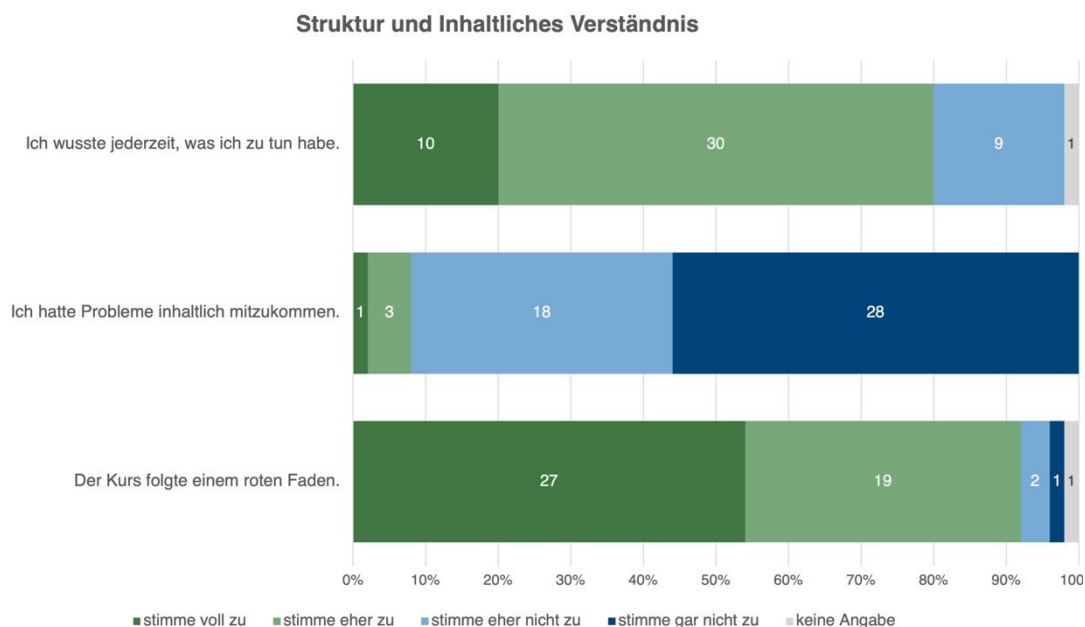


Abbildung 29: Evaluationsteil zum strukturellen und inhaltlichen Verständnis. Die Datenbeschriftungen geben die absoluten Häufigkeiten an.

Da im Kursverlauf unterschiedlichste Materialien eingesetzt wurden, sollte anhand der nachfolgenden Skala der durch die Teilnehmenden wahrgenommene Einfluss auf das Lernverständnis abgefragt werden.

Der einzelne Beitrag der Kurselemente (Broschüre, Vortrag, Experimente usw.) schnitt in der Befragung sehr divers ab. Im Schnitt förderten zwar alle Kursinhalte das Verständnis, jedoch wurden die digitalen Inhalte (Digitale Erklärtexte, Erklärvideos) nur jeweils von rund 35 % der Befragten als etwas oder deutlich verständnisfördernd wahrgenommen. Die Quizfragen förderten hierbei unter den digitalen Inhalten mit 48 % eher oder voller Zustimmung am meisten das Lernverständnis. Es fällt besonders auf, dass jeweils eine große Anzahl der Befragten angab, die digitalen Formate nicht genutzt zu haben (Erklärvideos 38 %, Quizfragen 30 %, Digitale Erklärtexte 40 % nicht genutzt). Am meisten wurde durch die Experimente (98 Prozent verständnisfördernd) und den Einführungsvortrag (98 % verständnisfördernd) gelernt. Auch die Abschlussdiskussion wurde von 80 % der Befragten als etwas oder stark verständnisfördernd eingestuft. Die Broschüre förderte ebenfalls laut über 88 % der Befragten das Verständnis. Wenngleich die Broschüre das selbstständige Arbeiten und Durchführen der Experimente

ermöglichen sollte, wurde diese von 8 % der Teilnehmenden nicht genutzt. Die nach allen Antwortmöglichkeiten differenzierte Darstellung ist in Abbildung 30 zu finden.

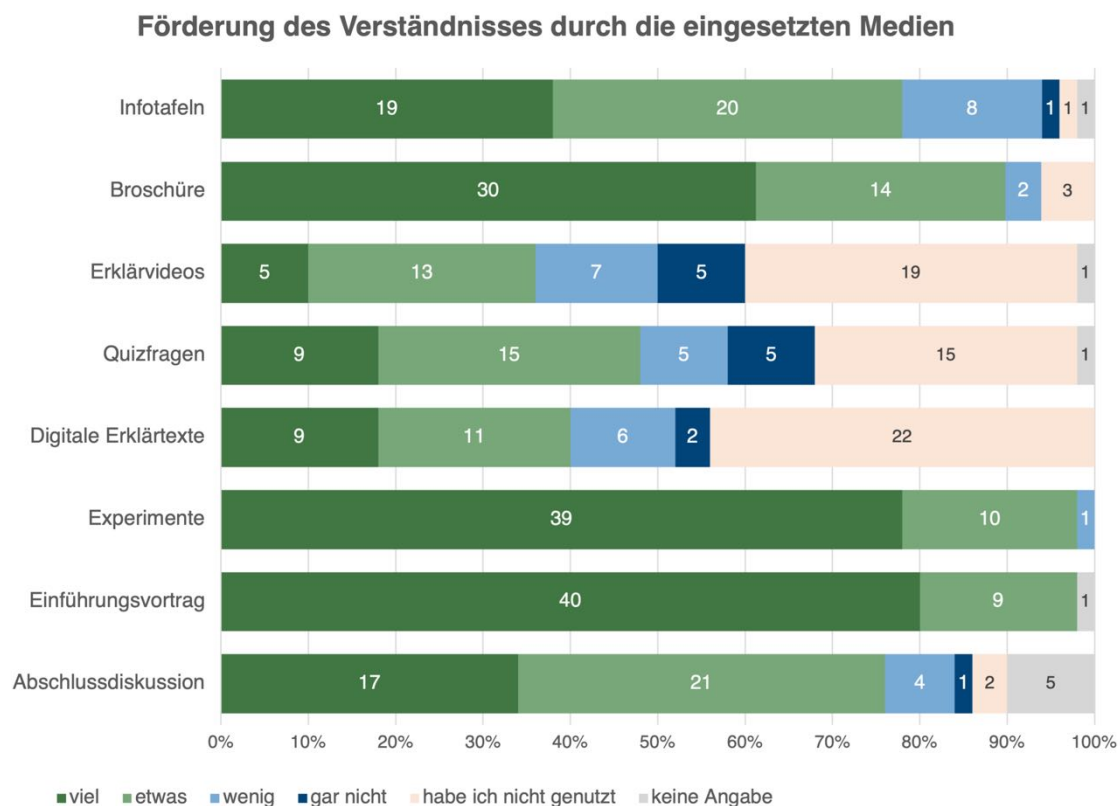


Abbildung 30: Auswertung der Kursmaterialien in Hinblick auf die Förderung des Lernvermögens. Die Datenbeschriftungen geben die absoluten Häufigkeiten an.

Weiterführend wurden im Post-Test noch weitere Items zum Kursniveau, zur Dauer der Veranstaltung und zur Erfüllung der Erwartungen abgefragt.

90 % der Befragten empfanden das Kursniveau als genau richtig, 8 % stufen das Niveau als zu niedrig ein (2 % keine Angabe, vgl. Abbildung 31).

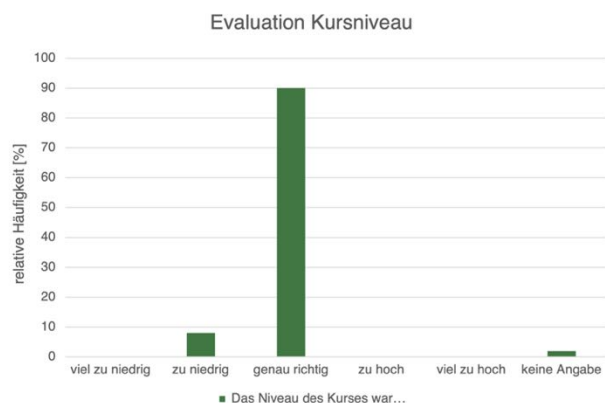


Abbildung 31: Einstufung des Kursniveaus durch die Teilnehmenden. Alle Angaben entsprechen hier der relativen Häufigkeit.

## Ergebnisse

Die Kursdauer wurde von 74 % der Befragten als genau richtig bewertet. Weitere 16 % stuften die Veranstaltung mit einer Länge von rund 3 Stunden als zu kurz ein. 8 % der Teilnehmenden gaben an, dass sie die Veranstaltung als zu lang empfunden haben (2 % keine Angabe, vgl. Abbildung 32).

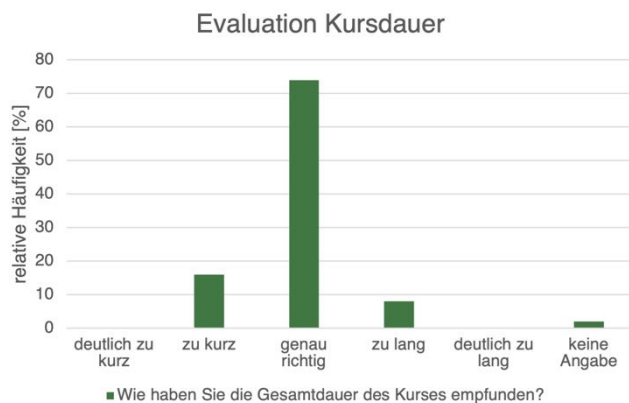


Abbildung 32: Evaluation zur Kursdauer. Alle Angaben entsprechen hier der relativen Häufigkeit.

Insgesamt erfüllte das konzipierte Format bei 34 % der Teilnehmenden genau die Erwartungen. Bei 10 % der Teilnehmenden erfüllte das Format nicht die Erwartungen, sondern lag darunter. Über 50 % der Teilnehmenden bewerteten das Format mit „über meinen Erwartungen“ (4 % keine Angabe, vgl. Abbildung 33).

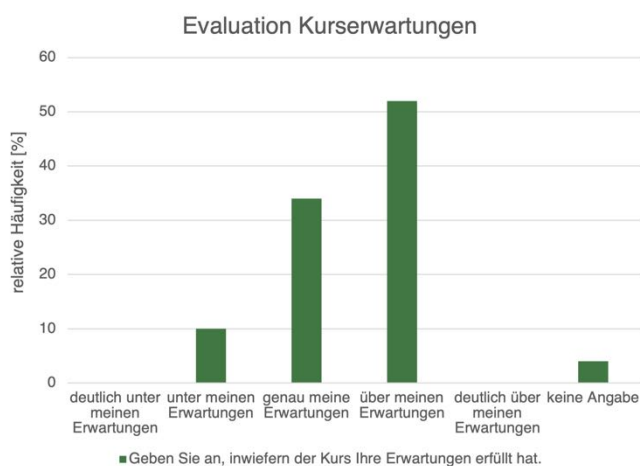


Abbildung 33: Evaluation zur Erfüllung der Erwartungen an die Veranstaltung. Alle Angaben entsprechen hier der relativen Häufigkeit.

48 von 50 Teilnehmenden würden den Kurs ihren Familienmitgliedern, Freundinnen und Freunden oder Kolleginnen und Kollegen weiterempfehlen. Dies entspricht einer Weiterempfehlung von 96 %.

Weiterempfehlung des Kursformates

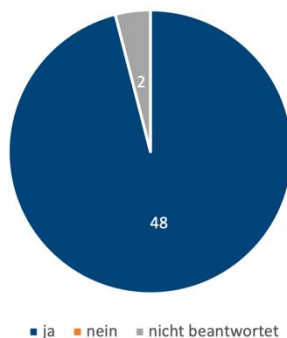


Abbildung 34: Weiterempfehlung des Kursformates durch die Teilnehmenden an Familie, Freunde etc. Die Datenbeschriftungen entsprechen den absoluten Häufigkeiten.

In Freitextfeldern wurden die Teilnehmenden zudem nach positiven und verbesserungswürdigen Aspekten zum Kurs gefragt. Insgesamt 25 Teilnehmende haben das Experiment oder das praktische Arbeiten als positiv hervorgehoben. Die „Experimente haben zum Nachdenken angeregt“ und „durch die Experimente verknüpft man das theoretische Wissen und speichert es besser ab“. „Die Möglichkeit selber zu experimentieren“ wurde von einer/m Teilnehmer/in als sehr gewinnbringend beschrieben. Ein/e weitere Teilnehmer/in nannte „Das Herstellen von Seife“ und „Das Herstellen von eigenem Kunststoff“ als Aspekte, die besonders gut gefielen. Der Vortrag wurde von 4 Personen als informativ und gewinnbringend beschrieben. Der Vortragsstil des Dozenten wurde ebenfalls positiv hervorgehoben. So schrieb eine Person, dass „Die Geschwindigkeit beim Erklären [...] angenehm [*war*], sodass ich allem interessiert folgen konnte!“. 3 Personen hoben explizit „die Mischung aus Theorie und Praxis“ positiv hervor.

Auf die Frage, was verbesserungswürdig an der Veranstaltung gewesen sein, nannten 5 Teilnehmende den Wunsch nach „Etwas mehr Zeit für die Versuche“. Ein Vorschlag zur Lösung wurde ebenfalls von einer Person gegeben: „Populäre Experimente gegebenenfalls öfter aufbauen“. Zudem hätten sich 3 Teilnehmende die „Angabe weiterführender Handlungsoptionen, um dem Problem Plastik entgegenzuwirken“ gewünscht. Ein/e Teilnehmer/in wünschte sich eine stärkere Thematisierung und „Differenzierung“ zu dem Aspekt, „Was kann jede/jeder Einzelne machen“.



Insgesamt lässt sich zusammenfassen, dass die Teilnehmenden sich vornehmlich aufgrund der Thematiken Nachhaltigkeit und (Mikro-)Plastik zu dem Format angemeldet hatten. Der Themenbezug und die -Auswahl scheinen eine entscheidende Rolle bei den Vorüberlegungen zur Kurskonzeption zu spielen. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass die Teilnehmenden insbesondere praktische Tipps und somit einen hohen Alltagsbezug erwarten. Der Anspruch der Teilnehmenden, das Umweltbewusstsein ggf. zu ändern ist vorhanden. Die Teilnahme an Debatten und somit auch aktiv an einer Kommunikation der Problematik zu partizipieren, ist deutlich geringer ausgeprägt. In Bezug zum Kursaufbau und dem Methodeneinsatz zeigt sich das Experiment als Hautmerkmal des Formates als sehr gewinnbringend. Sowohl in Freitextfeldern als auch in Skalen zur Lernförderlichkeit wird das Experiment von einer deutlichen Mehrzahl als lernförderlich und positiven Aspekt im Veranstaltungsverlauf beschrieben. Bei der Durchführung ist auch auf eine angemessene Anzahl an Betreuungspersonen zu achten. Das Experiment fordert einen erhöhten Grad an selbständigem Arbeiten, was leicht zu teilweisen Überforderung der Teilnehmenden führen kann. Eine stärkere Öffnung im Sinne eines selbstregulierten Lernens wird von der Mehrzahl der Teilnehmenden nicht gewünscht. Ggf. ist es sogar notwendig, die Teilnehmenden strikter durch die Stationen zu führen und eine engere Struktur zu bieten. Als besonders lernförderlich wurden zudem der Einführungsvortrag und der Austausch bzw. die Diskussionen mit dem Dozenten gesehen. Eine Gewichtung einzelner Kursaspekte hat nochmals unterstützt, dass Input-Phasen definitiv gewünscht sind. Somit hat sich auch gezeigt, dass eine ausgeprägte Fachkompetenz des Dozierenden für eine erfolgreiche Durchführung notwendig ist. Besonders verbrauchernahe Experimente, wie das Herstellen einer eigenen Seife, die Mülltrennung und auch das Thema Biokunststoffe wurden explizit positiv hervorgehoben.

#### 4.7.2 Ergebnisse der Begleitevaluation der Urlauberbildung 2023

Die Erhebung fand im Rahmen der Termine 2023 auf Spiekeroog, Langeoog und in Esens statt (26.-28.07.2023). Insgesamt nahmen an den Veranstaltungen 32 Teilnehmende statt. 28 Teilnehmende beteiligten sich an der Evaluation, nach Bereinigung der Datensätze liegt eine Stichprobengröße von  $n = 26$  vor.

Das Geschlechterverhältnis liegt bei 15 Teilnehmerinnen, 10 Teilnehmern und einer diversen Person. Dies entspricht einem Verhältnis von 58 % zu 38 % zu 4 % (vgl. Abbildung 35 ).

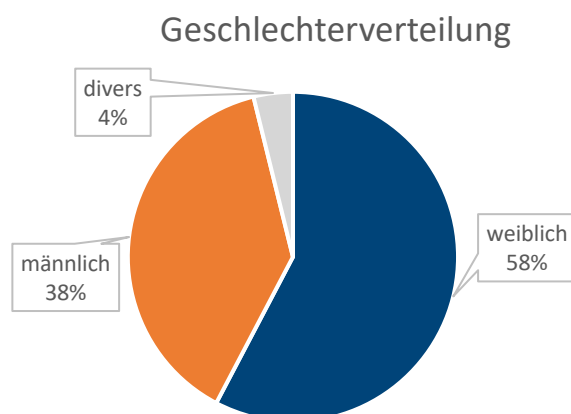


Abbildung 35: Geschlechterverhältnis der Stichprobe zur Urlauberbildung 2023).

Die Teilnehmenden wurden im Rahmen der Erhebung gebeten, sich einer Altersgruppe zuzuordnen. Die Altersgruppe 51-60 Jahre war mit 26,9 % am stärksten vertreten. Mit 73,1 % war die überwiegende Mehrheit der Teilnehmenden älter als 50 Jahre. Die genaue Verteilung der Teilnehmenden auf die Altersgruppen ist der Abbildung 36 zu entnehmen.

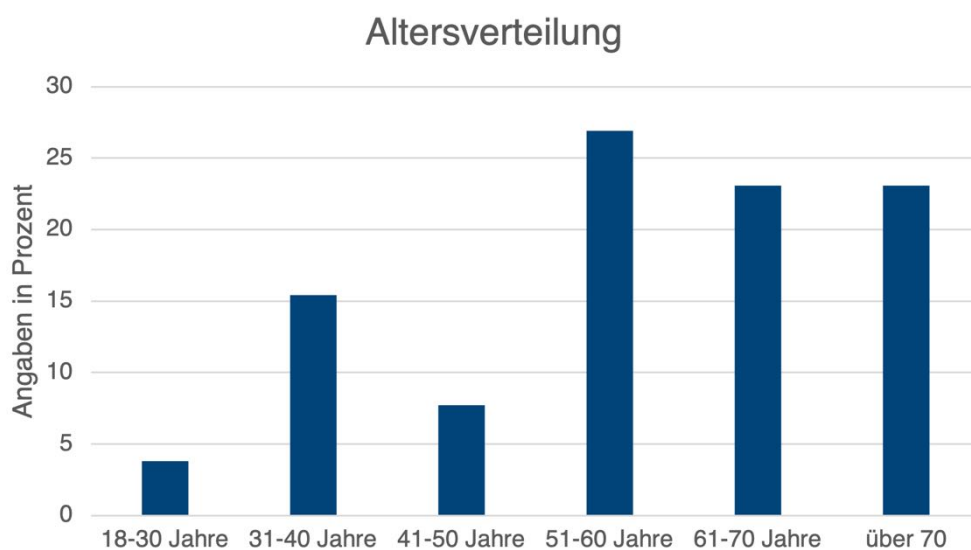


Abbildung 36: Altersverteilung der Stichprobe zur Urlauberbildung 2023.

Anhand einer 4-stufigen Likert-Skala wurde erhoben, wie sich einzelne Beweggründe auf den Besuch der Veranstaltung ausgewirkt haben (1 stimme gar nicht zu, 4 stimme voll zu). Insbesondere der Bezug zu einer aktuellen Thematik von hoher gesellschaftlicher Relevanz scheint die Teilnehmenden zur Anmeldung bewegt zu haben. So stimmten 100 % der Teilnehmenden (voll oder eher) zu, dass die Verortung im Themenbereich Nachhaltigkeit sie zur Anmeldung bewegt habe. Auch das Thema der Plastikproblematik bewegte die Teilnehmenden maßgeblich zu einer Anmeldung (96,2 % stimme voll oder eher zu). Zudem stand ebenfalls der Erwerb von neuem Wissen (96,2 % stimmen voll oder eher zu) und das Erkennen und Einnehmen neuer Ideen und Perspektiven im Vordergrund für eine Teilnahme (100 % stimmen voll oder eher zu). Insgesamt 61,6 % der Befragten stimmten voll oder eher zu, die Veranstaltung aus Unterhaltungsgründen besucht zu haben. 65,4 % stimmten voll oder eher zu, im Rahmen der Urlauberbildung mal etwas Anderes erleben zu wollen. Knapp 26,9 % dahingegen stimmten eher oder voll zu, von anderen zu einer Teilnahme bewegt worden zu sein (vgl. Abbildung 37).

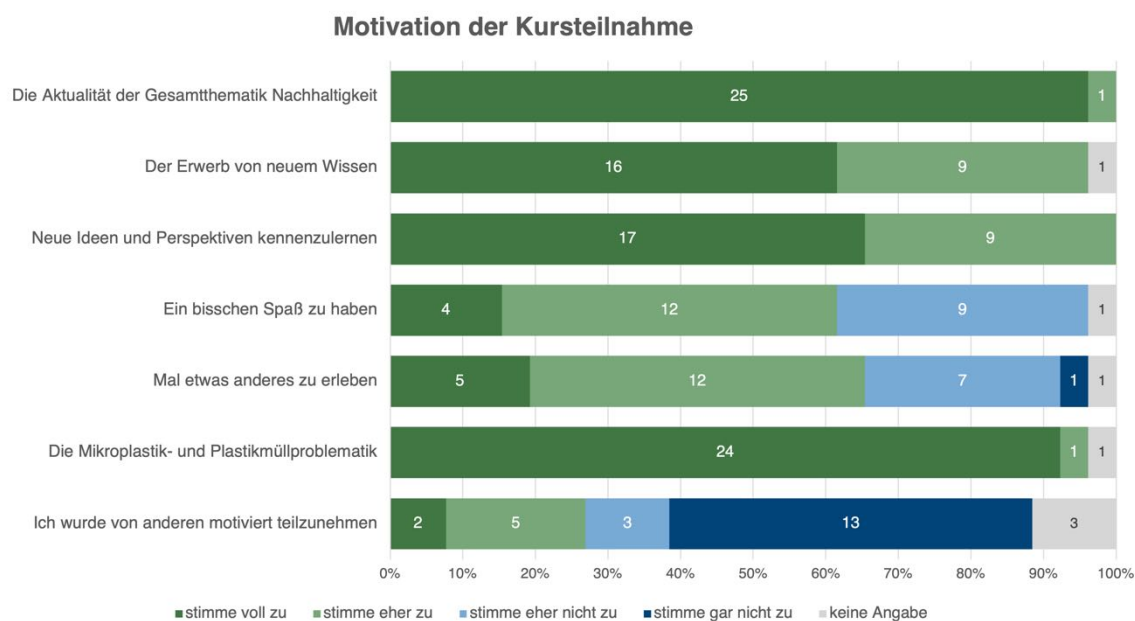


Abbildung 37: Motivationsgründe für eine Kursteilnahme. Die Datenbeschriftungen entsprechen den absoluten Häufigkeiten.

Ein Teilnehmer gab an, die Veranstaltung besucht zu haben, da er als „ehemaliger Chemielehrer das Thema früher unterrichtet“ habe. Eine weitere Teilnehmerin gab an, die Veranstaltung zur Intensivierung ihrer nachhaltigen Lebensweise besucht zu haben und um Plastikgebrauch zu vermeiden.

Der Evaluationsteil zum Veranstaltungsverlauf wurde von den Teilnehmenden sehr gut bewertet. Bei einer Veranstaltungslänge von ca. 90 Minuten stimmten 80,8 % voll und 19,2 % eher zu, dass die Veranstaltung zeitlich gut strukturiert gewesen sei und die Dauer angemessen gewählt wurde. Die Einbindung von Experimenten und Anschauungsmaterial trug deutlich

## Ergebnisse

dazu bei, dass die Veranstaltung als abwechslungsreich empfunden wurde (7,7 stimme eher zu, 92,3 % stimme voll zu).

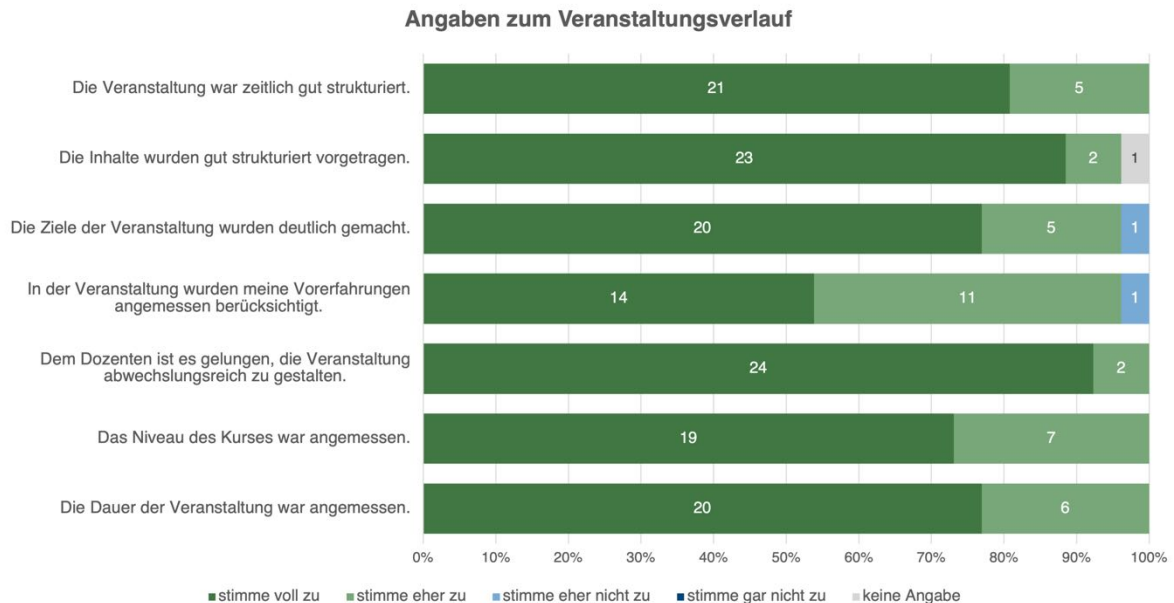


Abbildung 38: Evaluationsergebnisse zum Veranstaltungsverlauf. Die Datenbeschriftungen entsprechen den absoluten Häufigkeiten.

Der in Kapitel 4.3 beschriebene Ablauf wies laut 96,2 % der Teilnehmenden eine gute Struktur auf. Das Niveau des Kurses wurde ebenfalls von allen Teilnehmenden als mindestens eher angemessen beurteilt (73,1 % stimme voll zu, 26,9 % stimme eher zu). Über die Hälfte der Teilnehmenden (53,8 %) stimmten voll zu, dass die Vorerfahrungen berücksichtigt wurden, jedoch stellt dieses Item, das am schlechtesten Bewertete der Skala dar, sodass für ein erneutes Angebot, die Vorerfahrungen besser erfasst werden müssen. Ein:e Teilnehmer:in empfand die

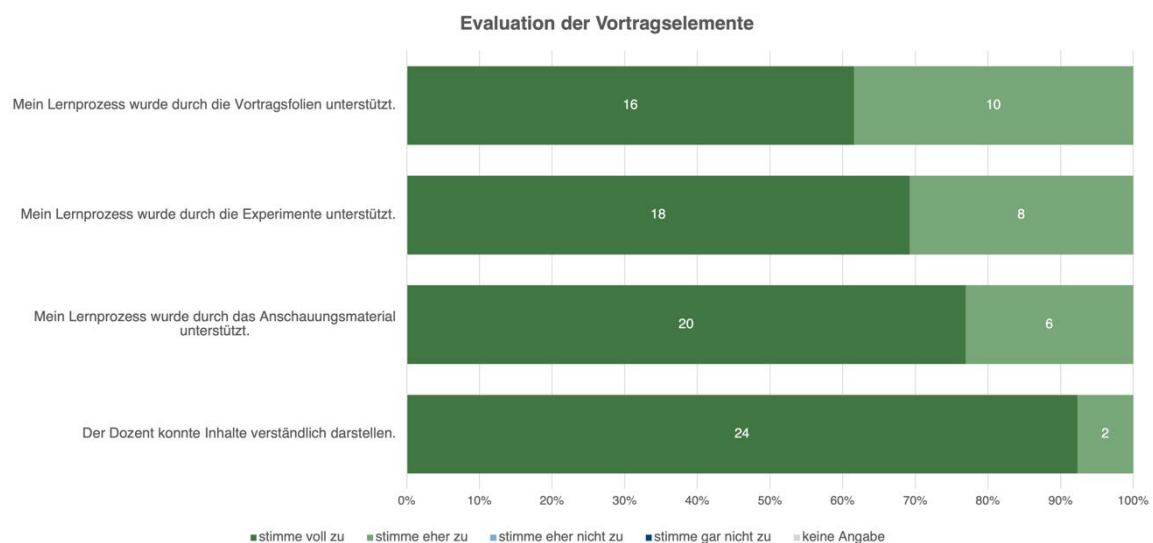


Abbildung 39: Beitrag der Vortragelemente zum Lernerfolg. Die Datenbeschriftungen entsprechen den absoluten Häufigkeiten.

Ziele der Veranstaltung nicht deutlich ersichtbar, sodass hier transparenter gearbeitet werden könnte.

Bezüglich des Lernerfolges haben die Ausführungen des Dozenten maßgeblich zur Verständlichkeit beigetragen ( $M = 3,92$ ,  $SD = ,272$ ). Der Lernerfolg wurde sowohl durch die Folien ( $M = 3,62$ )  $SD = ,496$ ) als auch durch die Experimente ( $M = 3,69$ ,  $SD = ,471$ ) und das Anschauungsmaterial ( $M = 3,77$ ,  $SD = ,430$ ) deutlich unterstützt. Dies deckt sich mit

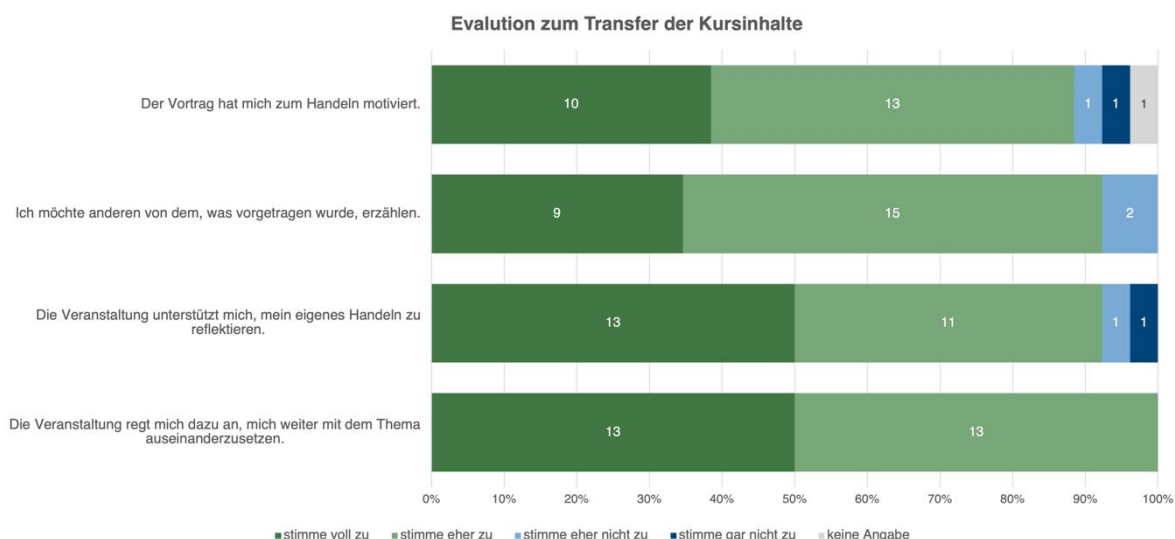


Abbildung 40: Evaluationsergebnisse zum Transfer der Kursinhalte. Die Datenbeschriftungen entsprechen den absoluten Häufigkeiten.

Freitextfeldern, in denen insbesondere die „parallel durchgeführten Experimente, die das Thema anschaulicher gemacht haben“ erwähnt wurden.

In den Items zum Lerntransfer lässt sich erkennen, dass das Format geeignet ist, mindestens kurzfristig zum Handeln zu motivieren (88,5 % stimmen voll oder eher zu). 100 % stimmten voll oder eher zu, sich weiter mit der Thematik auseinandersetzen zu wollen. Die Veranstaltung ist tendenziell geeignet, Kompetenzen zu unterstützen, um das eigene Handeln zu reflektieren (92,3 % stimmen voll oder eher zu), jedoch gaben auch 7,7 % der Teilnehmenden an, dass eher

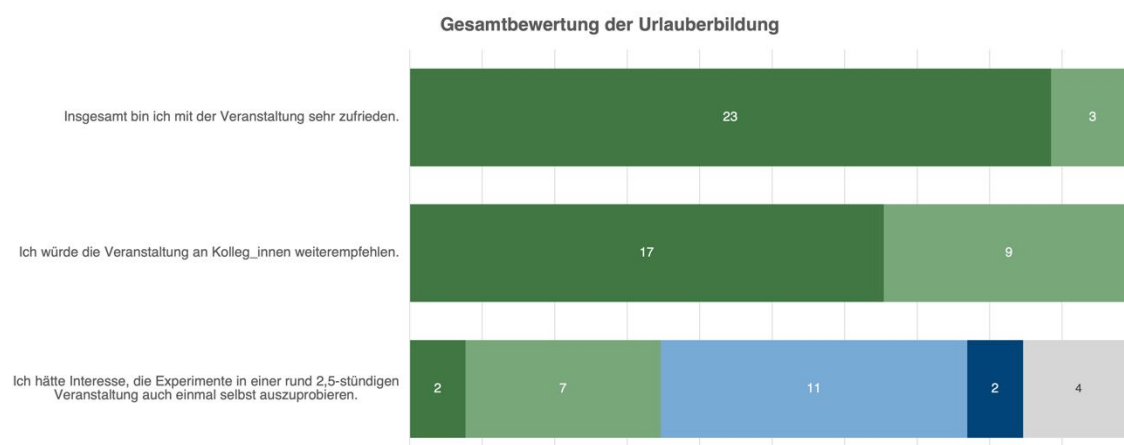


Abbildung 41: Gesamtbewertung des Formates der Urlauberbildung. Die Datenbeschriftungen entsprechen den absoluten Häufigkeiten.

kein Einfluss auf die Reflexionskompetenz vorliegen würde. Zudem ist es wahrscheinlich, dass die Teilnehmenden auch über die Intervention hinaus im Gespräch zur Veranstaltung bleiben werden. 92,3 % der Teilnehmenden stimmten eher oder voll zu, andere von den Inhalten erzählen zu wollen.

In der Gesamtbewertung schneidet das Konzept ebenfalls sehr gut ab. 88,5 % der Teilnehmenden stimmten zu, mit der Veranstaltung voll zufrieden zu sein, 11,5 % waren eher zufrieden. Zudem stimmten alle Teilnehmenden eher oder voll zu, die Veranstaltung weiterzuempfehlen. Mit einem letzten Item wurde zudem das generelle Interesse einer Teilnahme an dem Kursformat „Plastik – Fluch oder Segen?“ abgefragt. Insgesamt gaben nur 34,6 % der Teilnehmenden an, eher an einer Teilnahme interessiert zu sein. 50 % der Teilnehmenden lehnten eine Teilnahme eher ab, 15,4 % machten keine Angabe.

In den Freitextfeldern zu der Frage, was an der Veranstaltung besonders gefallen hätte, wurden von 12 Teilnehmenden die Experimente genannt. Zudem wurde 4-mal der Dozent mit einer verständlichen Erklärweise genannt. Die Struktur wurde 3-mal positiv hervorgehoben.

In Freitextfeldern zu Aspekten, die eher schlecht gefielen, wurde 4-mal genannt, dass die Handlungsempfehlung sowie deren Diskussion zu kurz kamen. Ein:e Teilnehmer:in empfand den Verlauf als etwas zu lang. Zudem wurde der Wunsch nach aktuelleren Quellen und eine Vereinfachung der vielen Informationen geäußert. Eine weitere Person forderte die „Intensivierung der Müllproblematik durch Plastik etc. auch Bilder !! [sic] (Schockeffekt, Weckruf!)“.

Insgesamt zeigen sich die Experimente und das Anschauungsmaterial als sehr gewinnbringend. Das Format ist dazu geeignet, die Thematik ins Gespräch zu bringen und auch über die Intervention hinaus, zum Nachdenken anzuregen. Die Kurzevaluation hat ergeben, dass die Thematiken Nachhaltigkeit und Plastikmüll den Hauptbeweggrund für eine Teilnahme darstellten. Die Teilnahme an einem längeren Format mit der eigenständigen Durchführung der Experimente wurde kontrovers betrachtet und stieß überwiegend auf Ablehnung innerhalb der Stichprobe. Darüber hinaus sollte für zukünftige Formate noch stärker der Fokus auf Lösungsansätze gelegt werden.

## 5 Diskussion

Die zentralen Zielsetzungen der Konzeption von experimentellen Kursformaten für die Erwachsenenbildung, die Durchführung, die begleitende Evaluation sowie die Erstellung eines Fortbildungskonzeptes konnten im Projektverlauf erfolgreich erfüllt werden. Pandemie-bedingt ergaben sich kleinere Abweichungen, die in der Konzeption und Durchführung alternativer Formate wie z.B. digitaler Workshops mündeten. Inwiefern die Teilziele im Projektverlauf erfüllt wurden, wird nachfolgend dargestellt.

Im Rahmen des Projektes wurden zwei Kurskonzepte analog zu den im Antrag beschriebenen „Kursabenden“ für die Erwachsenenbildung beschrieben. Hierbei liegen differenzierte Inhalte vor, um eine Unterscheidung in ein grundlegendes und fortgeschrittenes Niveau zu ermöglichen. Die Pilotierung konnte wie geplant im Sommer 2020 erfolgen, jedoch war bereits zu diesem Zeitpunkt ein verhaltenes Anmeldeverhalten zu beobachten. Dies lag möglicherweise in der Unsicherheit durch die Corona-Pandemie begründet. In den folgenden Monaten bis einschließlich Anfang 2022 gestaltete sich die Durchführung der Veranstaltungen schwierig. Dies lag zum einen an Durchführungsbeschränkungen, andererseits auch im stark gesunkenen Anmeldeverhalten der Bürgerinnen und Bürger, was uns durch die Einrichtungen bestätigt wurde. Somit mussten insbesondere 2021 die meisten geplanten Veranstaltungen verschoben oder abgesagt werden. Somit weicht auch die Anzahl an durchgeführten Veranstaltungen von der beantragten Anzahl nach unten ab. Diese Differenz wurde versucht mit einer Vielzahl an neuen Formaten abzufangen. Somit konnte neben den 3-stündigen Kurskonzepten auch ein Online-Workshop mit Heim-Experimente-Set entwickelt und durchgeführt werden. Zudem wurde ein Messestand entwickelt, der auf der Klimamesse Osnabrück pilotiert wurde. In diversen Online-Vorträgen wurde in Rotary-Clubs deutschlandweit auf die Plastikmüllproblematik und insbesondere auf das Projekt aufmerksam gemacht. In einem digitalen Wettbewerb „Umwelt-Make@thon“ wurden deutschlandweit Schülerinnen und Schüler mit Bürgerinnen und Bürgern in den Austausch gestellt, um Problemen für die zunehmende Umweltverschmutzung durch Plastikabfällen entgegenzuwirken.

Die empirischen Studien wurden wie beantragt konzipiert, pilotiert und ausgewertet. Für einzelne Skalen, insbesondere in Bezug auf die Auswertung auf das Umweltbewusstsein der Teilnehmenden, sollen noch weitere Analysen durchgeführt werden, sodass die vollständige Auswertung im Rahmen des Promotionsvorhabens von Nils Kreienhop veröffentlicht wird. Die Konzeption wurden in einem Beitrag in der fachdidaktischen Zeitschrift „CHEMKON“



veröffentlicht, ein Beitrag zu den Ergebnissen der Begleitstudie ist in Vorbereitung. Zudem wurden die Projektergebnisse auf mehreren Fachtagungen präsentiert.

Um die Kurse zu verstetigen, wurden Dozierendenfortbildungen entwickelt. Die Zielgruppe wurde auch auf die schulische Bildung im Bereich der Sekundarstufe II erweitert. Diese konnten in Kooperation mit dem Lehrerfortbildungszentrum NordWest erfolgreich durchgeführt werden.

In der Projektdurchführung ergaben sich somit, insbesondere infolge der Corona-Pandemie und die damit verbundenen Einschränkungen, deutliche Einschnitte direkt zu Beginn der Projektlaufzeit. In Gesprächen mit unseren Kooperationspartnern in der Erwachsenenbildung wurde zudem unterstützt, dass die generelle Teilnahme an Veranstaltungen im Freizeitbereich auch nach Aufheben der Kontaktbeschränkungen nachgelassen habe. Die Zusammenarbeit mit den beteiligten Institutionen verlief zumeist sehr positiv. Die Projektidee stieß sehr oft auf Anklang, jedoch kristallisierte sich auch zu Beginn eine deutliche Präferenz zur Wahl des Einsteiger-Angebotes aus, sodass dieses fast ausschließlich mit den beteiligten Einrichtungen durchgeführt wurde. Es stellte sich auch heraus, dass insbesondere bei kirchlichen Einrichtungen die Jugendarbeit ein erhöhtes Interesse an der Durchführung der Konzepte hat. Im Rahmen des Erwerbes der „Juleica“ (Jugendleiter\*in-Card) könnten diese Veranstaltungen in Zukunft vermehrt angeboten werden.

Während der Durchführung konnte auch festgestellt werden, dass die Durchführung in bereits etablierten Diskussionsformaten bzw. in sich regelmäßig treffenden Gruppen vielversprechender ist und als positiv aufgefasste Abwechslung zur Veranstaltungsreihe betrachtet werden kann.

In Zusammenarbeit mit der Katholischen Erwachsenenbildung Ostfriesland wurde zudem das Format für eine Urlauberbildung umgestaltet. In den Jahren 2022 und 2023 stieß das Konzept auf eine rege Teilnahme mit zunehmender Tendenz. Insbesondere die thematische Nähe zu der Plastikverschmutzung an der Nordseeküste ist als förderlich anzumerken. Zudem scheinen Bürgerinnen und Bürger im Urlaub, gerne Diskussionsrunden und Vorträge wahrzunehmen. Erste Evaluationen aus 2023 zeigen zudem das Potential der mit Experimenten unterlegten Vortragsabende auf.

Diverse entwickelte Aspekte des Projektes werden auch nach Projektende weiterverfolgt und angeboten. Entwickelte Experimentalinhalte und interaktive Elemente werden in weiteren Wissenschaftskommunikations-Formaten der Arbeitsgruppe Chemiedidaktik eingesetzt. Viele Experimentier- und Bewertungskonzepte sind in die bestehenden Schülerlaborangebote

eingeflossen und werden in Fortbildungen über Lehrfortbildungszentrum deutschlandweit präsentiert. Die Urlauberbildung soll auch im kommenden Jahr fortgeführt werden. Kooperationen mit Einrichtungen der Erwachsenenbildung bleiben bestehen, sodass auch die 3-stündigen Kursformate für das Jahr 2024 weiter terminiert sind.

Mit aktuell laufenden Abschlussarbeiten an der Universität Osnabrück werden weitere Inhalte für die Formate aufbereitet, um im Themenfeld Nachhaltigkeit eine größere Themenwahl bieten zu können. Im Rahmen eines weiteren Promotionsprojektes zum Thema Landnutzungswandel werden begleitend auf Basis der Projekterkenntnisse Formate für Erwachsene entwickelt und durchgeführt.



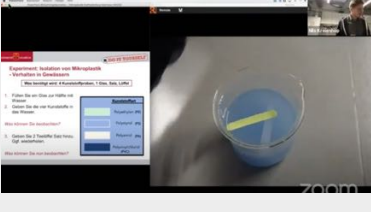
## 6 Öffentlichkeitsarbeit

Die Ergebnisse wurden in unterschiedlichen Formaten für die Öffentlichkeit präsentiert. Das Projekt wurde auf den [Seiten der Chemiedidaktik](#) an der Universität Osnabrück vorgestellt und beworben. In allen öffentlichen Formaten und Bildungsmaterialien wurde stets auf die DBU als Projektförderer unter Verwendung des Logos hingewiesen.

Neben der Zusammenfassung in einer begleitenden Broschüre, die auch auf der Homepage der Chemiedidaktik Osnabrück downloadbar ist, wurde das Konzept auf Fachtagungen vorgestellt und in der Fachzeitschrift CHEMKON veröffentlicht.

Über die Durchführung der Kursformate berichteten mehrere Zeitungen in der Region. In mehreren Rotary-Clubs in Deutschland wurde das Projekt aktiv beworben. In einem Online-Interview der Reihe EndPlasticSoup wird zudem über die Problematik und das geförderte Projekt die breite Öffentlichkeit informiert. Eine ausgewählte Übersicht der Zeitungsartikel und der weiteren Online-Formate ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen:

Tabelle 8: Zeitungsberichte und Öffentlichkeitsformate zum Projekt.

Screenshot	Titel (Datum, Herausgeber, Link)
	<p>Corona-Pandemie verdrängt Umweltpolitik. (27.08.2020, OM-Online) <a href="https://www.om-online.de/om/corona-pandemie-verdrangt-umweltpolitik-48449">https://www.om-online.de/om/corona-pandemie-verdrangt-umweltpolitik-48449</a></p>
	<p>Albtraum Plastik: Sind Biokunststoffe die Lösung? (8.11.2022, Ibbenbürener Volkszeitung) <a href="https://news.ivz-aktuell.de/embedded/article/218856">https://news.ivz-aktuell.de/embedded/article/218856</a></p>
	<p>End Plastic Soup - Interview mit Nils Kreienhop - April 2021 (14.04.2021, Rotary Distrikt 1850) <a href="https://www.youtube.com/watch?v=H6oz9trZ9U4">https://www.youtube.com/watch?v=H6oz9trZ9U4</a></p>
	<p>Mikroplastik-Experte hält Vortrag im Gleispark</p>

	(17.06.2022, NWZ-Online) <a href="https://www.nwzonline.de/oldenburg/vortrag-in-oldenburg-wie-gefaehrlich-ist-mikroplastik_a_51,8,99503100.html#">https://www.nwzonline.de/oldenburg/vortrag-in-oldenburg-wie-gefaehrlich-ist-mikroplastik_a_51,8,99503100.html#</a>
--	---

## Veröffentlichungen und Tagungsbeiträge

Nachfolgend werden die Veröffentlichungen und Tagungsbeiträge dargestellt, die während des Projektes entstanden und erschienen sind.

Folgende Tagungsbeiträge wurden während der Projektlaufzeit präsentiert:

2021:

- Forum Wissenschaftskommunikation 2021: Interaktives Format „SDGs on Stage –aktuelle Forschung zu Themen der Nachhaltigkeit trifft auf Bürger\*innen“
- Fortbildungs- und Vortragstagung der Fachgruppe Chemieunterricht 2021: Vortrag „Holiday-Labs" und "Kochkurse":Die (Mikro-)Plastikproblematik in der außerschulischen MINT-Bildung“

2022:

- World Environmental Education Congress 2022: Poster „CitizenLab\_OS – An experimental lab for adults on sustainability with focus on plastic waste and microplastic“
- Fortbildungs- und Vortragstagung der Fachgruppe Chemieunterricht 2021: Workshop „Nachhaltig(keit) unterrichten: Experimenteller Chemieunterricht im Kontext der planetaren Leitplanken.“

2023:

- Forum Wissenschaftskommunikation 2023: Vortrag „Blick in die Praxis“ - „CitizenLab - Ein Hands-On-Format zur Plastikproblematik in der Erwachsenen- und Freizeitbildung“ inkl. Posterbeitrag.

Zudem wurden folgende Beiträge mit Bezug zum Projekt in Fachzeitschriften veröffentlicht:

2022:

- Kreienhop, N.; Beeken, M. (2022): Citizen\_Labs – Konzeption und Evaluation eines Kursangebots zur Plastikmüll- und Mikroplastikproblematik in der

Erwachsenenbildung. CHEMKON 29, S. 280-286.  
[doi.org/10.1002/ckon.202200011](https://doi.org/10.1002/ckon.202200011)

- Kreienhop, N.; Beeken, M. (2022): Nachhaltige Unterrichtsvorschläge zur (Mikro-)Plastikproblematik: Fridays For Future und Schule? - Teil 3. Chem. Unserer Zeit. S. 2-6. [doi.org/10.1002/ciuz.202100031](https://doi.org/10.1002/ciuz.202100031)
- Amel, H.; Schmidt, J.; Kreienhop, N.; Beeken, M (2022): „Nachhaltigkeit Make-It-Yourself“ – der Umwelt-Make@thon als innovatives Wissenschaftskommunikationsformat. CHEMKON 30, S. 294-299.  
[doi.org/10.1002/ckon.202100078](https://doi.org/10.1002/ckon.202100078)

2020:

- Kreienhop, N.; Klasmeier, J.; Beeken, M. (2020): Mikroplastik: Ein aktueller Forschungsgegenstand der Wissenschaft. Naturwissenschaften im Unterricht - Chemie. 31, 179, S. 2-6

## 7 Fazit

Im Zeitraum von November 2019 bis Juli 2023 konnte erfolgreich das Projekt „Plastik, Mikroplastik und Plastikmüllvermeidung“ - Durchführung und Evaluation von experimentell ausgerichteten Kursabenden in der Erwachsenenbildung“ durchgeführt werden. Im Zuge des Projektverlaufes wurde ein experimentell ausgerichtetes Bildungsangebot für die Erwachsenenbildung entwickelt, was ein bis dato hoch innovatives Format für den Unterrichtsbereich Nachhaltigkeit/Umweltbildung darstellt. Neben der Transformation bewährter Schülerlaborexperimente in ein neues methodisches Grundgerüst wurden insbesondere neue Bildungsmaterialien zu verbraucherorientierten Themen wie Mülltrennung, Naturkosmetik und Eintrag von Mikroplastik in die Umwelt entwickelt. Hierbei stellt das Experiment stets den Mittelpunkt des jeweiligen Ausgangskontextes dar. In Reaktion auf die Corona-Pandemie entwickelte neuartige digitale und Urtauberbildungsformate stießen auf eine große positive Resonanz und werden zusammen mit den Kursabenden auch über das Projektende hinaus angeboten.

Begleitende Evaluationen haben insbesondere gezeigt, dass das Experiment von den Teilnehmenden stark förderlich für die Wissensvermittlung wahrgenommen wird. Des Weiteren konnten Kriterien, wie eine ausgewogene Mischung aus Impulsvortrag und Praxis sowie Diskussionsrunde oder das explizite Präsentieren von Lösungsvorschlägen mit anschließender Debatte als gewinnbringend für ein erfolgreiches Kursangebot identifiziert werden.

Das abgewandelte Formate zur Urtauberbildung, bestehend aus einem 90-minütigen Vortrag mit flankierenden Experimenten, wurde ebenfalls äußerst positiv in einer Begleitevaluation bewertet. Auch hier konnte insbesondere das Experiment, neben dem Unterhaltungscharakter, das Verständnis der Thematik fördern und einzelne Aspekte differenzierter und transparenter darstellen.

Die konzipierten Fortbildungen sind geeignete Veranstaltungen, um die Thematik multiplikativ zu verbreiten und die entwickelten Experimente, Konzepte und digitalen Lernumgebungen weiterzutragen. Diese werden ebenfalls über das Projektende hinaus fortlaufend vom Fortbildungszentrum NordWest an der Universität Osnabrück angeboten.

In den kommenden Monaten werden die erhobenen Daten der Begleitstudie in Bezug auf eine mögliche Wirkung auf das Umweltbewusstsein der Teilnehmenden ausgewertet. Zudem werden die Ergebnisse der Evaluation zur Veröffentlichung in Fachartikeln der Chemiedidaktik eingereicht. In weiteren Projekten gilt es zu prüfen, ob die identifizierten Schlüsselstellen auch themenübergreifend gültig sind. Zudem können die gewonnenen Erkenntnisse über qualitative

Forschungsmethoden, z.B. Interviews, vertieft werden, um noch differenziertere Aussagen zum Kursverlauf, der Material- und Mediennutzung sowie zu möglichen neuen, relevanten Themen zu generieren. Hierzu werden innerhalb der AG Chemiedidaktik gerade neue Settings für die Erwachsenenbildung, u.a. zum Thema Landnutzung, entwickelt und wissenschaftlich begleitet. Für künftige Projekte dieser Art gilt es zudem, zu evaluieren, auf welche Art und Weise diese Formate am besten angeboten und beworben werden können. Verhältnismäßig viele Kurse mussten aufgrund zu geringer Nachfrage abgesagt werden. Somit stellte insbesondere die Gewinnung an interessierten Bürgerinnen und Bürgern bei der Durchführung ein großes Problem dar. Zusammen mit Expertinnen und Experten der Volkshochschulen und Bildungswerke gilt es hier zu überlegen, ob und wie stark auf bereits existierende regelmäßige Gesprächsrunden zugegriffen werden kann. Neben den klassischen Einrichtungen in der Erwachsenenbildung sind auch Museen, Erlebniscenter und weitere außerschulische Lernorte potenzielle Kooperationspartner. Somit gilt es, in Folgeprojekten auch diese mit einzubeziehen.

Folglich kann das durchgeführte Projekt nicht nur aus wissenschaftlicher Perspektive, sondern auch auf gesellschaftlicher Ebene als Erfolg betrachtet werden. Dank der Förderung durch die DBU wurden innovative Bildungsformate entwickelt, deren Inhalte sich aufgrund der hohen gesellschaftlichen Relevanz in Bildungsformate für alle Altersklassen transferieren und durchführen lassen.



## 8 Literaturverzeichnis

- Bertling, J., Bertling, R., & Hamann, L. (2018). Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik. Ursachen, Mengen, Umweltschicksale, Wirkungen, Lösungsansätze, Empfehlungen. Kurzfassung der Konsortialstudie. *Fraunhofer UMSICHT*, 1–56. <https://doi.org/10.24406/UMSICHT-N-497117>
- Browne, M. A., Crump, P., Niven, S. J., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., & Thompson, R. (2011). Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: Sources and sinks. *Environmental Science and Technology*. <https://doi.org/10.1021/es201811s>
- Kawecki, D., & Nowack, B. (2019). Polymer-Specific Modeling of the Environmental Emissions of Seven Commodity Plastics As Macro- and Microplastics. *Environmental Science & Technology*, 53(16), 9664–9676. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b02900>
- Koltzenburg, S., Maskos, M., & Nuyken, O. (2014). Polymere - Synthese, Eigenschaften und Anwendungen. In *Springer Spektrum*.
- PlasticsEurope. (2019). *The Circular Economy for Plastics - A European Overview*. 1–36. <https://www.plasticseurope.org/en/resources/publications/1899-circular-economy-plastics-european-overview>
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., Biggs, R., Carpenter, S. R., de Vries, W., de Wit, C. A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G. M., Persson, L. M., Ramanathan, V., Reyers, B., & Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1259855. <https://doi.org/10.1126/science.1259855>
- Umweltbundesamt (2019). *Umweltbewusstsein in Deutschland 2018 - Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage*. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit & Umweltbundesamt (UBA). Berlin, Dessau-Roßlau.
- Vereinte Nationen. (2015). *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. <https://doi.org/10.1201/b20466-7>
- Vortmann, S., Remy, D., Klasmeier, J., & Beeken, M. (2019). Student Experiments on the Topic of Micro-plastics in the Environment for Secondary Education Level II: The Coffee Pad Machine Experiment and Sediment Analysis. *World Journal of Chemical Education*, 7(2), 96–101. <https://doi.org/10.12691/wjce-7-2-9>

## **9 Anhang**

Im Anhang sind die folgenden Materialien zu finden:

- Zugang zur Lernumgebung/ zu den Erklärvideos
- Digitale Broschüre der Veranstaltung
- Informationstafeln
- Nachhaltigkeits-Quartett und Begleitheft
- Packliste zur Kursveranstaltung

## **Zugang zur Lernumgebung und den Erklärvideos**

Die Lernumgebung kann unter folgendem Link abgerufen werden:

<https://www.home.uni-osnabrueck.de/nikreienhop/test.html>

Die Erklärvideos sind unter folgende URL's erreichbar:

Was ist ein Kunststoff - <https://videos.simpleshow.com/BcUMA5qTf7>

Entstehung von Mikroplastik - <https://videos.simpleshow.com/f6m670SYpU>

Verhalten von Mikroplastik in der Umwelt - <https://videos.simpleshow.com/YzioFxxIYg>

Bioplastik – Eine Begriffserklärung - <https://videos.simpleshow.com/YVbwRqAUQ4>

## Broschüre zum Kursformat „Plastik – Fluch oder Segen?“

UNIVERSITÄT  OSNABRÜCK

# Plastikmüll und Mikroplastik in der Umwelt

Begleitheft zum Citizen\_Lab

gefördert durch  
**DBU**   
Deutsche  
Bundesstiftung Umwelt  
[www.dbu.de](http://www.dbu.de)

**Impressum:**

Didaktik der Chemie  
Universität Osnabrück  
Barbarastraße 13  
49076 Osnabrück

Stand: 01.2023 | 2. Auflage

Coverfoto: InsideCreativeHouse/stock.adobe.com  
Rückseitenfotos: David Pereiras/stock.adobe.com,  
Ian Dyball/stock.adobe.com

## Begleitheft: Citizen\_Lab

# Plastikmüll und Mikroplastik in der Umwelt

## Inhaltsverzeichnis

<b>Wir stellen uns vor!</b> .....	5
<b>(Mikro-)Plastik – Was ist das eigentlich?</b> .....	6
<i>Kunststoff – Ein vielseitiger Werkstoff</i> .....	6
<i>Mikroplastik – Kleinste Partikel überall</i> .....	7
<i>Eintragsquellen und Verbreitung von Mikroplastik</i> .....	8
<i>Einfluss auf Lebewesen</i> .....	9
<i>(Mikro-)Plastik im Kontext Nachhaltigkeit</i> .....	10
<i>Ressourcen schonen – Abfälle bestmöglich für die Wiederverwertung vorbereiten</i> .....	11
<b>Selbst aktiv werden – Die Plastikproblematik experimentell erkunden</b> .....	12
<b>Station 1: Kunststoffe – wertvoll und unverzichtbar?</b> .....	13
<b>Station 2: Eintragspfade - Wie gelangt Mikroplastik in die Umwelt?</b> .....	16
<b>Station 3: Begrifflichkeiten - Was und wie groß ist Mikroplastik?</b> .....	19
<b>Station 4: Mikroplastik in der Umwelt - Wie arbeitet die Wissenschaft?</b> .....	22
<b>Station 5: Biokunststoffe – Eine Lösung für die Zukunft?</b> .....	25
<b>Station 6: Wertstoffe im Kreislauf – Mülltrennung zum Ressourcen-Erhalt? .....</b>	27
<b>Notizen</b> .....	29
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	30
<b>Chemiedidaktik Osnabrück</b> .....	31

## Kontakt

### Universität Osnabrück

Nils Kreienhop, M.Ed.

Universität Osnabrück  
Didaktik der Chemie  
Barbarastraße 7  
49076 Osnabrück  
nkreienhop@uni-osnabrueck.de  
0541 969 2351



Prof. Dr. Marco Beeken

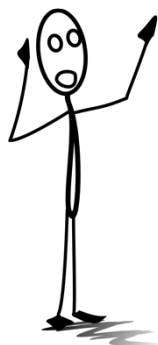
Universität Osnabrück  
Didaktik der Chemie  
Barbarastraße 7  
49076 Osnabrück  
marco.beeken@uni-osnabrueck.de  
0541 969 3378





## Wir stellen uns vor!

Die Problematik "(Mikro-)Plastik und seine Auswirkungen auf die Umwelt" wird neben vielen weiteren Bereichen des Umwelt- und Klimaschutzes intensiv in der Gesellschaft, Politik und Wissenschaft diskutiert und stellt somit eine hochaktuelle Thematik dar, die bisher jedoch nur sehr wenig Umsetzung im schulischen und außerschulischen Kontext gefunden hat. Auch im Bereich der Erwachsenenbildung sind bis auf die Durchführung von Vortrags- und Diskussionsveranstaltungen keine tiefergehenden, experimentell ausgerichteten Veranstaltungsformate zu diesem Thema zu finden. Gleichzeitig ist aber ein zunehmendes Interesse der Gesellschaft an Themen der Nachhaltigkeit, allen voran an der (Mikro-)Plastik-Problematik, zu erkennen.



Wir aus der Chemiedidaktik der Universität Osnabrück wollen auf diese Problematik mit innovativer Wissenschaftskommunikation aufmerksam machen.

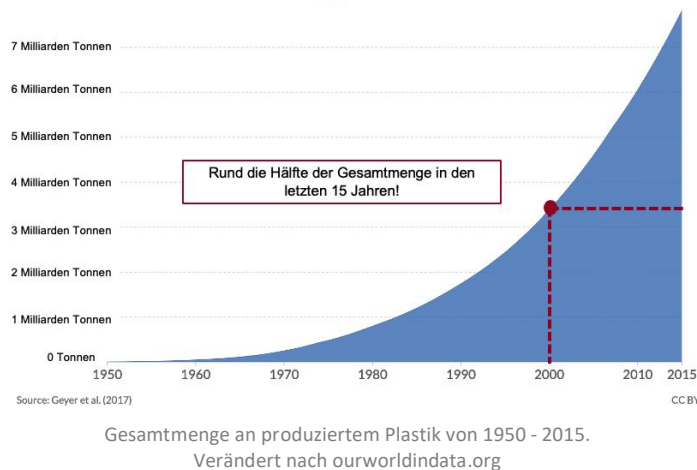
In dem von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Projekt (Laufzeit 11.2019 - 07.2023) sollen von interessierten Teilnehmerinnen und Teilnehmern im Rahmen der Erwachsenenbildung innovative naturwissenschaftliche Experimente zum Thema (Mikro-)Plastik selbst durchgeführt und ausgewertet werden. Dass in der Durchführung von solchen Settings ein hohes Motivationspotential für Schülerinnen und Schüler liegt, konnte in vielen empirischen Studien eindeutig belegt werden. In diesem Vorhaben sollen nun derartige Schülerlaborangebote in Form der sogenannten *Citizen\_Labs* für die Erwachsenenbildung adaptiert, weiterentwickelt und evaluiert werden. Im Folgenden finden Sie die Inhalte des neuartigen *Citizen\_Lab's* zusammengefasst und verblüffende Experimente zum Ausprobieren.

## (Mikro-)Plastik – Was ist das eigentlich?

### Kunststoff – Ein vielseitiger Werkstoff

Kunststoffe bzw. Plastik sind sogenannte Polymere, die mittels Polymerisation, Polyaddition oder Polykondensation entweder aus Materialien fossilen Ursprungs (Erdöl, Erdgas) oder auf Basis nachwachsender Rohstoffe (Zuckerrohr, Stärke) gewonnen werden [1]. Mit Eigenschaften wie Beständigkeit, Formbarkeit, Leichtigkeit und der kostengünstigen Herstellung stellt Plastik einen wertvollen Werkstoff für zahlreiche Anwendungsgebiete dar [2]. So hat in den letzten 70 Jahren die Plastikproduktion um ein Vielfaches

#### Kumulative Globale Plastikproduktion von 1950 – 2015



zugenommen. Jährlich werden weltweit 359 Millionen Tonnen an Plastik produziert [3]. Betrachtet man den gesamten Produktionszeitraum, sind bis 2015 ungefähr 7800 Milli-

onen Tonnen an Kunststoffen produziert worden, die Hälfte davon innerhalb der letzten 15 Jahre [4]. Im Vergleich dazu betrug die Produktionsmenge von biologisch abbaubaren bzw. biobasierten Kunststoffen 2019 lediglich 2,1 Millionen Tonnen [5].

Die meisten der gängigen Kunststoffe sind Thermoplaste, welche beim Erhitzen ihre Form verändern und somit schmelzbar sind. Dazu gehören u. a. die bekannten Polymerarten Polyethylen (PE), Polypropylen (PP), Polyvinylchlorid (PVC), Polyethylenterephthalat (PET) und Polymethylmethacrylat

(PMMA, Plexiglas®). Andere Polymertypen sind nicht schmelzbar und nach ihrer Aushärtung nicht mehr verformbar (Duroplasten) oder lediglich elastisch formbar (Elastomere). Bekannte Beispiele für Duroplasten sind ungesättigte Polyester(-harze) sowie für Elastomere verschiedene Synthesekautschuke [1].



Alltagsbeispiele für Thermoplasten (Flasche), Duroplasten (Bausteine) und Elastomeren (Folie)

Obwohl Plastik, entsprechend der vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten, insbesondere in der Industrie einen hohen Stellenwert einnimmt, steigt mit der Produktion und einem unkontrollierten Umgang mit Plastik auch der menschliche Einfluss auf das System Erde. Der Mensch ist heutzutage einer der größten Einflussfaktoren auf Ökosysteme und Biodiversität [6]. So gehen auch mit der Freisetzung von Plastikpartikeln unterschiedlich weitreichende und unvorhersehbare Folgen für unsere globale Umwelt einher.

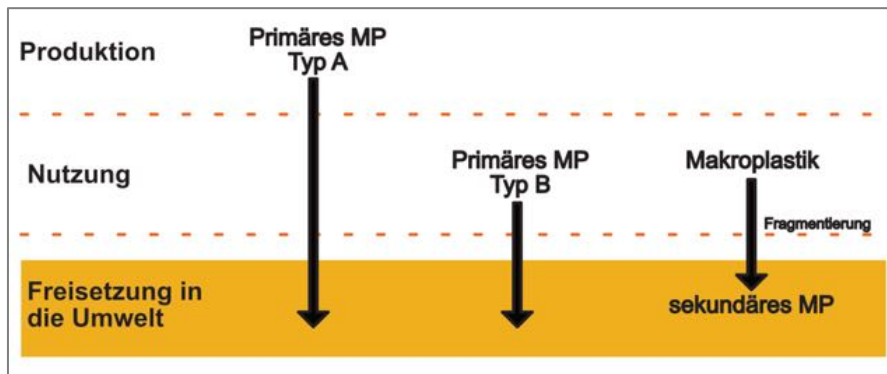
Von ungefähr 61,8 Millionen Tonnen produziertem Kunststoff werden in Europa jährlich nur rund 26 Millionen Tonnen der Abfallentsorgung zugeführt. Die Recyclingquote von Kunststoffen lag 2018 in Europa lediglich bei 32,5 Prozent. [3]

## Mikroplastik – Kleinste Partikel überall

Ein großer Teil des angefallenen Plastikmülls landet unbedacht in Gewässern und Böden der Erde. Nahezu keine der gängigen synthetischen Polymersorten sind biologisch abbaubar, sodass sich Kunststoffe über einen langen Zeitraum in der Umwelt ansammeln und durch den direkten Einfluss der Umwelt (UV-Strahlung, Wellen, Salzgehalt, Temperatur) in kleinste Plastikpartikel zerfallen. Erreichen diese Partikel eine Größe **kleiner 5 mm** werden sie als **Mikroplastik** bezeichnet. [7] Obwohl kleinste Partikel bereits in

den 1970er Jahren nachgewiesen wurden, wurde Mikroplastik erstmals 2004 als solches definiert und rückte in den folgenden Jahren zunehmend in das Bewusstsein der Wissenschaft und Gesellschaft [8].

Mikroplastik wird entsprechend seiner Herkunft weiter kategorisiert: **Primäres Mikroplastik** wird bereits in der Größenordnung kleiner 5 mm produziert. Klassische Beispiele sind hier kleine Plastikkügelchen in Kosmetika und Haushaltsprodukten sowie Plastikpellets in der Kunststoffindustrie. Laut Fraunhofer wird Mikroplastik, welches durch (Ab-)Nutzung bei Gebrauch größerer Plastikteile entsteht, ebenfalls zum primären Mikroplastik gezählt.



Mechanismen der Entstehung von Mikroplastik (Abbildung verändert aus [9])

Als **sekundäres Mikroplastik** werden mikroskopische Partikel bezeichnet, die bei der Fragmentierung größerer Plastikteile aufgrund von Umwelteinflüssen in der aquatischen und terrestrischen Umwelt entstehen. Ursprungsquellen sind illegale Müllablageplätze und „Littering“ – das achtlose Wegwerfen von Müll in die Umwelt. [9]

## Eintragsquellen und Verbreitung von Mikroplastik

Mitunter existieren zahlreiche, schwer modellierbare Eintragswege von Mikroplastik in die Umwelt. Die wohl wichtigste Eintragsquelle stellt die unsachgemäße Entsorgung von Müll dar. Aber auch Faserabrieb bei der

Textilwäsche, Reifenabrieb oder die Anwendung von Plastikfolien in der Landwirtschaft sind nicht minderbedeutende Quellen. [10]

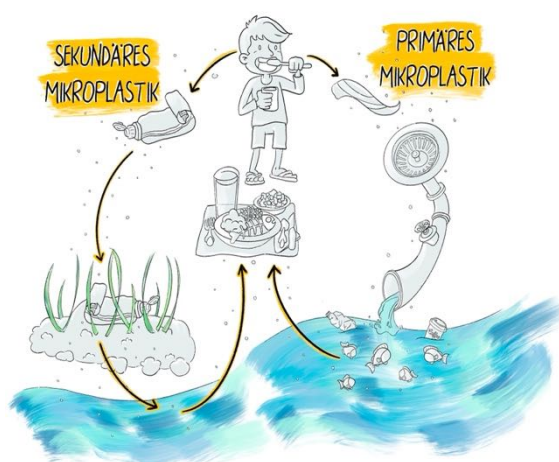
Kleinste Plastikpartikel verbleiben in der Umwelt nur selten an einem Ort und gelangen über Flüsse, Luft und weitere noch unbekannte Wege auch an die entlegensten Orte unserer Welt, z. B. die Arktis. Wenngleich der Schwerpunkt der Mikroplastikbelastung auf marinen Ökosystemen liegt, wächst zunehmend das Bewusstsein für die Kontamination unserer Böden. [11]

## Einfluss auf Lebewesen

Über den Einfluss von Mikroplastik auf Lebewesen gibt es bis heute kaum gesicherte Ergebnisse. Generell muss zwischen Folgen für das einzelne Individuum und für die gesamte Population unterschieden werden. Auf individueller Ebene konzentrieren sich aktuelle Studien auf die Fruchtbarkeit, das Wachstum sowie die Sterblichkeit. Im gesamten Ökosystem kann es durch die individuellen Auswirkungen zu Störungen der Räuber-Beute-Beziehungen kommen. [12] [13]

Es sei jedoch anzumerken, dass Laborstudien oftmals mit hoch angesetzten Mikroplastikkonzentrationen arbeiten und die Ergebnisse somit nur bedingt auf natürliche Sachverhalte übertragbar sind.

Die Auswirkungen von Mikroplastik auf den Menschen werden ebenfalls sehr kontrovers diskutiert. Als gesichert gilt jedoch, dass auch der Mensch Mikroplastik ausgesetzt ist und dieses



Möglicher Kreislauf des Mikroplastiks ©Rosalie Heinen

aufnimmt. WissenschaftlerInnen der Universität Newcastle konnten mittels Stuhlproben eine wöchentliche Aufnahme in der Menge einer Kreditkarte nachweisen. [14] Jedoch wird das aufgenommene Mikroplastik mit anderen unverdaulichen Nahrungsbestandteilen wieder ausgeschieden. Die Aufnahme über Lebensmittel ist möglich, so wurde Mikroplastik bereits u. a. in Bier, Honig, Fisch und Meeresfrüchten nachgewiesen. Aber auch in Mineralwasser in Kunststoff und Glasflaschen wurden bereits sehr geringe Mengen an Mikroplastik nachgewiesen. [15]

### (Mikro-)Plastik im Kontext Nachhaltigkeit

Das menschliche Handeln bringt Folgen für die Erde mit sich, die nur bedingt in ihrer Wirkung absehbar sind. Die **Planetaren Leitplanken** versuchen die möglichen Folgen und ihren Fortschritt übersichtlich darzustellen. So gehört Mikroplastik zu „neuartigen Substanzen“, deren Folgen für die Erde noch nicht absehbar sind. Um das globale Ökosystem als solches erhalten zu können, ist es notwendig, zukünftig im Sinne einer **Nachhaltigen Entwicklung** zu handeln. Der Begriff der Nachhaltigen Entwicklung wurde bereits 1987 von der UN eingeführt und wie folgt definiert:



*"Nachhaltige Entwicklung ist eine Entwicklung, die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen." (übersetzt nach Vereinte Nationen, 1987)*

2015 wurde die Definition der Nachhaltigkeit konkretisiert und in Form der **Globalen Nachhaltigkeitsziele** veröffentlicht, die mit ihrem Erreichen eine Nachhaltige Entwicklung sicherstellen sollen. Das Themenfeld Mikroplastik berührt gleich mehrere dieser Ziele, u. a. Ziel 6 „Sauberes Wasser“, Ziel 12 „Nachhaltige Konsummuster“ sowie Ziel 14 „Leben unter Wasser“.

## Ressourcen schonen – Abfälle bestmöglich für die Wiederverwertung vorbereiten

Erst Ende der 1970er Jahre wurden in Deutschland erste Altglascontainer aufgestellt und die Trennung des Mülls rückte in Deutschland stärker in den Mittelpunkt. Anfang der 90er Jahre wurde mit dem neuen Verpackungsgesetz zudem der gelbe Sack eingeführt und Hersteller verpflichtet, wirtschaftlich für die Entsorgung der eigenen Verpackungsprodukte aufzukommen. Für eine effektive Mülltrennung ist es notwendig, dass Müll sortenrein getrennt wird. Insbesondere Produkte, die recycelt werden können, müssen in den richtigen Müll entsorgt werden, um dem geeigneten Verwertungssystem zugeführt werden zu können. Je nach Art der Verpackung ist jedoch heutzutage die richtige Mülltrennung keine leichte Aufgabe und es existieren zahlreiche Mythen.

So gehören beim Joghurtbecher der Aludeckel und der Kunststoffbecher sowie die Pappbanderole immer getrennt voneinander in die gelbe bzw. blaue Tonne. Zudem darf nicht alles, was aus Kunststoffen besteht, in der gelben Tonne entsorgt werden, da diese ausschließlich für Verpackungen ausgelegt ist. Somit gehören auch Konservendosen und weitere Materialien aus Weißblech in den Gelben Sack.

Für weitere Informationen zum Thema Mülltrennung ist die Initiative *Mülltrennung wirkt* zu empfehlen: [www.muelltrennung-wirkt.de](http://www.muelltrennung-wirkt.de)



Kampagnen-Material "Mülltrennung wirkt".

## Selbst aktiv werden – Die Plastikproblematik experimentell erkunden


### Bevor es losgeht



Wichtig: Bevor Sie anfangen, lesen Sie bitte folgende Punkte aufmerksam durch!

#### Wichtige Grundregeln für ein sicheres Experimentieren:

- ⇒ Waschen Sie sich nach dem Experimentieren gründlich die Hände.
- ⇒ Lebensmittel, die für Experimente genutzt wurden, sind nicht mehr zum Verzehr geeignet.
- ⇒ Gehen Sie stets umsichtig mit den Chemikalien um, arbeiten Sie möglichst sauber, verschließen Sie Behälter sorgfältig und lagern Sie sie außer Reichweite von Kindern.
- ⇒ Lesen Sie die Versuchsanleitungen immer erst vollständig durch, bevor Sie mit dem Experimentieren beginnen.
- ⇒ Beachten Sie den untenstehenden Hinweis zum Superabsorber (Natriumpolyacrylat).
- ⇒ Experimente sind mit Kindern nur unter Aufsicht durchzuführen.

Name	Gefahrensymbol	Signalwort	Hinweise
<b>Natrium-polyacrylat</b>		Achtung	Verursacht schwere Augenreizungen.

- ⇒ Entsorgung: Die beim Experimentieren anfallenden Abfälle können mit dem Restmüll entsorgt werden.





## Station 1: Kunststoffe – wertvoll und unverzichtbar?



Kunststoffe, oftmals auch als Polymere bezeichnet, sind auf struktureller Ebene lange Ketten. Diese Ketten können miteinander vernetzt sein. Je nach Anzahl dieser Vernetzung erhält das Polymer seine spezifischen, funktionellen Eigenschaften. Je stärker die Vernetzung, desto unbeweglicher sind die Ketten und der Kunststoff ist sehr hart.

Aufgrund der vielseitigen Eigenschaften eines Kunststoffes, wie dem sehr geringen spezifischen Gewicht und der hohen Beständigkeit gegenüber äußeren Einflüssen, finden diese in zahlreichen Gebieten ihre Anwendung. Wichtige Anwendungsgebiete sind unter anderem die Medizin, die Lebensmittelbranche sowie die Kommunikationstechnik. Kunststoffe finden aber auch in weniger offensichtlichen Bereichen Anwendung. So enthalten Babywindeln einen Kunststoff, der ein Vielfaches seines Eigengewichtes an Flüssigkeit einlagern kann, den sogenannten Superabsorber. Erfahren Sie an dieser Station mehr zu den Anwendungsgebieten von Kunststoffen.

**Hinweis:** Windeln enthalten den Superabsorber Natriumpolyacrylat. Dieser verursacht bei Kontakt mit den Augen schwere Reizungen. Nach Gebrauch gründlich die Hände waschen.



### Experiment: Wasseraufnahmekapazität einer Babywindel

#### Materialien

- Unterlage
- Schere
- 2 Bechergläser (200 ml & 800 ml)
- Windel

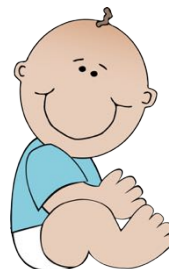
#### Chemikalien

- Wasser (1 l)
- Superabsorber (Slush-Powder)

### Aufbau und Durchführung

#### Teil 1:

1. Schneiden Sie den Gummizug einer Windel ab, sodass Sie diese auf einer Unterlage glatt hinlegen können.
2. Befüllen Sie ein Becherglas mit 500 ml Wasser.
3. Gießen Sie dieses Wasser nun portionsweise auf die Windel, bis diese nass ist. Achten Sie hierbei auf eine gleichmäßige Verteilung des Wassers. Befüllen Sie das Glas ggf. erneut.
4. Testen Sie, wie viel Wasser die Windel aufnehmen kann.



#### Teil 2:

1. Geben Sie etwas Slush-Powder in ein Glas, sodass der Boden bedeckt ist.
2. Gießen Sie **schnell** etwas Wasser dazu, bis das Glas zu 2/3 voll ist (ca. 150 ml).

### Beobachtung

Notieren Sie Ihre Beobachtungen aus Teil 1 und 2.

---

---

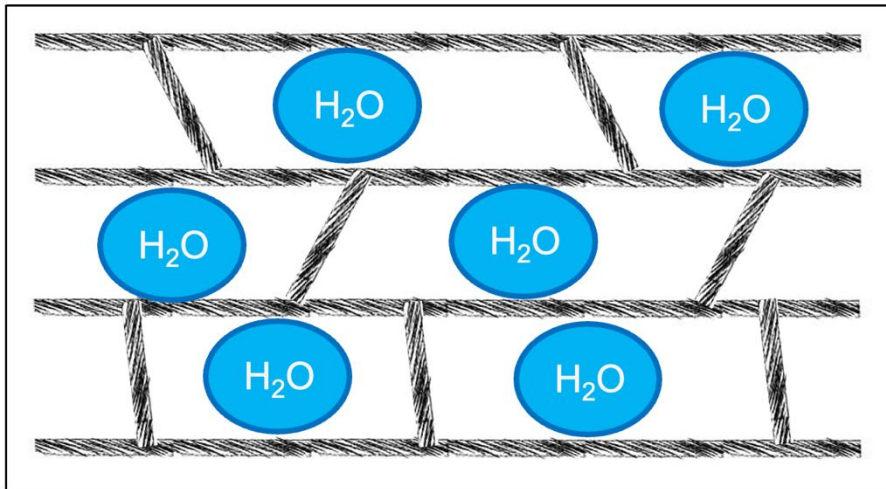
---

---

---

**Auswertung**

Der Superabsorber Natriumpolyacrylat ist ein Kunststoff, bestehend aus langen verzweigten Ketten, die ein Vielfaches ihres Eigengewichtes an Wasser einlagern können. Das Wasser strömt aufgrund eines osmotischen Drucks ein. Der Kunststoff weist aufgrund der Natrium-Ionen einen hohen Salzcharakter auf, das hinzugegebene Wasser jedoch nicht. Der osmotische Druck sorgt dafür, dass Wasser in die Struktur des Kunststoffes einströmt und gebunden wird, um den Salzcharakter zu verringern. Wenn die hinzugegebene Flüssigkeit jedoch auch Salze enthält (wie z. B. Urin), wird weniger Flüssigkeit gebunden, da der osmotische Druck insgesamt geringer ist.



Einlagerung von Wasser in die Struktur des Superabsorbers

## Station 2: Eintragspfade - Wie gelangt Mikroplastik in die Umwelt?



Es gibt viele Wege, wie Mikroplastik in die Umwelt gelangen kann. Hierbei stellt nicht ein bestimmter Eintragspfad, sondern die Vielzahl aller Pfade das Problem dar. Beispielsweise enthalten einige Kosmetika wie Peelings, Duschgele oder Zahnpasten Mikroplastik als Reibemittel, welches über das Abwasser in die Umwelt gelangt. Heute verzichten bereits viele Hersteller auf primäres Mikroplastik in ihren Produkten und setzen stattdessen auf Kokosshalen, Aktivkohle oder weitere biologisch abbaubare Alternativen. Zahlreiche Initiativen und Verbände haben Informationen und Apps erstellt, um die Inhaltsstoffe von Kosmetika und weiteren Haushaltprodukten transparenter auszuweisen. So können Verbraucher z. B. mit der App „Beat the Microbead“ herausfinden, ob Plastikzusätze enthalten sind. Der BUND gibt in einem regelmäßig aktualisierten Einkaufsratgeber zudem Auskunft, in welchen Produkten sich Mikroplastik versteckt. Erfahren Sie an dieser Station mehr zu den einzelnen Eintragspfaden, insbesondere die Kosmetika.

### Eintragswege von Mikroplastik in die Umwelt

Ordnen Sie mit Hilfe der Petrischalen den unterschiedlichen Eintragswegen eine durchschnittlich hohe, mittlere oder geringe Eintragsmenge zu. Übertragen Sie nach erfolgreicher Kontrolle Ihr Ergebnis mit Hilfe der Sticker in die Broschüre.

<b>Eintragsmenge an Mikroplastik in die Umwelt</b>			
<b>Hoch</b>	<b>Mittel</b>	<b>Mittel</b>	<b>Gering</b>

## Experiment: Mikroplastik in Kosmetika

### Materialien

- Permanent-Kaffeefilter
- Kaffeepadmaschine
- Waage
- Föhn
- Handtuch
- Glasschale

### Chemikalien

- Kosmetikproben
- Wasser

### Aufbau und Durchführung

1. Notieren Sie das Leergewicht des Filters. Füllen Sie in den Filter 3 g der Kosmetikprobe und schließen Sie diesen.
2. Legen Sie den Filter in die Kaffeemaschine und betätigen Sie die „Zubereitungstaste“. Kontrollieren Sie, ob der Filterinhalt frei von Gelresten ist. Wenn nötig, wiederholen Sie diesen Schritt.
3. Trocknen Sie den Filter mit Hilfe der Handtücher sowie des Föhns. Wiegen Sie den Filter erneut und ziehen Sie das Leergewicht ab.
4. Öffnen Sie vorsichtig den Filter und notieren Sie ihre Beobachtungen. Wenn möglich, bietet sich eine Betrachtung der gefilterten Partikel mit einer Lupe an.



*Die Durchführung ist auch analog mittels Spülung über einen Wasserhahn möglich.*

### Beobachtung

---

---

---

### Auswertung

Viele Kosmetika enthalten kleine, mit dem bloßen Auge schwer erkennbare Partikel, die sich z. B. in ihrer Farbe unterscheiden. Allen gemeinsam ist der Zweck, den Abrieb von Hautschuppen zu erleichtern und für ein angenehmes Hautgefühl zu sorgen. Mit Hilfe der Liste über die Inhaltsstoffe lassen sich die festen Partikel genauer identifizieren. Das Präfix „Poly“ deutet hierbei zumeist auf eine Art Kunststoff im Produkt hin, jedoch muss dieses nicht zwangsläufig fest sein. Heutzutage findet sich in nahezu keinem Kosmetikprodukt mehr festes Mikroplastik (z.B. Polyethylen, Celluloseacetat). Hersteller setzen auf umweltverträglichere Varianten wie z.B. Aktivkohle oder Traubenkerne.

### Experiment: Veredelung einer Naturseife

#### Materialien

- Kochtopf
- Herdplatte
- Schmelzschale
- Seifenform

#### Chemikalien

- Rohseife
- ggf. Seifenfarbe
- ggf. Duftöl

### Aufbau und Durchführung

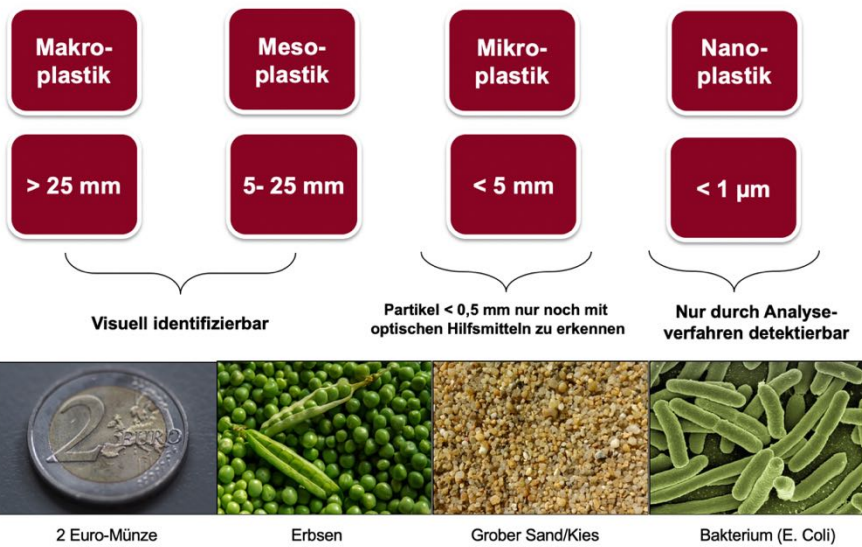
1. Erhitzen Sie in dem Kochtopf etwas Wasser bis zum Kochen. Fahren Sie währenddessen mit den folgenden Schritten fort.
2. Wiegen Sie 100 g Rohseife ab und schneiden Sie diese in kleine Stücke.
3. Schmelzen Sie die Rohmasse stückweise in der Schmelzschale.
4. Verfeinern Sie Ihre Seife durch Hinzugabe einer Farbe und/oder eines Duftöls.  
(Achtung: bitte zunächst nur 2-3 Tropfen Duftöl hinzugeben)
5. Rühren Sie die Seife zuletzt nochmal gut um und gießen Sie diese in eine Seifenform Ihrer Wahl. Das Auskühlen benötigt ca. 15 min.

## Station 3: Begrifflichkeiten - Was und wie groß ist Mikroplastik?



Plastikmüll wurde mittlerweile selbst an den entlegensten Orten der Erde nachgewiesen. Neben den häufig im Fokus stehenden Ozeanen sind weltweit auch Flüsse und Landflächen mit Plastikmüll kontaminiert. Überall wo Plastikmüll freigesetzt wird und Kunststoffe im Gebrauch sind, ist auch Mikroplastik zu finden. Dieses entsteht infolge eines Zerfalls/einer Abnutzung der größeren Kunststoffteile in deutlich kleinere. Je nach Art der Entstehung und des Eintrages von Mikroplastik in die Umwelt unterscheiden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zwischen primärem und sekundärem Mikroplastik. Während primäres Mikroplastik bereits als kleine Partikel produziert und in die Umwelt freigesetzt wird, entsteht sekundäres Mikroplastik durch den Zerfall von Plastikmüll in der Umwelt. Im Gegensatz zum Plastikmüll ist Mikroplastik meist nicht mehr mit dem bloßen Auge sichtbar.

### Was ist Mikroplastik? – Eine Größeneinordnung

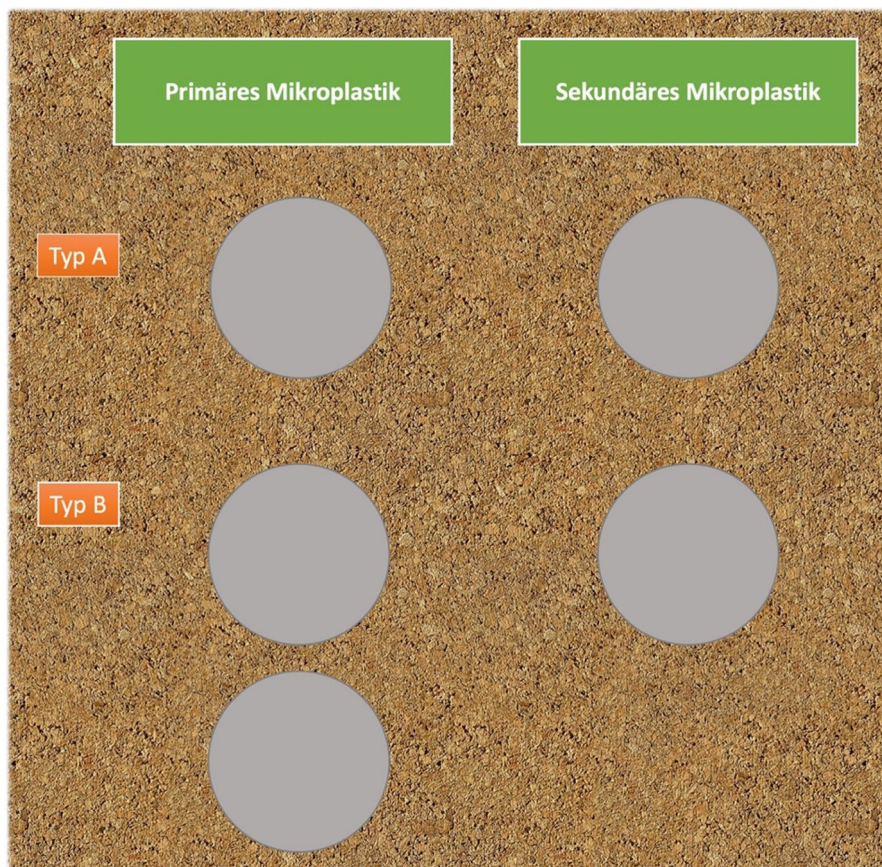




**Arten von Mikroplastik in der Umwelt**

Ordnen Sie mit Hilfe der Infotafel sowie der Tablet-Inhalte die Ansteck-Elemente ihrem korrekten Platz auf der Pinnwand zu.

Schauen Sie sich die verschiedenen Arten von Mikroplastik an und benennen Sie die verschiedenen Formen der mikroskopisch-kleinen Kunststoffpartikel. Überprüfen Sie ihr Ergebnis mit der Lösungsübersicht und übertragen Sie bei Interesse das Ergebnis in das Schema auf der nächsten Seite.





## Experiment: Mikroplastik in verschiedenen Umweltproben

### Materialien

- Plastischalen
- Pinzette
- UV-Lampe
- Lupe

### Chemikalien

- Strandprobe
- Wasserprobe
- Sandprobe

### Mikroplastik in Umweltproben

**Achtung:** UV-Licht kann das Auge beschädigen. Niemals direkt in das Auge leuchten! Schutzbrille aufsetzen.



### Aufbau und Durchführung

1. Schauen Sie sich die 2 Sandproben bzw. Wasserproben mit dem bloßen Auge an. Versuchen Sie zu erkennen, welche der jeweiligen Proben Mikroplastik enthält.
2. Stellen Sie die Proben in die schwarze Box und beleuchten Sie diese mit einer UV- Lampe (**Schutzbrille tragen!**).
3. Versuchen Sie erneut, die Proben mit Mikroplastik zu identifizieren.

### Beobachtung

---

---

### Auswertung

Mikroplastikpartikel sind gewöhnlich Kunststoffpartikel mit einer Größe kleiner 5 mm. Im oberen Größenbereich bis ca. 0,2 mm sind diese mit dem bloßen Auge oder zumindest einer Lupe sichtbar. Jedoch sind in der Umwelt eine Vielzahl deutlich kleinerer Mikroplastikpartikel vorhanden, die nur mit Hilfsmitteln, wie z. B. UV-Lampen oder stark vergrößernden Mikroskopen, sichtbar gemacht werden können.

## Station 4: Mikroplastik in der Umwelt - Wie arbeitet die Wissenschaft?



Oft wird angenommen, dass Kunststoff bzw. Plastik feststehende Begriffe sind. Vielmehr versteht man unter dem Wort Kunststoff aber einen Sammelbegriff für verschiedene sogenannte Polymere. Da es viele verschiedene Ausgangsstoffe für die Herstellung von Polymeren gibt und diese darüber hinaus unterschiedlich verknüpft werden können, existieren mehr als 200 verschiedene Arten von Kunststoffen. Diese unterscheiden sich nicht nur hinsichtlich ihres Namens, sondern auch in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften. Eine dieser Eigenschaften ist die Dichte. Um zu untersuchen, wie sich verschiedene Kunststoffe in der Natur verhalten, bietet es sich beispielsweise an, Gewässer mit verschiedenen Salzgehalten zu simulieren. Wie mit Hilfe dieser Erkenntnisse Mikroplastik schlussendlich sogar von Sand getrennt werden kann, erfahren Sie an dieser Station.

### Experiment: Schwimm-Sink-Verhalten von Kunststoffen

#### Materialien

- Becherglas (800 ml)
- Teelöffel
- Magnetrührer
- Rührfisch

#### Chemikalien

- Wasser
- Salz
- Zucker
- Kunststoffstäbchen  
(PE, PS, PA, PVC)

#### Aufbau und Durchführung

1. Füllen Sie das Becherglas zur Hälfte mit Wasser.
2. Geben Sie die vier Kunststoffproben sowie den Rührfisch in das Wasser. Schalten Sie den Magnetrührer auf mittlere Stufe.
3. Geben Sie nun portionsweise Salz hinzu, bis sich sichtbar kein Salz mehr löst. Notieren Sie Ihre Beobachtungen.

## Beobachtung

---

---

### Experiment: Isolation von Mikroplastik aus Umweltproben

#### Materialien

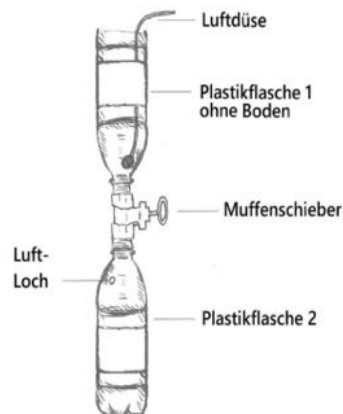
- 2 Flaschen (eine mit offenem Boden)
- Ablassventil
- Aquarienpumpe
- Stativmaterial
- Filterständer mit Trichter
- Filterpapier
- Becherglas (300 ml)

#### Chemikalien

- Wasser in Spritzflasche
- Salz-Zucker-Lösung
- Umweltprobe  
(z. B. Sediment)

#### Aufbau und Durchführung

1. Bauen Sie die Apparatur entsprechend der Abbildung auf.
2. Stellen Sie sicher, dass das Ablassventil geschlossen ist. Befüllen Sie die obere Flasche zu 1/3 mit der Salz-Zucker-Lösung.
3. Hängen Sie die Aquariumpumpe ein und schalten Sie diese ein. Nun kann vorsichtig die entsprechende Probe eingestreut werden.
4. Nachdem sich das gesamte Sediment am Boden abgesetzt hat, wird die Aquariumpumpe ausgeschaltet. Lassen Sie die Hälfte der oberen Suspension vorsichtig ab, sodass sich das Sediment in der unteren Flasche befindet und die Kunststoffe mit etwas Lösung weiterhin in der oberen.



- Schrauben Sie die **untere** Flasche vom Ventil ab und filtrieren Sie den Inhalt der oberen Flasche mit Hilfe des Trichters und Filterpapier.

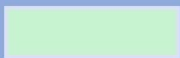



**Beobachtung**

---

---

---

**Übersichtskarte Kunststoffe:**

	<b>Kunststoffart</b>	<b>Dichte</b>
	Polyethylen	0,91 g/ml
	Polystyrol	1,04 g/ml
	Polyamid	1,14 g/ml
	Polyvinylchlorid	1,44 g/ml

**Auswertung**

Die verschiedenen Kunststoffe weisen alle eine unterschiedliche Dichte auf. Wenn die Dichte kleiner 1 g/ml ist, schwimmt der Kunststoff auf dem Wasser (Dichte von Wasser = 1 g/ml). Ist die Dichte des Kunststoffes größer als die Dichte des Wassers, sinkt der Kunststoff zum Grund. Durch Hinzugabe des Salzes steigt die Dichte des Wassers langsam an, bis die Dichte weiterer Kunststoffarten kleiner als die des Wassers ist. Die Kunststoffe steigen auf und schwimmen auf der Wasseroberfläche. Lediglich PVC hat eine so große Dichte, dass es in Salzwasser nicht aufsteigt. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nutzen deshalb eine Salz-Zucker-Lösung, die sogar eine größere Dichte als PVC besitzt. So ist neben der Trennung von einzelnen Kunststoffen über ihre Dichte auch die generelle Trennung der Kunststoffe von schwereren Probenbestandteilen, wie z. B. Sediment, möglich.

## Station 5: Biokunststoffe – Eine Lösung für die Zukunft?



Eine derzeit häufig beworbene Alternative zu konventionellen Kunststoffen sind die sogenannten Biokunststoffe. Biokunststoffe sind entweder biologisch abbaubar, biobasiert oder beides. Biobasiert bedeutet, dass das Produkt zumindest teilweise aus einem biologischen, nachwachsenden Rohstoff gefertigt wurde. Beispiele sind hier z. B. Mais, Zuckerrohr oder Cellulose. Der Ausdruck biologisch abbaubar beschreibt hingegen die Abbaubarkeit bei Kunststoffen. Ein Kunststoff ist dann biologisch abbaubar, wenn in der Umwelt vorhandene Mikroorganismen das Material in natürliche Substanzen wie z. B. Wasser und Kohlenstoffdioxid umwandeln können. Der Prozess des Abbaus hängt dabei von den Umweltbedingungen (z. B. Temperatur, Umgebung) und vom Kunststofftyp ab. Biologisch abbaubare Kunststoffe müssen also nicht zwangsläufig aus nachwachsenden Rohstoffen gefertigt sein, sondern können ebenfalls auf Erdöl basieren. Im Gegensatz dazu müssen biobasierte Kunststoffe nicht biologisch abbaubar sein.

Bekanntere Beispiele für Biokunststoffe sind Polymilchsäure-basierte Kunststoffe (PLA), Zellulose-basierte Kunststoffe (Zellstoff) sowie Biokunststoffe aus thermoplastischer Stärke (TPS). Wie letzterer selbst hergestellt werden kann, erfahren Sie an dieser Station.

### Experiment: Herstellung eines Biokunststoffes

#### Materialien

- Becherglas (250 ml)
- Löffel/Spatel
- Waffeleisen/Bügeleisen
- Messzylinder
- Backpapier

#### Chemikalien

- Backpulver
- Natriumalginat
- Kartoffelstärke
- Wasser

### Aufbau und Durchführung

**Hinweis:** Vorsicht heiß! Produkt erst auskühlen lassen.



1. Mischen Sie 35 g Kartoffelstärke, 1 g Backpulver und 1,5 g Alginat vorsichtig durch.
2. Geben Sie anschließend 40 ml Wasser mit Hilfe des Messzylinders hinzu. Rühren Sie, bis ein glatter Teig vorliegt.
3. Backen Sie den Teig wenige Minuten in einem Waffeleisen (*alternativ: Backen Sie den Teig für wenige Minuten mit einer Transferpresse oder in einem Bügeleisen von beiden Seiten.*)
4. Prüfen Sie das Produkt **nach dem Erkalten** auf Eigenschaften wie Wasserdurchlässigkeit, Härte, Stabilität.

### Beobachtungen

---

---

---

### Auswertung

Durch das Erhitzen erfolgt eine Verknüpfung der Stärke zur sogenannten Polystärke. Dies kann man sich wie ein großmaschiges Netz vorstellen, in dem viele Stärke-Teilchen miteinander verbunden sind. Das Alginat sorgt für eine weitere Verknüpfung innerhalb des Netzes, sodass dieses engmaschiger wird. Es entsteht ein heller, gelblicher Kunststoff, der bis zur Auskühlung formbar, reißfest und für kurze Zeit beständig gegenüber Wasser ist.

## Station 6: Wertstoffe im Kreislauf – Mülltrennung zum Ressourcen-Erhalt?



Ein wesentlicher Aspekt, der Verbraucherinnen und Verbraucher in die Verantwortung nimmt, ist das Thema Mülltrennung. Jeden Tag entstehen weltweit Unmengen an Abfall, die nicht vermeidbar sind. Um die bestmögliche Verwertung von Abfällen zu gewährleisten, kommt es insbesondere auf die richtige Mülltrennung an. Denn nur sortenrein getrennte Wertstoffe, können wiederverwertet werden. Insbesondere der Restmüll weist eine sehr hohe Quote an sogenannten Fehlwürfen (falsch zugeordneter Abfall) auf. Landet z.B. Alufolie im Restmüll, geht unter Umständen ein recycelfähiger Rohstoff verloren. Eine nachträgliche Trennung des Restmülls ist in den meisten Fällen finanziell nicht lohnenswert.

Für Tipps und Fragen zur richtigen Trennung von Müll sind die lokalen Entsorgungsunternehmen die ersten Ansprechpartner. Eine übersichtliche Darstellung, welcher Müll in welche Tonne gehört, findet sich auf den Seiten der "Initiative Mülltrennung wirkt".

### Experiment: Sortieren einer Müllprobe

#### Materialien

- Müll
- Mülleimer
- Trenntabellen
- Stoppuhr



#### Aufbau und Durchführung

1. Sortieren Sie die Gegenstände aus dem Müllbeutel in die entsprechenden Abfallbehälter.
2. Versuchen Sie es zunächst ohne die Trenntabellen und stoppen Sie gerne die Zeit. Vergleichen Sie anschließend mit der Lösungskarte.



Notieren Sie nachfolgend Gegenstände, bei denen Ihnen die Zuordnung schwergefallen ist bzw. die Sie nicht korrekt sortiert haben.

---

---

---

---

---

Sie finden an der Station auch noch weitere Gegenstände, die sich nur schwer recyceln lassen. Überlegen Sie einmal, wieso diese Gegenstände nur in Ausnahmefällen vollständig recycelt werden können.

---

---

---

---

---





## Literaturverzeichnis

- [1] M. D. Lechner, E. H. Nordmeier, und K. Gehrke, *Makromolekulare Chemie*. Berlin Heidelberg, 2010.
- [2] S. Koltzenburg, M. Maskos, und O. Nuyken, *Polymere - Synthese, Eigenschaften und Anwendungen*. Berlin/Heidelberg, 2014.
- [3] PlasticsEurope, "The Circular Economy for Plastics - A European Overview," pp. 1–36, 2019.
- [4] R. Geyer, J. R. Jambeck, und K. Lavender Law, "Production, use, and fate of all plastics ever made," *Sci. Adv.*, vol. 3, no. 7, pp. 25–29, 2017, doi: 10.1126/sciadv.1700782.
- [5] European Bioplastics, "Bioplastics - Facts and figures," 2020.
- [6] W. Steffen *et al.*, "Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet," *Science (80- )*, vol. 347, no. 6223, p. 1259855, Feb. 2015, doi: 10.1126/science.1259855.
- [7] MSFD GES Technical Subgroup on Marine Litter, *Marine Litter - technical recommendation for the implementation of MSFD requirements*. 2011.
- [8] J. B. Colton, B. R. Burns, und F. D. Knapp, "Plastic Particles in Surface Waters of the Northwestern Atlantic," *Science (80- )*, vol. 185, no. 4150, pp. 491–497, 1974, doi: 10.1126/science.185.4150.491.
- [9] J. Bertling, R. Bertling, und L. Hamann, "Kunststoffe in der Umwelt : Mikro- und Makroplastik. Ursachen, Mengen, Umweltschicksale, Wirkungen, Lösungsansätze, Empfehlungen. Kurzfassung der Konsortialstudie.," *Fraunhofer UMSICHT*, pp. 1–56, 2018, doi: 10.24406/UMSICHT-N-497117.
- [10] M. A. Browne *et al.*, "Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: Sources and sinks," *Environ. Sci. Technol.*, 2011, doi: 10.1021/es201811s.
- [11] The Royal Society, "Microplastics in freshwater and soil" 2019.
- [12] T. Kögel, Ø. Bjørøy, B. Toto, A. M. Bienfait, und M. Sanden, "Micro- and nanoplastic toxicity on aquatic life: Determining factors," *Sci. Total Environ.*, vol. 709, no. 5817, p. 136050, 2020, doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.136050.
- [13] S. L. Wright, R. C. Thompson, und T. S. Galloway, "The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review.," *Environ. Pollut.*, vol. 178, pp. 483–492, 2013, doi: 10.1016/j.envpol.2013.02.031.
- [14] K. Senathirajah und T. Palanisami, "How Much Microplastics Are We Ingesting?: Estimation of the Mass of Microplastics Ingested.," 2019. [Online]. Available: <https://www.newcastle.edu.au/newsroom/featured/plastic-ingestion-by-people-could-be-equating-to-a-credit-card-a-week/how-much-microplastics-are-we-ingesting-estimation-of-the-mass-of-microplastics-ingested>. [Accessed: 06-May-2020].
- [15] World Health Organization, "Microplastics in drinking-water" 2019.

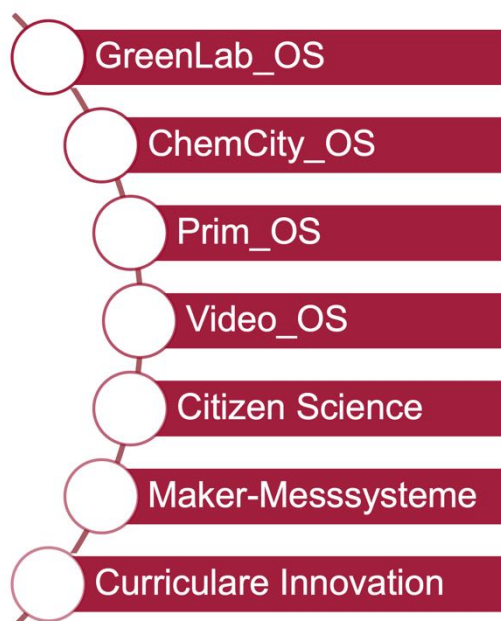
## Chemiedidaktik Osnabrück

*Schauen Sie auch auf unserer Website und unseren Social-Media-Kanälen für weitere spannende Neuigkeiten rund um die Chemiedidaktik Osnabrück und unseren Aktivitäten vorbei!*



*Neben Hinweisen zum Projekt „(Mikro)-Plastik in der Umwelt“, finden Sie dort zusätzliche Informationen zu unserem Schülerlabor, den Citizen-Science-Projekten sowie weiteren verblüffenden Aktionen.*

chemiedidaktik.uos.de



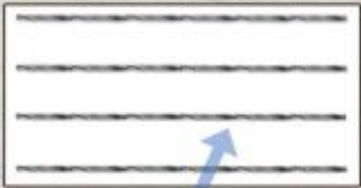
## Informationstafeln

### Kunststoffe - Wertvoll und unverzichtbar?




Je nach Art der Vernetzung entstehen elastische Kunststoffe, die Elastomere (z.B. Folien), sehr feste Kunststoffe, die Duroplasten (z.B. Lego®) oder Thermoplasten (PET-Flaschen).

Kunststoffe, oder genauer Polymere, sind lange Ketten aus Kohlenstoffatomen.



An diesen Hauptketten zweigen sogenannte funktionelle Gruppen ab. Sie wechselwirken miteinander. Ein Netz bildet sich aus.



Kunststoffe sind sehr beständig gegen Wasser und andere Flüssigkeiten. Sie lassen sich leicht in jede erdenkliche Form bringen.

Unter anderem sind sie in der Medizin-, Mobilitäts und Kommunikationstechnik unerlässlich.



Sogenannte Superabsorber können Wasser in ihre Netzstruktur einlagern. Sie finden z. B. in Windeln Verwendung.





## Eintragungspfade - Wie gelangt Mikroplastik in die Umwelt?

Es gibt viele Wege, wie Mikroplastik in die Umwelt gelangen kann.



Bei der **Herstellung** von größeren Produkten aus Kunststoff nutzt man kleine **Pellets**. Diese gehen bei Produktionsschritten verloren.



**Autoreifen** nutzen sich bei der Fahrt und vor allem beim Bremsen ab. Dieser **Abrieb** gelangt als feiner Kunststoffstaub in die Umwelt.

**Kunstrasenplätze** nutzen Mikroplastik als **Füllmaterial**. Dieses kann **verwehen** oder bleibt in **Sportschuhen** hängen und wird so verteilt.



In Kosmetika wie **Peelings**, **Duschgels** oder **Zahnpasten** wird Mikroplastik als **Reibemittel** eingesetzt. Dieses gelangt über das **Abwasser** in die Umwelt.



## Begrifflichkeiten - Was und wie groß ist ist Mikroplastik ?



Kunststoffe werden ihrer **Größe** nach in Kategorien sortiert.

Sind sie mit **25 mm** größer als ein **2-Euro-Stück**, so spricht man von **Makroplastik**.

Ist es zwar kleiner als die Münze, aber größer als die **Erbse** mit ca. **5 mm** Durchmesser handelt es sich um **Mesoplastik**.

Plastik, welches mit **5 bis 1 mm** noch mit dem **bloßen Auge** sichtbar ist, bezeichnet man als **sichtbares Mikroplastik**. Es ist vergleichbar mit **groben Sand**. Aber der größte Teil des Mikroplastiks sind noch kleinere Kunststoffteilchen, die nur unter dem **Mikroskop** erkennbar sind.

Erst ab einer Größe von unter **1 µm** spricht man von **Nanoplastik**. Das ist noch kleiner als ein **Bakterium**.

**Primäres Mikroplastik** nennt man Mikroplastik, welches direkt vom Menschen freigesetzt wird. **Typ A** wird bereits in einer Größe von **unter 5 mm** produziert, **Typ B** zerfällt erst beim Gebrauch zu Mikroplastik, z.B. Schuhsohlenabrieb.

Als **Sekundäres Mikroplastik** wird Mikroplastik bezeichnet, welches **als Makroplastik** in die Umwelt eingetragen wurde. Durch **Umwelteinflüsse** wird es langsam zu **feinem Mikroplastik** zerkleinert



## Mikroplastik in der Umwelt - Wie arbeitet die Wissenschaft?

Als Dichte wird die Masse eines Körpers bezogen auf ein festes Volumen beschrieben.

Ein Styropor-Block ist **leichter** als ein **gleich großer** Steinblock. Nimmt man einen würfelförmigen **Wasser-Block** mit der Kantenlänge 1 cm, so wiegt dieser **1 g**. Sein Volumen beträgt dabei **1 cm<sup>3</sup>**. Ein gleicher **Styropor-Block** wiegt lediglich **0,06 g**. Er **schwimmt** deshalb im Wasser. Ein gleichgroßer **Steinblock** wiegt hingegen mit **2,7 g** deutlich mehr. Er **sinkt also** im Wasser.

Salzt man Wasser, so **löst** sich das feste Kochsalz (Natriumchlorid) in Natrium- und Chlorid-Ionen. Dabei kommt zu der Masse des Wassers die **Masse der Ionen** hinzu, allerdings bleibt das **Volumen** nahezu konstant. **1 cm<sup>3</sup>** gesättigtes Salzwasser wiegt deshalb **1,19 g**.

Ein Geodreieck ist aus **Plexiglas** (PMMA). Ein würfelförmiger Plexiglas-Block mit Kantenlänge 1 cm wiegt **1,16 g**. Im **Süßwasser** sinkt er also, im **Salzwasser** schwimmt er.



## Biokunststoffe- Eine Lösung für die Zukunft?



Kunststoffe unterscheiden sich in **Produktion und Eigenschaften**.

Klassische Kunststoffe wie PET werden aus **Rohöl** hergestellt.

Ein Beispiel für einen Gegenstand aus PET ist eine **Einwegflasche** aus dem Supermarkt.

Da diese **(wasser-)beständig** sein muss, ist diese gleichzeitig aber auch **nicht biologisch abbaubar, bzw. kompostierbar**.

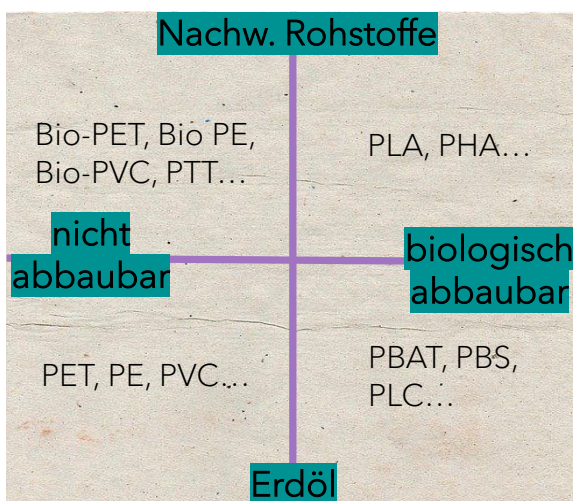


Der Kunststoff PBAT wird ebenfalls aus Rohöl hergestellt. Allerdings ist dieser **biologisch abbaubar/ kompostierbar**. Er wird in der **Landwirtschaft** deshalb als **Abdeckfolie** genutzt, die sich langsam auflösen kann.



**Biobasierte Kunststoffe** werden z.B. aus Zuckerrohr hergestellt. Sie sind allerdings nicht **biologisch abbaubar**.

Abbaubar sind nur einige wenige biobasierte Kunststoffe wie PLA. Dieser Abbau findet nur unter **industriellen Bedingungen** statt.





Recycling - Nur mit  
der richtigen  
Mülltrennung!



  
Bei so einer hohen Müllmenge ist es notwendig, möglichst viel zu **recyceln**, damit man nicht in einem Berg aus Müll versinkt und wichtige Ressourcen geschont werden können.

Jedes Jahr fallen in Deutschland fast **40 Mio. Tonnen Hausmüll** an. Dies sind ca. **480 kg Müll** pro Einwohner.



Dies ist aber nur gut möglich, wenn der Müll **sortenrein** getrennt ist, damit **weniger Energie** zum weiteren Trennen und Aufbereiten nötig ist. Zudem müssen die Recyclingprodukte einen neuwertigen Zustand erreichen.

Die Realität spiegelt das aber nicht wider, da zu viel Müll in der **falschen Mülltonne** landet. So enthält z.B. die Restmülltonne diverse Werkstoffe und Biomüll, welche/r bei sauberer Trennung vollständig recycelt werden könnte. Eigentlicher **Restmüll** findet sich lediglich zu ca. **33 %** in der Restmülltonne.

## Nachhaltig in die Zukunft - Lösungsstrategien und Initiativen?

### Ökonomische Maßnahmen

Als weitere Maßnahmen können **Besteuerungen** oder **Steuerentlastungen** festgelegt werden. So werden in manchen Ländern Plastik-tüten besteuert. Zudem kann die Nutzung von **Rezyklaten** mittels Steuerentlastungen gefördert werden.



### Freiwillige Maßnahmen

Hersteller können freiwillig Maßnahmen ergreifen, um beispielsweise den ungewünschten Eintrag von Kunststoffen in die Umwelt zu vermeiden. Hersteller setzen diese Maßnahmen meist in Form von Initiativen um.



UNIVERSITÄT OSNABRÜCK



gefördert durch



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de

### Regulative Maßnahmen

Zentrale politische Initiativen setzen regulatorische Maßnahmen, zum Beispiel gegen die Umweltverschmutzung, den Gebrauch von Einwegplastik etc., fest und legen Umweltstandards vor. Die Umsetzung ist verbindlich.



### Kommunikative Maßnahmen

Diese Maßnahmen setzen die Schaffung eines Bewusstseins für die Problematik in den Fokus. Über verschiedenste Projekte werden BürgerInnen zur Problematik informiert, können nachfragen zu den Aspekten stellen und eigene Meinung bilden.



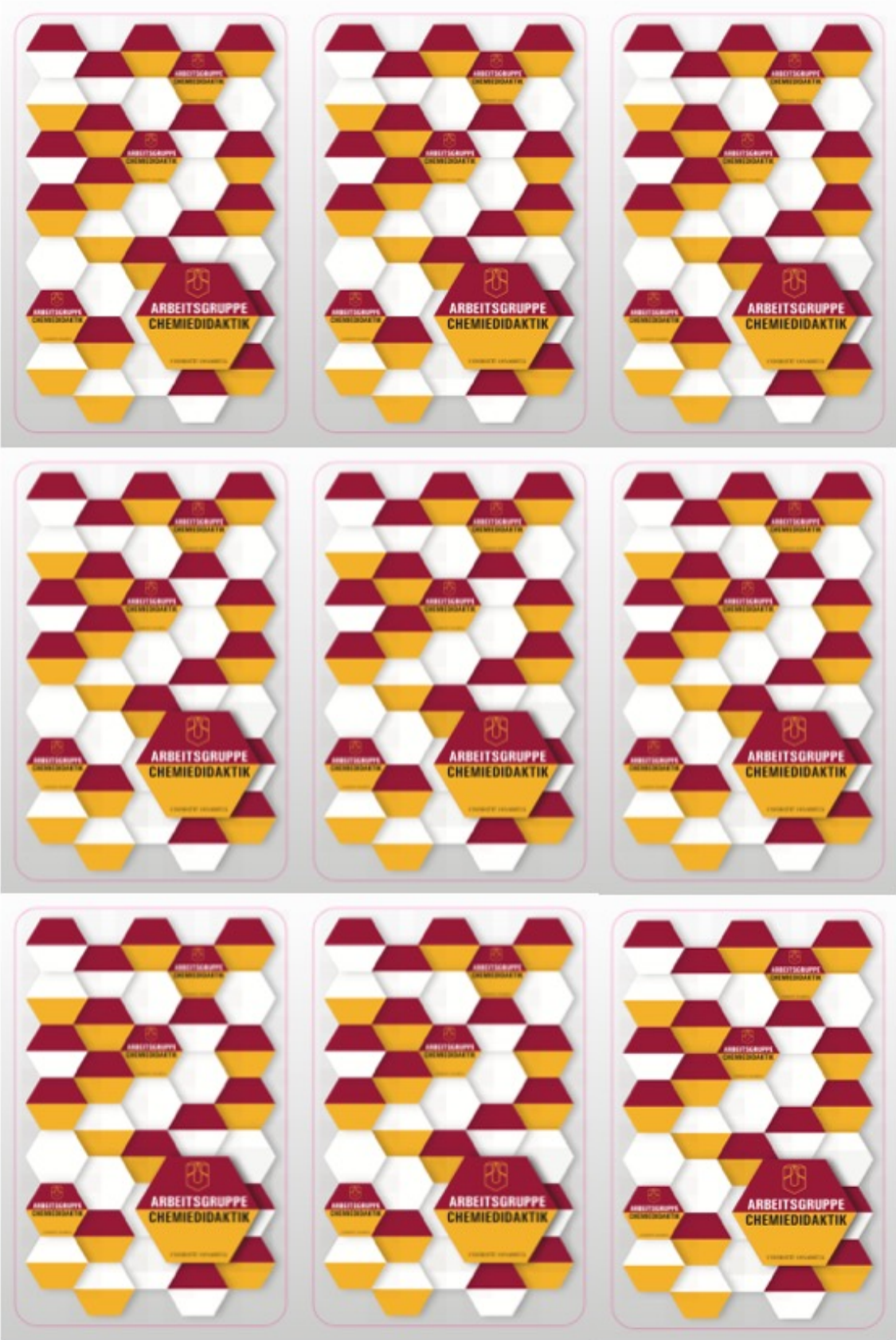
## Die wichtigsten Kunststoffe und ihre Verwendung

Kürzel	Name	Eigenschaften/Verwendung
PE	Polyethylen	Filmbildend; Verpackungsfolien, Tragetaschen
PP	Polypropylen	Sehr geringes Gewicht; Automobilindustrie, Bauwesen, sterilisierbare medizinische Geräte
PVC	Polyvinylchlorid	Hohe Festigkeit/Härte; Abflussrohre, Fenster
	Weich-PVC	Gummielastisch, Lederähnlich; Bodenbeläge, Dichtungen, Schläuche
PS	Polystyrol	Gute elektrische Eigenschaften; Kabelisolierungen, Steckdosen, Lichtschalter
	Styropor	aufgeschäumtes PS; Dämmung, Verpackungen
PUR	Polyurethan	Schaumstoffartig; Matratzen, Autositze, Schwämme, Dämmung
PET	Polyethylen- terephthalat	Hohe Steifigkeit, Härte, Beständigkeit; Kunststoffflaschen, Haushaltsgeräte
PMMA	Polymethyl- methacrylat (Plexiglas®)	Gute Härte, Transparenz, Verformbarkeit; Zahnmedizin, Glasersatz, Gebrauchsgegenstände (Geodreieck)
ABS	Acrylnitril- Butadien-Styrol	Große Härte, Stoßfestigkeit; Lego®, Haushaltsgegenstände
PC	Polycarbonate	Kratzunempfindlich, hohe Bruchfestigkeit; CDs, DVDs, Brillengläser
PTFE	Polytetrafluor- ethylen (Teflon®)	Geringe Oberflächenspannung, hohe Hitzebeständigkeit; Bratpfannen-/Kochtopfbeschichtung
PA	Polyamide (Nylon)	Fein, faserartig; Zahnbürstenborsten, Kleidung, (Angel- )Schnur



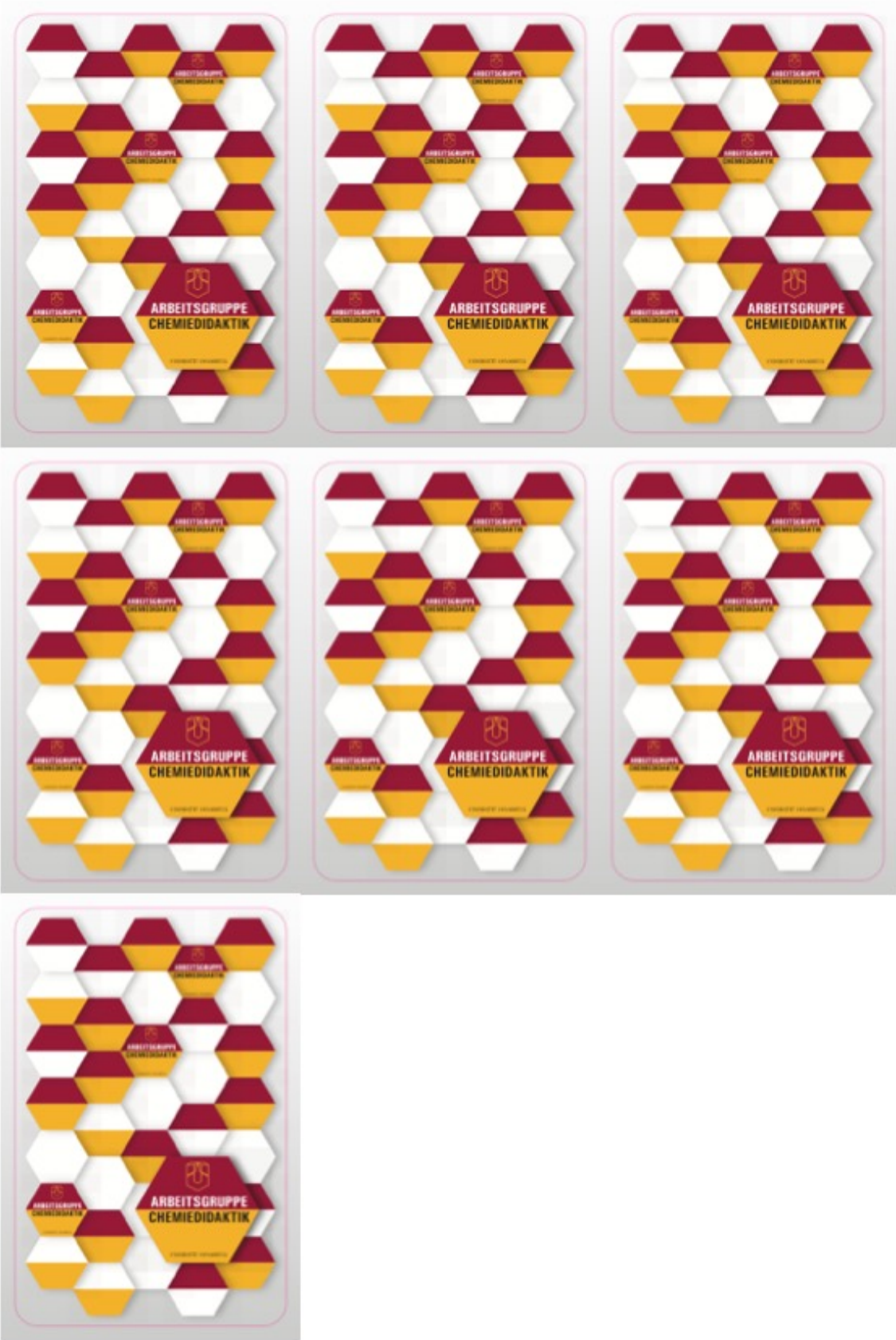
## Nachhaltigkeitsquartett:











# Begleitheft zum Nachhaltigkeits-Quartett





**Impressum:**

Nils Kreienhop  
Didaktik der Chemie  
Universität Osnabrück  
Barbarastraße 13  
49076 Osnabrück

Stand: 02.2023 | 1. Auflage

## Begleitheft

# Nachhaltigkeits-Quartett



Wir freuen uns sehr, dass Sie sich für unser Quartett zur Nachhaltigkeit von unterschiedlichen Gegenständen des alltäglichen Lebens interessieren.

Nachfolgend finden Sie einige Hinweise zum Quartett, eine Spielanleitung sowie Erläuterungen zu den einzelnen Kategorien. Nutzen Sie dieses Heft gerne, um weitere Informationen zu den jeweiligen Punkteverteilungen auf den Karten zu erhalten und über Einsatz und Umweltbilanz der Gegenstände zu diskutieren.

Neben dem Sammeln von Karten verfolgt das Quartett das Bildungsziel, spielerisch an die Umweltauswirkungen verschiedener Gegenstände heranzuführen. Weitere Fakten wie Markteinführung schaffen einen Überblick über die historische Entwicklung.

### Spielmöglichkeit 1 - Quartett bilden

Beim *Quartett bilden* geht es um das Sammeln von Karten einer bestimmten Kategorie, z.B. A: *Getränkerverpackungen*. Hierbei gilt, dass nur vollständige Quartette, also alle vier Karten einer Kategorie, abgelegt werden dürfen. Wer am meisten abgelegte Quartetts besitzt, gewinnt das Spiel.

Alle Karten werden zunächst unter den Mitspielern aufgeteilt. Der jüngste Mitspieler darf beginnen und fragt einen Mitspieler nach einer bestimmten Karte. Besitzt der Mitspieler diese, muss er sie dem anderen Spieler übergeben, welcher dann so lange bei diesem Mitspieler anfragen darf, bis dieser eine gewünschte Karte nicht besitzt.

### Spielmöglichkeit 2 - Stechen

Mit Hilfe der Karten kann auch *Stechen* gespielt werden. Hierbei werden die Karten ebenfalls unter allen Teilnehmenden aufgeteilt. Der Spieler links vom Geber fängt an und nennt seine oberste Karte sowie eine dargestellte

Kategorie. Je nach Kategorie bzw. Vereinbarung gewinnt der Spieler mit dem höchsten oder niedrigsten Wert. Beide Spielkarten werden dem Gewinner übergeben, welcher anschließend erneut das Stechen beginnt. Wer alle Karten auf der Hand hat, gewinnt das Spiel.

## Hinweise zur Bewertung

Im Folgenden finden Sie Hinweise zu der jeweiligen Bewertung der Kategorien *Nutzungsdauer*, *Recycling*, *Stabilität*, *Komfort* sowie *Markteinführung*. Die Bewertung erfolgte hier möglichst objektiv, kann aber je nach gewohnter Nutzung der jeweiligen Gegenstände nach oben und unten abweichen.

**Nutzungsdauer:** Mit der Nutzungsdauer wird der zeitliche Rahmen der gewöhnlichen Produktnutzung beschrieben. Im Allgemeinen schneiden Einwegprodukte im Vergleich zu Mehrwegprodukten hier deutlich schlechter ab. Generell gilt es, Produkte möglichst lange zu benutzen, ehe sie einer Verwertung zugeführt werden.

**Recyclingfähigkeit:** Viele Produkte, insbesondere Verpackungen, begleiten uns nur für eine kurze Lebenszeit. Da die Produkte aber zumeist aus wichtigen Wertstoffen bestehen, sollte im Idealfall schon beim Produktdesign an die Recyclingfähigkeit, also die Rückgewinnung und erneute Verwendung der Rohstoffe gedacht werden. Vor allem der Einsatz mehrerer Wertstoffe in sogenannten Verbundverpackungen erschwert Recycling stark, da die einzelnen Komponenten aufwendig getrennt werden müssen.

**Stabilität:** Unter Stabilität wird die Widerstandsfähigkeit der Produkte verstanden. Produkte aus Glas gehen beim Fallenlassen im Vergleich zu Kunststoffen deutlich leichter kaputt und Baumwolltüten sind bedeutend reißfester als die Einkaufstasche aus Papier.

**Komfort:** Die Kategorie Komfort bestimmt die Bequemlichkeit der Produktnutzung. Einmalprodukte wie Verpackungen können nach dem Genuss direkt, z.B. im Hausmüll, entsorgt werden, Pfandflaschen müssen jedoch erst zu einer geeigneten Abgabestelle transportiert werden und sind somit aufwendiger in ihrer Nutzung.

**Markteinführung:** Die Markteinführung bezeichnet das Jahr der erstmaligen, kommerziellen Nutzung des Produktes auf dem Weltmarkt.

## A: Getränkeverpackungen

### A1 – Die Aluminiumdose



**Nutzungsdauer:**

**Recyclingfähigkeit:**

**Stabilität:**

**Komfort:**

**Markteinführung:**



**1958**

#### **Nutzungsdauer:**

Die Nutzungsdauer einer Aluminiumdose beträgt in der Regel nur wenige Minuten und ist auf den einmaligen Gebrauch beschränkt. Ein erneutes, luftdichtes Verschließen ist nach Gebrauch nicht möglich.

#### **Recyclingfähigkeit:**

Getränkedosen aus Aluminium werden zu über 90 % recycelt. Jedoch wird das recycelte Material meist nicht zu 100 % als neue Getränkedose eingesetzt, da es nicht rein genug vorliegt. Neue Getränkedosen bestehen zu rund 50 % aus neu gewonnenem Aluminium. Zudem verbrauchen Gewinnung und Produktion von Aluminium große Mengen an Energie.

#### **Stabilität:**

Die Dose ist gas- und lichtdicht, wodurch eine schonende Lagerung und eine lange Haltbarkeit der Produkte erreicht werden können. Aufgrund des Produktdesign sind die Dosen sehr robust, jedoch besteht hier bei einem Fallenlassen die Gefahr, dass die Dose verbeult oder platzt.

#### **Komfort:**

Aufgrund der einfachen Produktnutzung und des geringen Gewichtes von nur rund 29 g (0,5 L Dose) erreicht die Dose ein hohes Level an Komfort. Lediglich der Einweg-Pfand mit 25 Cent macht es notwendig, die Dose zu einer Verkaufsstätte zwecks Recycling zurückzubringen.

**Markteinführung:** In Europa kamen die ersten Aluminiumdosen 1958 auf den Markt, seit den 30er Jahren wurden bereits andere Metalle eingesetzt.



## A2 – Die Einwegflasche (PET)



**Nutzungsdauer:**



**Recyclingfähigkeit:**



**Stabilität:**



**Komfort:**



**Markteinführung:**

**1978**

### **Nutzungsdauer:**

Die Nutzungsdauer der Einwegflasche beträgt in der Regel wenige Minuten bis maximal einige Tage und ist auf den kurzen, einmaligen Gebrauch beschränkt. Ein erneutes, luftdichtes Verschließen ist nach Gebrauch grundsätzlich möglich, jedoch sind die Produkte ohne Schutzatmosphäre nicht lange haltbar.

### **Recyclingfähigkeit:**

Einwegflaschen werden nach der Rückgabe zu weit über 90 % recycelt. Hierbei werden die Flaschen zerkleinert und gewaschen, um als Rohmaterial für neue Produkte wie Kleidung und Folien verarbeitet zu werden. Lediglich rund 50 % des Materials werden im Allgemeinen für die Herstellung neuer PET-Flaschen eingesetzt.

### **Stabilität:**

Die PET-Flasche ist ein sehr stabiles Produkt und überlebt Stürze aus geringer Höhe meist unbeschadet. Aufgrund der geringen Wandstärke und dem meist kohlesäurehaltigen Inhalt ist ein Platzen der Flasche jedoch leicht möglich.

### **Komfort:**

Die Nutzung der Einwegflasche bringt einen hohen Komfort mit sich. Weitere Vorteile liegen im geringen Gewicht und der einmaligen Nutzung. Da die PET-Einwegflasche mit 25 Cent bepfundet ist, muss diese für eine fachgerechte Entsorgung bei der nächsten Verkaufsstelle zurückgeben werden.

**Markteinführung:** Weltweit wurden die ersten PET-Flaschen **1978** von Coca-Cola angeboten, in Deutschland die 1,5 L Einwegflasche ab ca. 1987.

Getränkeverpackungen

### A3 – Die Mehrwegflasche (PET)



**Nutzungsdauer:**

**Recyclingfähigkeit:**

**Stabilität:**

**Komfort:**

**Markteinführung:**



**1990**

#### **Nutzungsdauer:**

Mehrwegflaschen werden in der Regel analog zu den Einwegflaschen vom Konsumenten einmal verwendet, können nach Rückgabe aber bis zu 25-mal gereinigt und erneut befüllt werden, bevor sie recycelt werden müssen.

#### **Recyclingfähigkeit:**

Oftmals sind Mehrwegflaschen sogenannte Normbrunnenflaschen und werden von mehreren Produzenten zugleich genutzt. Aufgrund des Mehrwegsystems, das einen geschlossenen Kreislauf vorgibt, ist die Recyclingfähigkeit sehr hoch.

#### **Stabilität:**

Die Mehrwegflasche bietet eine hohe Stabilität und ist aufgrund der größeren Wandstärke nochmals widerstandsfähiger als die Einwegflasche. Zudem werden die Flaschen meist in einer Kiste transportiert, wodurch zusätzliche Stabilität gegeben wird.

#### **Komfort:**

Aufgrund der starren Form und dem regulären Erwerb in Mehrwegkisten leidet der Komfort. Da für Hersteller die Anschaffung neuer Flaschen deutlich teurer im Vergleich zu den Einwegflaschen ist, benötigen diese insbesondere in Spitzenverkaufszeiten die Kiste inkl. Flaschen zeitnah zurück.

**Markteinführung:** Die ersten Mehrwegflaschen wurden von Coca-Cola bereits **1990** vertrieben, ehe 1996 die Normbrunnenflasche als einheitliche Mehrwegflasche für überwiegend kohlenensäurehaltige Getränke eingeführt wurde.



## A4 – Die Glasflasche



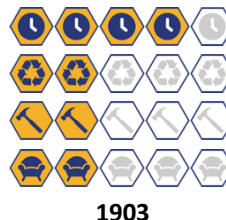
**Nutzungsdauer:**

**Recyclingfähigkeit:**

**Stabilität:**

**Komfort:**

**Markteinführung:**



### **Nutzungsdauer:**

Glasflaschen werden zumeist für den einmaligen Genuss verwendet, lassen sich aber auch je nach Ausführung von Hand gut reinigen und wiederverwenden. Im Handel wird die Glasflasche bis zu 50-mal gereinigt und wiederverwendet, ehe sie recycelt werden muss.

### **Recyclingfähigkeit:**

Glas ist grundsätzlich unbegrenzt recycelbar, jedoch erfordert das Einschmelzen im Vergleich zu Aluminium und Kunststoffen deutlich höhere Temperaturen. Werden Glasflaschen bei der Entsorgung nicht farblich getrennt, leidet die Qualität des Glases. So muss Weißglas-Abfall eine Reinheit von 97 % haben, um spätere Verfärbungen ausschließen zu können.

### **Stabilität:**

Bei richtiger Nutzung und Lagerung ist Glas ein stabiles Material. Gegenüber Stößen und Stürzen ist Glas jedoch nicht widerstandsfähig und zerbricht sehr leicht.

### **Komfort:**

Die Nutzung der Glasflasche bietet im Vergleich zu Produkten aus Kunststoff einen eher geringen Komfort. Glaswaren haben im Allgemeinen ein sehr hohes Gewicht und müssen sorgsam behandelt werden. Auch die Glasflasche muss nach der Nutzung im Kasten zur Verkaufsstätte zurück.

**Markteinführung:** Glaswaren sind bereits seit 3500 vor Christus bekannt. Die erste marktreife, vollautomatisierte Herstellung von Glasflaschen erfolgt seit **1903**, die Normbrunnenflasche gibt es seit 1969.

## B: Tragetaschen

### B1 – Die Baumwolltasche



**Nutzungsdauer:**

**Recyclingfähigkeit:**

**Stabilität:**

**Komfort:**

**Markteinführung:**



**1978**

**Nutzungsdauer:**

Baumwolltaschen können aufgrund der Waschbarkeit und Reißfestigkeit viele hunderte Male wiederverwendet werden. Die Nutzung hängt davon ab, ob die Tasche regelmäßig mitgeführt wird.

**Recyclingfähigkeit:**

Für Baumwolltaschen gibt es außer den Altkleidercontainern keine zentrale Sammelstelle. Verschmutzte und zerrissene Produkte aus Baumwolle werden zumeist dem Restmüll zugeführt, wodurch die Baumwolle zur Energiegewinnung verbrannt wird.

**Stabilität:**

Aufgrund der gewebten Verwendung der Baumwolle weist die Tasche eine sehr hohe Zugfestigkeit auf und hält meist mehrere Jahre in der Nutzung.

**Komfort:**

Die Baumwolltasche weist aufgrund der Möglichkeit sie platzsparend zu verstauen einen hohen Komfort auf. Jedoch muss die Tasche immer zum Einkauf mitgeführt werden. Auch im Anschaffungspreis ist die Tasche im Gegensatz zu vergleichbaren Produkten recht teuer.

**Markteinführung:** Die ersten Tragetaschen aus Jute bzw. Baumwolle kamen 1978 auf den Markt. Zuletzt stieg der Absatz aufgrund des Einwegplastiktüten-Verbots nochmals deutlich an.



## B2 – Die Papiertasche



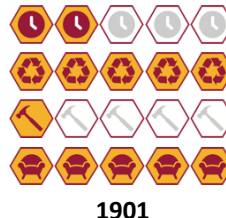
**Nutzungsdauer:**

**Recyclingfähigkeit:**

**Stabilität:**

**Komfort:**

**Markteinführung:**



### **Nutzungsdauer:**

Die Nutzungsdauer der Papiertasche ist auf den einmaligen Gebrauch ausgelegt. Die Nutzung kann bei einem sorgsamem Umgang verlängert werden und z.B. um das Sammeln von Altpapier erweitert werden.

### **Recyclingfähigkeit:**

Papier kann sehr gut recycelt werden, sofern es ordnungsgemäß im Altpapier gesammelt wird. Einige Papiersorten wie Wellpappe und Zeitungen erreichen Quoten von nahezu 100 %. Der blaue Engel zeigt als Umweltzeichen den Einsatz von Altpapier an, je nach Papiersorte mindestens 80%.

### **Stabilität:**

Die Papiertüte ist nicht besonders reißfest. Ein Beschädigen der Tüte ist aufgrund der starren Form leicht möglich. Zudem ist sie unbeständig gegenüber Feuchtigkeit.

### **Komfort:**

Die Papiertüte weist einen hohen Komfort auf, da sie als Einmalprodukt direkt entsorgt werden kann. Da sie an jeder Supermarktkasse verfügbar ist, muss sie z.B. beim Einkauf nicht mitgeführt werden.

**Markteinführung:** Die erste Papiertragetasche wurde in Form der Spitztüte bereits 1853 erfunden. Die heute bekannte Taschenform mit flachem Boden befindet sich seit **1901** auf dem Markt.

Tragetaschen

### B3 – Die Plastiktüte (PE)



**Nutzungsdauer:**



**Recyclingfähigkeit:**



**Stabilität:**



**Komfort:**



**Markteinführung:**

**1961**

#### **Nutzungsdauer:**

Die Plastiktüte aus Polyethylen (PE) ist als Einmalprodukt gedacht und weist aufgrund der geringen Wandstärke eine kurze Nutzungsdauer, überwiegend zum Transport von losen Lebensmitteln wie Obst und Gemüse, auf. Die etwas höhere Stabilität kann, im Vergleich zur Papiertüte, die Nutzungsdauer erhöhen.

#### **Recyclingfähigkeit:**

Plastiktüten müssen für eine Wiederverwertung in der gelben Tonne entsorgt werden. Da sich die dualen Systeme um das Recycling von Verpackungen kümmern und Plastiktüten sortenreine Kunststoffe sind, ist die Recyclingfähigkeit als gut einzustufen.

#### **Stabilität:**

Zurzeit sind lediglich sehr dünne Plastiktüten, z.B. auf Wochenmärkten, oder dickere Plastiktüten in ausgewählten Supermarktketten erhältlich. Erste weisen eine geringe Stabilität auf, da sie sehr leicht reißen. Letztere sind recht reißfest und können aufgrund der Beständigkeit gegenüber Feuchtigkeit gut verwendet werden.

#### **Komfort:**

Da die Plastiktüte aus PE als Einmalprodukt gedacht ist, wird der Komfort als sehr hoch eingestuft. Die Tüte gibt es meist kostenlos zum Einkauf dazu bzw. der Preis beträgt nur wenige Cents. Zudem weisen sie ein sehr geringes Gewicht auf und sind leicht zu verstauen.

**Markteinführung:** Die Markteinführung erfolgte in Europa **1961**. Bereits in den 1970er Jahren besaß sie einen Marktanteil von rund zwei Drittel.

## B4 – Die Einkaufstasche (PP)



**Nutzungsdauer:**



**Recyclingfähigkeit:**



**Stabilität:**



**Komfort:**



**Markteinführung:**

**1989**

### **Nutzungsdauer:**

Die Einkaufstasche aus Polypropylen besteht aus festen, gewebten Kunststofffasern und zeichnet sich durch die hohe Robustheit aus, die eine nahezu unbegrenzte Nutzung ermöglicht.

### **Recyclingfähigkeit:**

Die Tasche ist grundsätzlich recycelbar, sofern sie über die gelbe Tonne entsorgt wird. Abzüge in der Recyclingfähigkeit gibt es aufgrund der Henkel, die aus einem anderen Material sind und der häufigen Bedruckung der Außenseite.

### **Stabilität:**

Die Tasche ist sehr reißfest und stabil, sodass eine lange Nutzungsdauer möglich und vorgesehen ist. Der Transport von Waren mit einem Gewicht von über 20 kg ist möglich.

### **Komfort:**

Aufgrund des vergleichsweise hohen Kaufpreises und der sperrigen Lagerung dieser Taschen sinkt der Komfort. Zudem muss auch diese Tasche aktiv zum Einkauf mitgeführt werden, um den Zweck als Mehrwegbeutel zu erfüllen.

**Markteinführung:** Die Markteinführung erfolgte bereits Ende der 1980er Jahre durch das schwedische Möbelunternehmen IKEA, die zunächst mit der gelben und später mit der blauen Variante für den Außer-Hausverkauf diese Taschenart auf dem Markt brachten.

## C: Verpackungen

### C1 – Die Konservendose



**Nutzungsdauer:**

**Recyclingfähigkeit:**

**Stabilität:**

**Komfort:**

**Markteinführung:**



**1813**

#### **Nutzungsdauer:**

Die Nutzungsdauer einer Konservendose ist sehr kurz, da sie als Einwegprodukt für die Lagerung von Lebensmitteln gedacht ist. Nach dem Öffnen kann die Dose nicht mehr luft- und lichtdicht verschlossen werden, sodass eine erneute Lagerung von Lebensmitteln nicht möglich ist.

#### **Recyclingfähigkeit:**

Konservendosen werden, wie jede Art Weißblech, über die gelbe Tonne entsorgt und recycelt. Insgesamt können rund 95 % der verarbeiteten Werkstoffe in der Dose recycelt werden. Jedoch sind auch hier die Herstellung und das Recycling sehr energieintensiv.

#### **Stabilität:**

Die Konservendose weist eine hohe Stabilität auf und kann problemlos gestapelt und gelagert werden. Das Material ermöglicht eine Lagerung über viele Jahre ohne Qualitätsverlust.

#### **Komfort:**

Das Öffnen gestaltet sich zum Teil etwas schwierig, jedoch liegen große Vorteile insbesondere in der direkten Entsorgung als Einmalprodukt.

**Markteinführung:** Die erste Konservendosenfabrik wurde bereits 1813 eröffnet und diente der Belieferung der britischen Armee mit Nahrungsmitteln.

## C2 – Die Papierverpackung



**Nutzungsdauer:**

**Recyclingfähigkeit:**

**Stabilität:**

**Komfort:**

**Markteinführung:**



**1801**

### **Nutzungsdauer:**

Papierverpackungen werden in der Regel nur einmal verwendet, zumal diese nach dem Öffnen nicht mehr verschlossen werden können. Eine Wiederverwendung für eine langfristige Lagerung von Lebensmitteln ist so nicht mehr möglich.

### **Recyclingfähigkeit:**

Papier besitzt eine sehr gute Fähigkeit zum Recycling. Je nach Papierart werden Quoten von bis zu 100 % erreicht, wenn Sie im Altpapier entsorgt werden und sortenrein sind. Ist die Papierverpackung jedoch mit Kunststoff beschichtet, wird das Recycling erschwert und das Verbundprodukt wird über die gelbe Tonne entsorgt.

### **Stabilität:**

Papierverpackungen besitzen in der Regel eine geringe Stabilität und sind nicht besonders reißfest. Dies ermöglicht zwar eine leichte Öffnung des Produktes, jedoch ist eine erneute Nutzung nicht möglich.

### **Komfort:**

Als Einwegprodukt besticht die Papierverpackung durch einen hohen Komfort. Das Produkt kann nach der Nutzung einfach entsorgt werden, sofern es frei von Lebensmittelresten ist.

**Markteinführung:** Die ersten Bücher wurden bereits Ende des 16. Jhd. in Papier eingeschlagen, die erstmalige Erwähnung als Verpackungsmöglichkeit mit vielfältigsten Verwendungen erfolgte erst **1801**.

Verpackungen

### C3 – Die Plastikverpackung



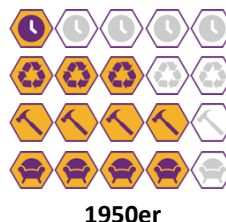
**Nutzungsdauer:**

**Recyclingfähigkeit:**

**Stabilität:**

**Komfort:**

**Markteinführung:**



**Nutzungsdauer:**

Plastikverpackungen sind meist ein Einwegprodukt und nicht für die mehrmalige Anwendung ausgelegt. Insbesondere folienartige Verpackungen können nicht wiederverwendet werden und haben somit eine sehr kurze Lebensdauer.

**Recyclingfähigkeit:**

Verpackungen können recycelt werden, wenn sie in der gelben Tonne entsorgt werden. Hierbei kommt es vor allem darauf an, dass die Kunststoffe sortenrein getrennt werden (können). Es werden nur gut zwei Drittel stofflich verwertet, d.h. als Rezyklate in neuen Produkten eingesetzt. Der Rest wird verbrannt, um thermische Energie zu gewinnen.

**Stabilität:**

Je nach Art der Verpackung weist die Kunststoffverpackung eine grundsätzlich gute Stabilität auf und ist stoßfest. Zudem ist es möglich, mit Kunststoffen Produkte auch licht- und wasserdicht zu verpacken.

**Komfort:**

Die Plastikverpackung besitzt einen hohen Komfort durch die einfache Entsorgung nach der einmaligen Nutzung. Die Verpackungen haben ein geringes Gewicht und können Lebensmittel sehr lange haltbar machen.

**Markteinführung:** Die ersten Verpackungen aus Plastik wurden in den 1950er Jahren eingesetzt. Der Anteil an Plastikverpackungen nahm aufgrund der vielen Vorteile in den folgenden Jahren rasant zu, sodass ein Einkauf von Lebensmitteln ohne Plastik heutzutage nur sehr schwer umzusetzen ist.

## C4 – Der Getränkekarton



**Nutzungsdauer:**

**Recyclingfähigkeit:**

**Stabilität:**

**Komfort:**

**Markteinführung:**



**1952**

### **Nutzungsdauer:**

Der Getränkekarton ist wie alle weiteren Verpackungen lediglich für den einmaligen Gebrauch vorgesehen. Somit beträgt die Nutzungsdauer nur Stunden bis wenige Tage.

### **Recyclingfähigkeit:**

Obwohl der Getränkekarton aus Papier, Aluminium und Kunststoff besteht, ist eine Rückgewinnung der einzelnen Komponenten gut möglich. Diese werden jedoch in neuen Produkten wie Baumaterial und Wellpappe eingesetzt, nicht mehr als neuer Getränkekarton. Ein hoher Prozentteil der Getränkekartons landet jedoch im Restmüll anstatt in der gelben Tonne, so dass ein Recycling nicht möglich ist.

### **Stabilität:**

Aufgrund der Kastenform ist der Getränkekarton sehr stabil und wegen der luft- und wasserdichten Art der Verpackung hervorragend für flüssige Lebensmittel geeignet.

### **Komfort:**

Da der Getränkekarton ein Einmalprodukt darstellt, ist der Komfort als sehr hoch einzustufen. Er kann während der Nutzung wieder verschlossen und nach der Nutzung einfach in der gelben Tonne entsorgt werden.

**Markteinführung:** Der erste Getränkekarton wurde 1952 von der Firma Tetra Pak auf den Markt gebracht. Das Revolutionäre war die Erfindung eines Verpackungsmaterials, das während der Abfüllung zur Verpackung geformt wurde und luftdicht versiegelt wurde.

## D: Aufbewahrung

### D1 – Die Kunststoffdose



**Nutzungsdauer:**



**Recyclingfähigkeit:**



**Stabilität:**



**Komfort:**



**Markteinführung:**

1946

#### **Nutzungsdauer:**

Die Kunststoffdose ist als Mehrwegprodukt auf eine lange Lebensdauer ausgelegt, die je nach Qualität des Produktes mehrere Jahrzehnte anhalten kann.

#### **Recyclingfähigkeit:**

Kunststoffdosen und weitere Gegenstände aus Kunststoff, die keine Verpackung sind, gehören in den Restmüll und werden im besten Fall somit noch thermisch verwertet. Einige lokale Abfallunternehmen bieten für Hartkunststoffe auf den Wertstoffhöfen gesonderte Tonnen an.

#### **Stabilität:**

Aufgrund des Einsatzes von Hartkunststoffen sind Kunststoffdosen sehr widerstandsfähig und robust. Stürze werden meist problemlos überlebt.

#### **Komfort:**

Die Kunststoffdose ist nach Anschaffung jederzeit zuhause verfügbar und bietet dank der Robustheit einen guten Komfort. Jedoch muss die Dose nach jeder Benutzung gereinigt werden und die Lagerung verbraucht je nach Größe Stauraum.

**Markteinführung:** Die erste marktreife Kunststoffdose wurde 1946 durch Earl Tupper in Form der Wunderschüssel für Salate und Eier erfunden. Seitdem hat es die Kunststoffdose in zahlreichen Formen und Farben in den Hausstand geschafft.



## D2 – Die Aluminiumfolie



**Nutzungsdauer:**



**Recyclingfähigkeit:**



**Stabilität:**



**Komfort:**



**Markteinführung:**

**1913**

### **Nutzungsdauer:**

Aluminiumfolie wird oftmals zur einmaligen, kurzen Lagerung bzw. zum Warmhalten von Lebensmitteln verwendet. Der Kontakt mit säure- und salzhaltigen Lebensmitteln verringert die Nutzungsdauer stark und sollte auch aus gesundheitlichen Gründen vermieden werden.

### **Recyclingfähigkeit:**

Sofern die Aluminiumfolie frei von groben Essenresten ist, kann diese in der gelben Tonne entsorgt werden. Über den Wertstoffkreislauf wird das Aluminium rückgewonnen, meist jedoch mit einer geringeren Qualität, die nicht mehr für alle Anwendungsgebiete ausreichend ist.

### **Stabilität:**

Aluminiumfolie ist recht stabil, jedoch aufgrund des Verwendungszweckes nicht besonders reißfest. Gegenüber salzhaltigen Lebensmitteln ist das Material nicht sehr beständig.

### **Komfort:**

Durch die meist einmalige Nutzung und einfache Entsorgung lässt sich die Aluminiumfolie sehr komfortabel nutzen. Im Vergleich zur Frischhaltefolie ist die Verwendung aufgrund der starren Struktur deutlich angenehmer.

**Markteinführung:** Die erste Aluminiumfolie wurde bereits Anfang des 20. Jhd. durch Auswalzen von Aluminiumblech hergestellt. **1913** wurde diese in den USA erstmals für den Markt produziert, ab 1920 erfolgte die Herstellung in großem Maßstab für die Verpackung von Konsumartikeln.

Aufbewahrung

## D3 – Die Frischhaltefolie



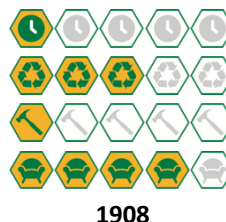
**Nutzungsdauer:**

**Recyclingfähigkeit:**

**Stabilität:**

**Komfort:**

**Markteinführung:**



### **Nutzungsdauer:**

Frischhaltefolie ist wie die meisten anderen Folien für eine einmalige Verwendung zum Abdecken von Lebensmitteln ausgelegt. Somit beträgt die Nutzungsdauer nur wenige Minuten bis Stunden.

### **Recyclingfähigkeit:**

Frischhaltefolie stellt keine Verpackung dar und darf meist, rein rechtlich betrachtet, nicht in der gelben Tonne entsorgt werden. Die Recyclingfähigkeit von unverschmutzter Folie ist jedoch sehr gut, da sie sortenrein vorliegt und der Kunststoff PE sehr gut wiederverwertet werden kann.

### **Stabilität:**

Frischhaltefolie reißt sehr leicht und besitzt eine hohe statische Anziehung. Somit ist die Stabilität als gering einzustufen.

### **Komfort:**

Die Nutzung von Frischhaltefolie ist einfach und effizient. Lebensmittel können sehr komfortabel erneut verpackt werden und bleiben so länger frisch. Das Handling der Folie beim Abreißen und Einpacken gestaltet sich jedoch zum Teil schwierig.

**Markteinführung:** Erste Folien zum Einpacken von Lebensmitteln wurden bereits **1908** aus Zellophan eingesetzt. Die heute aus PE bestehende Folie wurde in den 1960er Jahren auf den Markt gebracht.

## D4 – Das Wachspapier



**Nutzungsdauer:**



**Recyclingfähigkeit:**



**Stabilität:**



**Komfort:**



**Markteinführung:**

**1872**

### **Nutzungsdauer:**

Wachspapier wird zum einmaligen Einschlagen von Lebensmitteln verwendet, um diese vor Austrocknung zu schützen. Die Nutzungsdauer beträgt somit nur wenige Stunden.

### **Recyclingfähigkeit:**

Da Wachspapier keinen gängigen Wertstoff darstellt gibt es keine gängigen Verwertungssysteme. Das Wachspapier darf nicht im Altpapier entsorgt werden, da das Papier mit Wachs beschichtet und auch mit Essensresten verschmutzt ist. Somit muss Wachspapier im Restmüll entsorgt werden und kann nur durch Müllverbrennung verwertet werden.

### **Stabilität:**

Wachspapier ist relativ stabil und lässt sich leicht reißen. Für die Verwendung als Umverpackung lässt es sich falten.

### **Komfort:**

Die Nutzung ist sehr komfortabel, da Wachspapier für den einmaligen Gebrauch ausgelegt ist. Die Entsorgung ist direkt über den Hausmüll möglich.

**Markteinführung:** Wachspapier wurde bereits 1872 von Thomas Edison erfunden. In frühen Jahren wurde es mit Schweineschmalz oder Öl beschichtet, heutzutage meist mit Wachs. Durch die Wasser- und Aromadichte wurde es schon früh zum Verpacken von stark riechenden Stoffen genutzt.





## **Packliste für die Kursveranstaltung**

### **Mikroplastik Packliste**

**Box 1:** Glasware für alle Stationen, Salz + Zucker (je 2), Kochplatte, Backpapier, 1 Waage, Waffeleisen

**Box 2:** Kiste Station 3, Komplett Station 4, NaCl-Kanister

**Box 3:** Station 2 Kosmetik Kiste, Station 1 Windel, Demokiste Feflu

**Box 4:** Allgemeines und Schreibwaren, Broschüre, Ständer, Bügeleisen, Kiste Bioplastik,

+ Kaffeemaschine und extra Waffeleisen (beides zusammen), 7iPads, 6 iPad-Ständer, 6 Ladekabel, Bilderrahmen und Pinnwand

---

### *Kosmetika*

#### **Materialien:**

- Senseo-Kaffeemaschine
- 2 Permanent-Kaffeefilter
- Spatel, Spatellöffel,
- Waage
- Lupe
- Fön
- Großes Becherglas
- Petrischale
- Trockentuch / Handtuch
- Kosmetikproben (Box mit verschiedenen Kosmetika)

## **Mikroplastik Packliste**

*–Sedimentproben*

### **Materialien:**

- 1 Stativ, 2 Doppelmuffen und 2 große Klemmen
- Mind. 10 Sedimentproben (in Schnappdeckelgläschen)
- 3 Flaschen (zwei mit offenem Boden)
- 2 Ablassventile
- 2 Luftdüsen
- 2 Aquariumpumpen
- Spritzflasche mit Wasser
- 2 Trichter und 1 Trichterstativ
- Faltenfilter (mindestens 20)

### **Chemikalien:**

- NaCl-Saccharose-Lösung

## *Schwimm-Sink-Verhalten von Kunststoffen*

### **Materialien:**

- Kunststoffproben PE, PS, PA, PVC
- 2 Bechergläser 800 mL
- Magnetrührer
- Rührfisch eckig
- Rührfischentferner
- Pinzette

### **Chemikalien:**

- Salz
- Zucker

**Mikroplastik Packliste**  
*Bioplastik selbst gemacht*

**Materialien:**

- 1 Eisschälchen-Waffeleisen / 1 Bügeleisen
- Küchenwaage / Kartoffelwaage
- 4 Bechergläser 100 ml
- 3 Spatel
- Pinzette
- Tiegelszange
- Mind. 20 Wägeschälchen
- Spritzflasche mit Wasser
- 50 ml Messzylinder Kunststoff

**Chemikalien:**

- Natriumalginat
- Kartoffelstärke (2 Packungen)
- Backpulver (10 Packungen)



## **Mikroplastik Packliste**

*Windelwunder*

### **Materialien:**

- Windeln (eine Packung)
- Schere
- 2 Metallblech
- 2 Bechergläser 600 ml
- 2 Marmeladengläser

### **Chemikalien:**

- Slush Powder (2 Packungen)

## **Mikroplastik Packliste**

*DEMO Ferrofluid: Mikroplastikisolation mittels Eisenpulver*

### **Materialien:**

- MP-Proben (geraspelte Spieße)
- Rack für große Reagenzglas
- 2 große Reagenzgläser plus Stopfen
- 2 Spatellöffel aus Kunststoff
- Magneten + 1 Stabmagnet
- 2 Kleines Reagenzglas
- 5 Einmal-Pipetten
- Zellstoff
- Abfall Eimer

### **Chemikalien:**

- Eisenpulver
- Speiseöl

## **Mikroplastik Packliste**

### *Sonstige Materialien*

- Infoboxen
- (Versuchsanleitungen (In Broschüre))
- Broschüre
- Petrischalen für das Sortieren + Unterlagen
- Demonstrationsmaterial (Spritzen, Handy-Dummy,..)
- Stationsstände Infobox und Nummer (je 6)
- 6 iPad Ständer
- 7 iPad
- 6 Lautsprecher

### *Station 3: Was ist Mikroplastik*

- Strandprobe
- Wasserprobe
- Sandprobe
- UV-Lampen
- UV-Schutzbrille
- Schwarze Boxen

### *Station 6: Initiativen/ Mülltrennung*

- Weltkarte
- Post-it
- Bilderrahmen
- Magnetetiketten
- Folienstifte
- Mülleimer
- Trenntabellen der Kampagne „Mülltrennung wirkt“
- Müllprobe aus Haushaltsmüll