

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Fakultät Life Sciences

**Eine Untersuchung der Auswirkungen von Plastik auf die
menschliche Gesundheit**

Bachelorarbeit

im Studiengang Gesundheitswissenschaften

vorgelegt von

Ronja Rohr



Hamburg

am 12. August 2021

Erstgutachter: Prof. Dr. (mult.) Dr. h.c. (mult.) Walter Leal

Zweitgutachter: Dr. rer. nat. Ingo Drachenberg

Abstract

EINLEITUNG Eine Welt ohne Plastik ist aufgrund seiner vielseitigen Einsetzbarkeit und Allgegenwärtigkeit kaum noch vorstellbar. Dabei kann sich Plastik sowohl durch den direkten als auch den indirekten Kontakt mit der Umwelt negativ auf die menschliche Gesundheit auswirken. Es gelangt über unterschiedliche Expositionswege, vorrangig als Mikro- und Nanoplastik, in den Körper. Folgend beeinflusst es physiologische Prozesse und kann zu der Entstehung von Krankheiten beitragen. Die Durchführung von Studien, die das Bewusstsein und Wissen der Bevölkerung über gesundheitliche Auswirkungen von Plastik erfassen sind von großer Bedeutung, da sich aus ihnen wichtige Ansatzpunkte für eine Bewusstseinsbildung sowie entsprechende Maßnahmen und Handlungsempfehlungen ableiten lassen können. Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, das Bewusstsein der deutschen Bevölkerung über die gesundheitlichen Auswirkungen von Plastik und Plastikabfall zu ermitteln. Zudem soll untersucht werden, inwiefern Plastik eine Gefahr für die menschliche Gesundheit darstellt.

METHODIK Das Bewusstsein und Wissen der deutschen Bevölkerung über die Auswirkungen von Plastik und Plastikabfall auf die menschliche Gesundheit wird anhand einer Querschnittsstudie ermittelt. Diese wird mit Hilfe des Online-Tools *LimeSurvey* durchgeführt. Anschließend werden die Daten mithilfe des Programms *IBM SPSS Statistics Version 25* analysiert und auf Zusammenhänge und Unterschiede überprüft.

ERGEBNISSE Die Studie zeigt auf, dass sich das Bewusstsein der deutschen Bevölkerung über die Auswirkungen von Plastik und Plastikabfall im Allgemeinen als überwiegend ausgeprägt darstellt. Das Wissen über gesundheitliche Auswirkungen entspricht jedoch einem Basiswissen, da das Wissen über spezifische gesundheitliche Auswirkungen überwiegend kaum bis gar nicht vorhanden ist.

DISKUSSION Die Ergebnisse dieser Studie decken sich mit den Ergebnissen einer vergleichbaren Studie. Die Repräsentativität der durchgeführten Studie ist in Bezug auf das Bewusstsein der Altersgruppen und Bildungsgrade teilweise verringert. Es bedarf weiterer Studien, um das Bewusstsein der deutschen Bevölkerung über die Auswirkungen von Plastik und Plastikabfall allumfänglich darzustellen.

KEYWORDS Plastik, Plastikabfall, Mikroplastik, Menschliche Gesundheit, Bewusstsein

Inhaltsverzeichnis

Abstract	I
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	V
1. Einleitung.....	1
2. Hintergrund.....	3
2.1 Plastik.....	3
2.1.1 Herstellung und physikalische Eigenschaften	3
2.1.2 Einteilung von Plastiktypen	6
2.1.3 Einteilung und Entstehung von Mikroplastik	8
2.1.4 Eintrittswegen von Makro- und Mikroplastik in die Umwelt	11
2.2 Menschliche Gesundheit	12
2.3 Auswirkungen von Plastik.....	14
2.3.1 Allgemeine Auswirkungen von Plastik.....	14
2.3.2 Auswirkungen von Mikro- und Nanoplastik auf die menschliche Gesundheit ...	18
3. Methodik.....	23
3.1 Fragebogen.....	23
3.2 Datenerhebung.....	24
3.3 Datenanalyse	25
3.3.1 Univariate Analyse	25
3.3.2 Bivariate Analyse	25
4. Ergebnisse.....	27
4.1 Stichprobenbeschreibung.....	27
4.2 Bewusstsein der deutschen Bevölkerung	28
5. Diskussion	45
5.1 Methodendiskussion.....	45
5.2 Ergebnisdiskussion.....	46
5.3 Limitationen.....	49
6. Handlungsempfehlungen	50
7. Fazit.....	53
Literaturverzeichnis.....	VI
Anhang	XIV
Eidesstattliche Erklärung.....	XXIV

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Herstellung von Polymeren aus Monomeren	4
Abbildung 2: Zersetzungsprozesse von Makroplastik zu Mikroplastik	10
Abbildung 3: Komponenten der Salutogenese	14
Abbildung 4: Potenziell schädliche und tatsächlichen Auswirkungen von Plastik auf die menschliche Gesundheit	22
Abbildung 5: Ausgewählte Umfrageabschnitte und deren Inhalte.....	23
Abbildung 6: Auseinandersetzen vor der Befragung und Besorgnis über gesundheitliche Auswirkungen.....	29
Abbildung 7: Besorgnis über Auswirkungen auf die Gesundheit und die Umwelt.....	30
Abbildung 8: Positiver Gesundheitseffekt bei Reduzierung des Plastikverbrauchs.....	31
Abbildung 9: Weitere Befassung mit gesundheitlichen Auswirkungen notwendig und Positiver Gesundheitseffekt bei Reduzierung des Plastikverbrauchs	32
Abbildung 10: Darstellung der Hauptphasen nach vermutetem Risiko	33
Abbildung 11: Sinnhaftigkeit der Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen von Plastik auf die menschliche Gesundheit und Umwelt	36
Abbildung 12: Auseinandersetzen mit gesundheitlichen Auswirkungen vor der Befragung nach Geschlecht.....	37
Abbildung 13: Besorgnis über gesundheitliche Auswirkungen nach Geschlecht	38
Abbildung 14: Befassung mit gesundheitlichen Auswirkungen vor der Befragung nach Altersgruppen	39
Abbildung 15: Besorgnis über gesundheitliche Auswirkungen und Altersgruppen.....	40
Abbildung 16: Auseinandersetzung mit den Auswirkungen von Plastik vor der Befragung	42
Abbildung 17: Besorgnis über gesundheitliche Auswirkungen nach Bildungsgrad	43
Abbildung 18: Handlungsempfehlungen nach Zielgruppe	52

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Aufbau und Anwendung Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere	5
Tabelle 2: Anteil der im Jahr 2017 produzierten Plastiktypen in Prozent	7
Tabelle 3: Plastiktypen und Anwendungsbereiche	7
Tabelle 4: Größeneinteilung von Plastik.....	8
Tabelle 5: Verteilung des Geschlechts	27
Tabelle 6: Verteilung der Altersgruppen	27
Tabelle 7: Verteilung des Bildungsgrades	28
Tabelle 8: Bewusstsein über spezifische gesundheitliche Auswirkungen	34
Tabelle 9: Zusammenhang zwischen Bewusstsein über spezifische gesundheitliche Auswirkungen und Besorgnis über gesundheitliche Auswirkungen	35
Tabelle 10: Unterschiede zwischen der Besorgnis über gesundheitliche Auswirkungen und Bildungsgrad.....	44

Abkürzungsverzeichnis

HDPE	Polyethylen mit hoher Dichte (High Density Polyethylen)
LDPE	Polyethylen mit niedriger Dichte (Low Density Polyethylen)
LLDPE	Polyethylen mit linearer niedriger Dichte (Linear Low Density Polyethylene)
PET	Polyethylenterephthalat
PP	Polypropylen
PP&A	Polyester, Polyamid und Acryl
PS	Polystyrol
PUR	Polyurethane
PVC	Polyvinylchlorid
TN	Teilnehmende

1. Einleitung

Eine Welt ohne Plastik ist kaum noch vorstellbar. Aufgrund seiner vielseitigen Einsetzbarkeit ist es im alltäglichen Leben allgegenwärtig. Die Massenproduktion und -nutzung birgt jedoch auch Probleme und Risiken (Heinrich-Böll-Stiftung & BUND, 2019, S. 6). Diese werden sowohl in wissenschaftlichen Fachkreisen als auch in den Massenmedien vermehrt diskutiert (Liebmann, Briemann, Heinfellner, Hohenblum, Köppel, Schaden et al., 2015, S. 9). Die weltweite jährliche Plastikproduktion ist in den letzten Jahrzehnten deutlich gestiegen. Von 2 Millionen Tonnen im Jahr 1950 (Geyer, 2020, S. 15), auf 368 Millionen Tonnen im Jahr 2019 (PlasticsEurope, 2020, S. 16). Zudem wird geschätzt, dass im Jahr 2050 eine weltweite jährliche Produktionsmenge von 1100 Millionen Tonnen erreicht wird (Geyer, 2020, S. 28). Plastik ist leicht, widerstandsfähig, langlebig und formbar, so dass es in unzähligen Alltags- und Industrieprodukten verwendet wird. Es wird jedoch primär dazu genutzt, kurzlebige Verpackungsmaterialien und Einwegartikel herzustellen (Heinrich-Böll-Stiftung et al., 2019, S. 14). Schätzungen zufolge werden etwa 40 Prozent der Plastikprodukte innerhalb eines Monats wieder entsorgt (Heinrich-Böll-Stiftung et al., 2019, S. 15). Der daraus resultierende Plastikabfall führt zu Herausforderungen bei der Entsorgung. Von den globalen 6300 Millionen Tonnen Plastikabfällen, die zwischen 1950 und 2015 produziert wurden, wurden 800 Millionen Tonnen (12%) verbrannt, 600 Millionen Tonnen (9%) recycelt und etwa 4900 Millionen Tonnen (60%) landeten auf Mülldeponien oder in der Umwelt (Geyer, Jambeck & Law, 2017, S. 2-3).

„Roughly two-thirds of all plastic ever produced has been released into the environment and remain there in some form—as debris in the oceans, as micro- or nanoparticles in air and agricultural soils, as microfibers in water supplies, or as microparticles in the human body.“ (Azoulay, Villa, Arellano, Gordon, Moon, Miller et al., 2019, S. 5).

Die Gesundheit ist für den Menschen eines der höchsten Güter, jedoch kann Plastik sich sowohl durch den direkten Kontakt als auch durch den indirekten Kontakt mit der Umwelt auf die menschliche Gesundheit auswirken (Azoulay et al., 2019, S. 8).

Plastik, das in die Umwelt gelangt, zerfällt durch äußere Einflüsse, über Jahrhunderte hinweg, in immer kleinere Partikel. Diese werden als Mikro- und Nanoplastik bezeichnet (Fath, 2019b, S. 8). Zudem kann Mikro- und Nanoplastik gezielt von der Industrie hergestellt werden (Welden & Lusher, 2020, S. 226). Folgend kann es über unterschiedliche Expositionswege in den Körper gelangen (Azoulay et al., 2019, S. 8) und physiologische Prozesse sowie hormonelle Wirkmechanismen beeinflussen (Rhodes, 2018, S. 218).

Bislang existieren wenige Studien, die das Bewusstsein der Bevölkerung in Bezug auf die Auswirkungen von Plastik auf die menschliche Gesundheit untersuchen. Die Erste

europaweite Studie von Barbir et al. (2021) untersuchte das Bewusstsein der europäischen Bürger über die direkten und indirekten Auswirkungen von Plastik auf menschliche Gesundheit (Barbir, Leal Filho, Salvia, Fendt, Babaganov, Albertini et al., 2021, S. 1–18). Die Durchführung solcher Studien ist von großer Bedeutung, da sich aus ihnen wichtige Ansatzpunkte für eine Bewusstseinsbildung der Bevölkerung sowie entsprechende Maßnahmen und Handlungsempfehlungen ableiten lassen können.

Als Grundlage dieser Untersuchung wird die Forschungsfrage: „Wie ausgeprägt ist das Bewusstsein der deutschen Bevölkerung in Bezug auf die Auswirkungen von Plastik und Plastikabfall auf die menschliche Gesundheit?“ formuliert. Zudem wird untersucht, inwiefern Plastik eine Gefahr für die menschliche Gesundheit darstellt und ob das Geschlecht, Alter oder das Bildungsniveau das Bewusstsein beeinflusst. Außerdem werden Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Plastik und Plastikabfall gegeben.

In der vorliegenden Bachelorarbeit wird, basierend auf einer ausführlichen Literaturrecherche, zunächst auf die Themen Plastik, Gesundheit, Auswirkungen von Plastik auf die menschliche Gesundheit und allgemeine Auswirkungen von Plastik, eingegangen. Das Bewusstsein der deutschen Bevölkerung über die Auswirkungen von Plastik und Plastikabfall auf die menschliche Gesundheit, wird mittels einer Querschnittstudie erfasst. Die Methodik, die Ergebnisse sowie eine Diskussion dieser Studie schließen sich an die bereits genannten Themen an. Abschließend werden Handlungsempfehlungen für verschiedene Akteure aufgezeigt und ein Fazit gezogen.

2. Hintergrund

In diesem Kapitel wird zunächst das Thema Plastik näher erläutert. Dabei wird auf die Herstellung und Eigenschaften sowie verschiedene Einteilungsmöglichkeiten und mögliche Eintrittswege von Plastik in die Umwelt eingegangen. Folgend wird der Begriff Gesundheit definiert und anhand eines Gesundheitsmodells beschrieben. Anschließend werden die allgemeinen Auswirkungen von Plastik sowie die Auswirkungen von Plastik auf die menschliche Gesundheit dargestellt.

2.1 Plastik

Kunststoff (Plastik) besteht aus synthetisch oder halbsynthetisch erzeugten, organischen Polymeren. Ein Polymer stellt einen chemischen Stoff dar, welcher aus mehreren Makromolekülen (Riesenmoleküle) zusammengesetzt ist. Die Grundeinheiten für diese Makromoleküle sind eine Vielzahl von Monomeren (niedermolekulare Verbindungen) (Koenders, Weise & Vogt, 2020, S. 245).

2.1.1 Herstellung und physikalische Eigenschaften

Plastik kann sowohl aus fossil-basierten als auch aus bio-basierten Rohstoffen (Bioplastik) hergestellt werden (Walker & Rothman, 2020, S. 2). Weltweit basieren etwa 99 Prozent der Rohstoffe für die Plastikproduktion aus fossilen Brennstoffen (Heinrich-Böll-Stiftung et al., 2019, S. 26). Diese machen etwa 8 Prozent des weltweiten Erdöl- und Gasverbrauchs aus (Andrady & Neal, 2009, S. 1980). Aufgrund der überwiegenden Mehrheit der Plastikprodukte aus fossil-basierten Stoffen, liegt der Fokus dieser Arbeit auf der Darstellung fossil-basierten Plastiks.

Die Ausgangsstoffe für die Herstellung von fossil-basiertem Plastik sind Erdgas, Erdöl, Kohle, Wasser, Kalk und Luft. Die aus chemischer Sicht wichtigsten Elemente stellen somit Kohlenstoff (C) und Wasserstoff (H) sowie Stickstoff (N), Sauerstoff (O), Silicium (Si) und Schwefel (S) dar. Diese Ausgangsstoffe werden bei der Herstellung von Kunststoffen zuerst zu reaktionsfähigen Einzelmolekülen, sogenannte Monomere, verarbeitet. Anschließend werden diese Monomere zu Makromolekülen verbunden, die als Polymere bezeichnet werden (Koenders et al., 2020, S. 246–247). Zusammengesetzt ist Plastik aus mehrerer solcher Polymere (Koenders et al., 2020, S. 245).

Es gibt drei unterschiedliche Syntheseverfahren, in welchen Monomere zu Polymeren verknüpft werden (Abbildung 1). Das erste Verfahren, die Polymerisation, verknüpft reaktionsfähige Monomere zu Makromolekülen ohne die Abspaltung von Nebenprodukten. Bei der Polykondensation, die das zweite Verfahren darstellt, werden verschieden- oder

gleichartige Monomere verknüpft. Dies geschieht beispielsweise unter der Abspaltung von Wasser oder eines anderen niedermolekularen Stoffes. Im Dritten Verfahren, der Polyaddition, werden verschiedene Monomere zu Makromolekülen verknüpft. Dabei findet keine Abspaltung von Nebenprodukten statt (Koenders et al., 2020, S. 246–247).

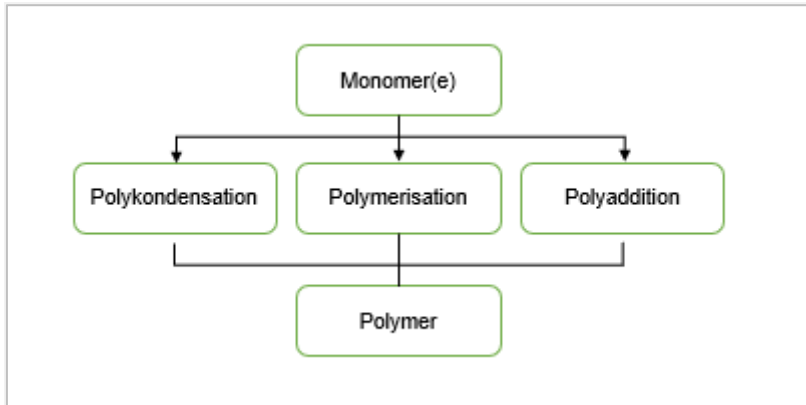


Abbildung 1: Herstellung von Polymeren aus Monomeren (Quelle: In Anlehnung an Weißbach & Dahms, 2010, S. 245)

Die physikalischen Eigenschaften von Plastik hängen von den Aufbauformen ihrer Makromoleküle ab. Aus diesen können unterschiedliche Gestalten und Größen von Kunststoffen hervorgehen. Außerdem kann durch die gegenseitige Zuordnung der Makromoleküle das Plastikverhalten bestimmt werden. Die Aufbauformen sind somit maßgebend für die mechanischen Eigenschaften. Zu diesen Eigenschaften zählen die Härte, Steifigkeit und die Festigkeit des Plastiks. Zudem wirken sie sich auf ihr mechanisch-thermisches Verhalten aus. Es ergeben sich somit deutliche Unterschiede in den Verhaltensweisen von Kunststoffen, durch die eine Abgrenzung nach bestimmten Verarbeitungs- und Anwendungsbereichen gegeben wird (Krüger, 2018, S. 423). Es werden drei verschiedene Hauptgruppen unterschieden, diese sind Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere (Koenders et al., 2020, S. 253) (Tabelle 1).




Bei Thermoplasten liegen die Makromoleküle linear oder verzweigt und sind nicht vernetzt (Krüger, 2018, S. 423). Sie haben die Eigenschaft, dass sie nach Erwärmung wiederholt, plastisch schmelzbar und formbar sind und geschweißt werden können. Zu thermoplastischen Kunststoffen zählen: Polystyrol (PS), Polyvinylchlorid (PVC), Polyethylen (PE), Polypropylen (PP), Polyamid (PA), Polymethacrylate (PMMA) und Polycarbonat (PC) (Krüger, 2018, S. 429–438). Wie Abschnitt 2.1.2 entnommen werden kann, stellen Thermoplasten den größten Anteil der weltweiten Plastikproduktion dar.

Die Makromoleküle der Duroplaste sind räumlich eng vernetzt. Aus diesen engen Verknüpfungen ergibt sich eine hohe Härte, Steifigkeit und Festigkeit, wodurch ihre Beweglichkeit stark eingeschränkt ist. Bei Erwärmung kommt es zu keiner merklichen Erweichung, sie

sind nicht schmelzbar und nicht schweißbar (Krüger, 2018, S. 427). Zu Duroplasten zählen die Plastiktypen: Phenoplaste (PF), Aminoplaste und Glasfaserverstärkte Duroplaste (Krüger, 2018, S. 440–442).

Die Makromolekülketten der Elastomere sind chemisch und weitmaschig miteinander verbunden. Aus dieser weitmaschigen Vernetzung ergibt sich ihre Haupteigenschaft, eine große elastische Dehnbarkeit (Krüger, 2018, S. 426–427). Die Vernetzungsdichte hat einen bedeutenden Einfluss auf die Eigenschaften von Elastomeren, wie u.a. Härte, Dehnbarkeit und Wärmefortbeständigkeit. Elastomere werden üblicherweise als Gummi oder Hartgummi für Schläuche, Dichtungen und Dämpfungselemente, in der Autoindustrie, verwendet. Elastomere sind wie auch Duroplaste, nicht schmelzbar (Krüger, 2018, S. 439–440) .

Tabelle 1: Aufbau und Anwendung Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere (Quelle: In Anlehnung an Krüger, 2018, S. 423–442; Weißbach et al., 2010, S. 240)

Thermoplaste	Duroplaste	Elastomere
		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Linear oder verzweigt ▪ Nicht vernetzt ▪ Schmelzbar & schweißbar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eng vernetzt ▪ Nicht schmelzbar & nicht schweißbar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Weitmaschig miteinander verbunden ▪ Nicht schmelzbar
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anwendung: PS, PVC, PE, PP, PA, PMMA & PC 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anwendung: PF, Aminoplaste & Glasfaserverstärkte Duroplaste 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anwendung: Gummi, Hartgummi

Um alltagstaugliches Plastik herzustellen, enthält es neben Polymeren sogenannte Additive (Zusatzstoffe). Diese modifizieren die Gebrauchs- und Verarbeitungseigenschaften der Polymere, wie u.a. die Farbe, Elastizität und UV-Stabilität (Felixberger, 2017, S. 557). Den Vorgang des Verblendens von Polymeren mit Additiven, hinzu gebrauchsfertigem Plastik, wird Compoundieren genannt (Felixberger, 2017, S. 598). Zu Plastikadditiven zählen u.a. Weichmacher, Flammschutzmittel, Füllstoffe und UV-Stabilisatoren (Felixberger, 2017, S. 558). Im Durchschnitt enthalten Polymere nach Masse, 93 Prozent Polymerharz und 7 Prozent Additive (Geyer et al., 2017, S. 1). Im Folgenden werden die Additive Weichmacher, Flammschutzmittel und Stabilisatoren genauer erläutert.

Um aus starrem Polymer flexibles und weiches Plastik herzustellen, werden Weichmacher verwendet. Indem sich die Weichmachermoleküle zwischen die Molekülketten drücken,

wirken sie als inneres Schmiermittel. Hierdurch können die Polymerketten leichter aneinander vorbeigleiten. Weichmacher sind geruchlose, farblose Flüssigkeiten, die keine chemische Verbindung mit Polymerketten eingehen. Im Laufe der Zeit können sie an die Plastikoberfläche wandern, dies wird als Foggung bezeichnet (Felixberger, 2017, S. 599–600). Wenn Weichmacher aufgrund des Foggings in die Umwelt, ins Wasser oder in den Verdauungsorganen der Menschen und Tieren freigesetzt werden, können sie eine potenzielle Gefährdung darstellen (Fath, 2019a, S. 146–147). Die sogenannten Phthalate zählen zu den kommerziell wichtigsten Weichmachern. Als weitere Weichmacher sind Diethylhexylphthalat (DEHP) (Felixberger, 2017, S. 600) und Bisphenol A (BPA) zu nennen. Dieser wird u.a. für Lebensmittelbehältnisse, Babyflaschen, Netzstecker und Karosseriegrundierungen genutzt (Schechter, Malik, Haffner, Smith, Harris, Paepke et al., 2010, S. 9425). In den Müllverbrennungsanlagen können sich bei der Erhitzung von Plastik brennbare, hochgiftige Verbindungen (Dioxine) bilden, die sich entzünden können. Um dem entgegenzuwirken und eine Weiterverbrennung des Plastiks zu verhindern, werden ihnen Flammenschutzmittel zugesetzt. Beispiele für Flammenschutzmittel sind Aluminiumhydroxid (Felixberger, 2017, S. 600–601) und Polybromierte Diphenylether (PBDE). Letztgenannte finden Verwendung in Textilien, Autoteilen und Kabelisolierungen (Monneret, 2017, S. 404). Stabilisatoren schützen vor Temperatureinwirkungen, Sauerstoff und UV-Strahlen. Es wird zwischen, UV-Stabilisatoren, Wärmestabilisatoren und Antioxidantien unterschieden. UV-Stabilisatoren fangen den UV-Anteil des Sonnenlichts ein und wandeln ihn in unschädliche Strahlung um. Dadurch wird verhindert, dass das Plastik verspröden oder intransparent wird. Wärmestabilisatoren verleihen eine für die Verarbeitung erforderliche Temperaturstabilität. Antioxidantien verbessern bei höheren Temperaturen sowohl die Verarbeitungseffizienz als auch die Lebensdauer von Plastik (Felixberger, 2017, S. 598). Als Stabilisatoren werden u.a. Hydroxybenzophenone und Bleistearat genutzt (Felixberger, 2017, S. 598–599).

2.1.2 Einteilung von Plastiktypen

Das alltagstaugliche Plastik, welches Additive enthält, kann in unterschiedliche Plastiktypen unterteilt werden. Im Jahr 2017 gibt es acht Plastiktypen, die inklusive der Additive, 96 Prozent der weltweiten Plastikproduktion darstellen. Dazu zählen Polyethylene mit hoher Dichte (HDPE), niedriger Dichte (LDPE) und linearer niedriger Dichte (LLDPE). Sowie Polypropylen (PP), Polystyrol (PS), Polyvinylchlorid (PVC), Polyethylenterephthalat (PET), Polyurethane (PUR) ebenfalls Polyester, Polyamid und Acryl (PP&A) (Geyer, 2020, S. 16). Tabelle 2 können die weltweiten Anteile der im Jahr 2017 produzierten Plastiktypen entnommen werden.

Tabelle 2: Anteil der im Jahr 2017 produzierten Plastiktypen in Prozent (Quelle: Eigene Darstellung, Geyer, 2020, S. 16)

Plastiktyp	Anteil in %
Polyethylen mit niedriger Dichte (LDPE) und Polyethylen mit linearer niedriger Dichte (LLDPE)	16
Polyethylen mit hoher Dichte (HDPE)	13
Polypropylen (PP)	17
Polyvinylchlorid (PVC)	9
Polystyrol (PS)	6
Polyethylenterephthalat (PET)	8
Polyurethane (PUR)	7
Polyester, Polyamid und Acryl (PP&A)	14
Andere	4
Additive	6

Plastik wird in verschiedenen Bereich eingesetzt. Im Jahr 2017 stellen Verpackungen den größten Verwendungsbereich dar (42%), die überwiegend aus PE (HDPE, LDPE LLDPE), PET und PP bestehen. Der zweitgrößten Bereich ist das Baugewerbe (16%) gefolgt von Textilien (14%) (Geyer, 2020, S. 18). Die jeweiligen Plastiktypen sowie deren Anwendungsbereiche können Tabelle 3 entnommen werden.

Tabelle 3: Plastiktypen und Anwendungsbereiche (Quelle: Eigene Darstellung, PlasticsEurope, 2020, S. 26)

Plastiktyp	Anwendung
Polyethylene mit hoher Dichte (HDPE)	Spielzeuge, Milchflaschen, Shampoo-Flaschen, Rohre, Haushaltswaren
Polyethylene mit niedriger (LDPE) und linear niedriger Dichte (LLDPE)	Lebensmittelverpackungen, Folien, Behälter, Wiederverwendbare Taschen
Polypropylen (PP)	Lebensmittelverpackungen, mikrowellengeeignete Behälter, Rohre, Geldscheine
Polyvinylchlorid (PVC)	Rohre, Fensterrahmen, Bodenbeläge, Kabelisolierungen, Gartenschläuche
Polystyrol (PS)	Lebensmittelverpackungen, Gebäudeisolierung, Brillengestelle, elektrische und elektronische Geräte
Polyethylenterephthalat (PET)	Flaschen für Wasser, Säfte Erfrischungsgetränke und Reinigungsmittel
Polyurethane (PUR)	Isolierschaum für Kühlschränke, Kissen und Matratzen, Gebäudedämmung

Plastik und Plastik-Partikel kommen bezogen auf ihren Durchmesser in verschiedenen Größen vor. Es wird unterschieden zwischen Makro-, Meso-, Mikro-, und Nanoplastik. Bislang existiert jedoch noch keine einheitliche Größendefinition für Mikroplastik (Fath, 2019b, S. 8–9). In dieser Arbeit werden in Anlehnung an die Größeneinteilung von Lippiatt et al. (2013) Plastikpartikel die größer als 25mm sind als Makroplastik, Partikel die 25 bis 5mm groß sind als Mesoplastik, Partikel die 5 bis 1mm groß sind als Mikroplastik und Partikel die 1µm und kleiner sind als Nanoplastik, bezeichnet (Lippiatt, Opfer & Arthur, 2013, S. 5–16) (Abbildung 4).

Tabelle 4: Größeneinteilung von Plastik (Quelle: Eigene Darstellung, Lippiatt et al., 2013, S. 5–16)

Bezeichnung	Größe
Makroplastik	> 25 mm
Mesoplastik	5 mm - 25 mm
Mikroplastik	5 mm – 1 µm
Nanoplastik	≤ 1 µm

Zudem kommt Mikroplastik in vielen verschiedenen Formen vor, u.a. als Bruchstücke, Fasern, Folien, Schäume, Pellets (Waldschläger, 2019, S. 9) Granulat und Flocken (EFSA, 2016, S. 6).

2.1.3 Einteilung und Entstehung von Mikroplastik

Mikroplastik kann je nach der Art seiner Entstehung in primäres oder sekundäres Mikroplastik eingeteilt werden.

Primäres Mikroplastik wird gezielt von der Industrie hergestellt. Dazu zählen u.a. Präproduktionspellets (Granulat), die für einen großen Teil der Plastikindustrie das Ausgangsmaterial darstellen. Das Granulat wird folgend zu den Herstellern transportiert, diese schmelzen es ein und verarbeiten es zu verschiedenen Plastikprodukten. Ein Teil der Granulate kann während der Nutzung, des Transports, der Verpackung oder der Produktion in die Umwelt gelangen. Weitere Anwendungsgebiete für Plastikgranulate, die für eine Vielzahl an Zwecken verwendet werden, sind Reinigungsprodukte, Kosmetikprodukte oder Sandstrahlmittel. Insbesondere im häuslichen Gebrauch, werden Produkte, die primäres Mikroplastik enthalten sofort nach der Verwendung entsorgt. Das Mikroplastik, welches in Kosmetikprodukten enthalten ist, wird in die Abwassersysteme geleitet, wo es potenziell schädigend wirkt (Welden et al., 2020, S. 226). Zum primärem Mikroplastik zählen außerdem

Mikrofasern aus der Kleidung. Diese können sich beim Waschen aus den Textilien lösen und gelangen ebenso ins Abwasser (Fath, 2019b, S. 11).

Sekundäres Mikroplastik kann aus einer Vielzahl verschiedener Quellen stammen. Diese Quellen können sowohl aquatisch als auch terrestrisch sein. Die Entstehung von sekundärem Mikroplastik kann durch zwei verschiedene Arten erfolgen. Einerseits, durch die Fragmentierung während der Nutzung und andererseits durch die Fragmentierung nach der Nutzung. Der Reifenabrieb von Autos (Bertling, Hamann & Bertling, S. 9) und der Verschleiß von Fischereiausrüstungen (Welden & Cowie, 2017, S. 5) sind typische Beispiele für die Fragmentierung während der Nutzung (Welden et al., 2020, S. 227). Durch den Abbau von weggeworfenem oder verlorenem Plastik kann die Fragmentierung nach der Nutzung entstehen. Der Prozess beginnt mit Makroplastik, das durch Abwassersysteme, unsachgemäße Entsorgung von Haushalts- und Industrieabfällen sowie durch das direkte und bewusste Vermüllen, in die Umwelt gelangen kann. Sobald das Makroplastik in die Umwelt eingetragen wird, ist es der UV-Strahlung, dem Wind und Wellen ausgesetzt (Welden et al., 2020, S. 227). Der Zersetzungsprozess von Makroplastik zu Mikroplastik wird im folgenden Absatz näher erläutert.

Makroplastik kann über unterschiedliche Eintrittswege in die Umwelt gelangen, diese werden in Absatz 2.1.4 näher erläutert (Lechthaler, 2020, S. 10). Folgend beginnt der Abbau von Makroplastik zu Mikroplastik bis hin zu Nanoplastik. Dieser Abbau kann in drei unterschiedliche Zersetzungsprozesse unterteilt werden. Die physikalische, die chemische und die biologische Zersetzung (Fath, 2019a, S. 20–21) (Abbildung 2).

Der physikalische Zersetzungsprozess wird in die thermische und mechanische Zersetzung unterteilt. Zur thermischen Zersetzung zählt beispielsweise ein Großbrand, hier wirken hohen Temperaturen ein und es findet eine Verbrennung statt. Der dabei entstehende Rauch der Brandwolke enthält Plastikpartikel, die in die Atmosphäre abgegeben werden. Zudem ist nicht auszuschließen, dass sich Mikroplastikpartikel an die Rußteilchen haften und somit in die Luft gelangen. Die mechanische Zersetzung erfolgt durch Gesteine und Sand, die über das Plastik schmirgeln oder umgekehrt. Diese werden durch die Gezeiten, Wellenbewegungen im Meer oder durch starke Strömungen in Flüssen in Bewegung gebracht. Durch diese Bewegung wird von Makroplastik Mikroplastik abgerieben (Fath, 2019a, S. 21).

Der chemische Zersetzungsprozess wird unterteilt in: UV-Strahlung (Photochemie), die Sauerstoffeinwirkung (Oxidation) oder die Reaktion mit Wasser (Hydrolyse). Der Sauerstoff greift das Plastik als Diradikal (Sauerstoff mit zwei ungepaarten Elektronen) an, folgend bricht die energiereiche UV-Strahlung die kovalenten Bindungen, so dass Polyester, Polyamide oder Polyether in Abhängigkeit ihres pH-Wertes in kürzere Fragmente hydrolysiert

werden können. Die Folge der Reaktionen ist eine Versprödung der Polymere. Das Plastik wird brüchig und zerfällt in immer kleinere Teile, dieser Prozess wird zusätzlich durch mechanische Einwirkung unterstützt (Fath, 2019a, S. 21).

Bei einer bakteriellen Zersetzung treten anstelle der UV-Strahlung, des Sauerstoffs und des Wassers, Bakterien. Die Zersetzung kann sowohl unkontrolliert in der Umwelt als auch kontrolliert zur Reduktion von Plastikabfällen erfolgen (Fath, 2019a, S. 21).

Der Abbau in der Umwelt setzt sich immer weiter fort, verlangsamt sich jedoch, wenn das Plastik nicht mehr den oben genannten Einwirkungen ausgesetzt ist, beispielsweise durch Lichtreduzierung in der Tiefsee (Welden et al., 2020, S. 227).

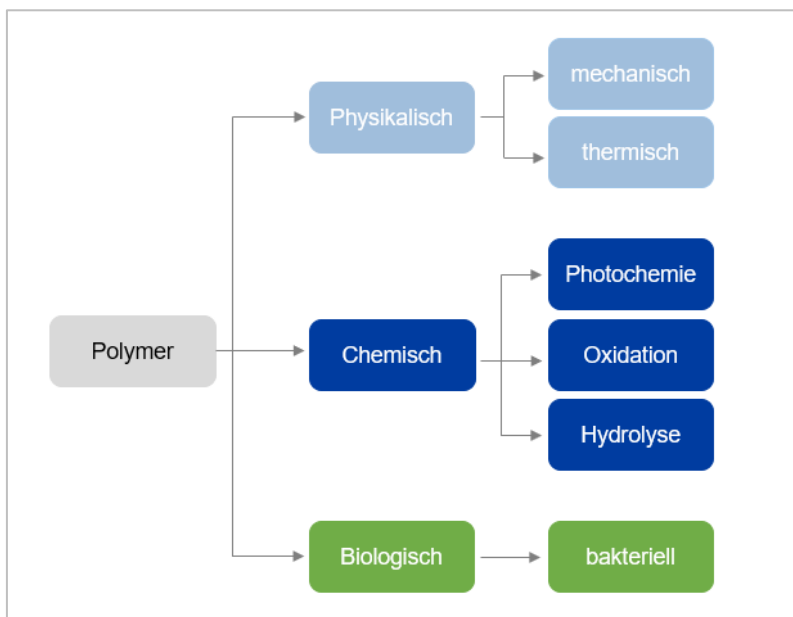


Abbildung 2: Zersetzungsprozesse von Makroplastik zu Mikroplastik (Quelle: In Anlehnung an, Fath, 2019a, S. 21)

Unter dem am häufigsten verwendeten Plastiktypen, die in Abschnitt 2.1.2 genannt werden, ist keiner biologisch abbaubar (Geyer et al., 2017, S. 1). Sie werden durch die beschriebenen Prozesse jedoch kontinuierlich kleiner (UBA, 2017).

Thermoplaste, zersetzen sich aufgrund ihrer schwachen physikalischen Bindung durch äußere Einflüsse am schnellsten. Zudem können sich Additive, die nicht chemisch an das Plastik gebunden sind, beim Zersetzungsprozess vom Plastik trennen bzw. auslaugen und somit an die Umgebung abgegeben werden (Fath, 2019a, S. 24). Allgemein betrachtet, gibt es nur wenige Möglichkeiten, Plastik dauerhaft zu beseitigen. Zu diesen zählt die Verbrennung und die thermische Spaltung des Plastiks (Geyer et al., 2017, S. 1).

2.1.4 Eintrittswege von Makro- und Mikroplastik in die Umwelt

Im Folgenden werden die Quellen und Eintragspfade von Makro- und Mikroplastik in die aquatische und terrestrische Umwelt sowie in die Luft erläutert.

Makroplastik gelangt in der Regel direkt durch einen falschen Umgang mit Plastikmüll in die Umwelt (Hurley, Horton, Lusher & Nizzetto, 2020, S. 166). 73,4 Prozent des gesamten Makroplastiks in der Umwelt ist auf diesen falschen Umgang mit Plastikmüll zurückzuführen (Ryberg, Laurent & Hauschild, 2018, S. 52). Dazu zählt einerseits das Missmanagement durch die Ausbreitung des Mülls von Deponien, andererseits das Littering (Hurley et al., 2020, S. 166). Unter Littering wird das achtlose Entsorgen von Abfällen im öffentlichen Raum und somit der Umwelt verstanden (UBA, 2020). Kleinere Plastikpartikel wie Mikroplastik stammen dagegen aus einer Vielzahl von Quellen (Hurley et al., 2020, S. 166).

Es gibt eine Vielzahl verschiedener Quellen, durch die Mikroplastik in die aquatische Umwelt gelangen kann. Dazu zählt u.a. Mikroplastik aus Kosmetika und Kleidung sowie von Mülldeponien, Fahrzeugreifenabrieb, Sport- und Spielplätzen, Baustoffen, Schiffsverkehr und von Littering stammendes Mikroplastik. Die Haupteintragspfade, durch die das Mikroplastik von den Quellen in die aquatische Umwelt gelangt, sind Windverwehungen sowie der Oberflächenabfluss. Zudem können als weitere Eintragspfade Klärschlamm und Kläranlagen genannt werden (Waldschläger, 2019, S. 15–21). Eine Studie von Edo et al. (2020) zeigt, dass Kläranlagen etwa 94 Prozent des Mikroplastiks zurückhalten. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die restlichen 6 Prozent in die Umwelt eingetragen werden (Edo, González-Pleiter, Leganés, Fernández-Piñas & Rosal, 2020, S. 9). Weltweit gesehen, gelangen etwa 80 Prozent des Abwassers ohne Aufbereitung oder Reinigung in das Ökosystem zurück (United Nations, o.J.).

In der terrestrischen Umwelt findet sich, aufgrund einer Vielzahl von menschlichen Einflüssen, ein breites Spektrum an Mikroplastik. Allerdings hat nur eine begrenzte Anzahl von Studien die Häufigkeit von Mikroplastik an Land untersucht. Terrestrische Ökosysteme werden momentan viel mehr als Quellen und Verteilungspfade von Mikroplastik in die marine oder aquatische Umwelt gesehen (Karbalaei, Hanachi, Walker & Cole, 2018, S. 36047). Bekannte Quellen, über die Mikroplastik in die terrestrische Umwelt gelangt sind Littering, Müllverwehungen von Deponien, Abwasserbedingter Abfall (Klärschlamm) sowie durch die Industrie (Lambert, Sinclair & Boxall, 2014, o.S.) und Landwirtschaftsmethoden wie das Abdecken von Feldern mit Plastikfolien (Welden, 2020, S. 202).

Die bedeutendsten Quellen für Mikroplastik, das in die Luft gelangt, sind synthetische Textilien, Stadtstaub sowie die Abrasion und Erosion von synthetischen Gummireifen von Fahrzeugen (Boucher & Friot, 2017, S. 21). Weiter Quellen können Haushaltsstaub (Rudel, Camann, Spengler, Korn & Brody, 2003, S. 4548), atmosphärischer Niederschlag (Dris, Gasperi, Rocher, Saad, Renault & Tassin, 2015, S. 6), Mülldeponien, die Müllverbrennung (Dris, Gasperi, Saad, Miranda & Tassin, 2016, S. 293), industrielle Emissionen, die Aufwirbelung von Partikeln sowie menschengemachte Ursachen wie Gebäude und städtische Infrastrukturen (Dris et al., 2015, S. 3) sein. Die Ablagerung, Verbreitung und Konzentration des Mikroplastik wird u.a. durch die Faktoren Wind, Niederschlag, Bevölkerungsdichte menschliche Aktivitäten und die lokale Umgebung beeinflusst (Chen, Feng & Wang, 2020, S. 12). Somit kann luftgetragenes Mikroplastik wiederum eine Quelle für Auswirkungen auf die aquatische (Dris et al., 2015, S. 3) und terrestrische Umwelt (Dris et al., 2016, S. 293) sein.

2.2 Menschliche Gesundheit

Menschen ist nur wenig so wichtig wie ihre eigene Gesundheit. Die Chance auf ein längeres Leben, gute soziale Beziehungen, Bildung und einen Arbeitsplatz werden durch sie vergrößert. Die übliche Messgröße für Gesundheit ist die Lebenserwartung. In den 38 Mitgliedstaaten der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD), werden die Mehrzahl aller Behinderungen und Todesfälle durch chronische, nicht übertragbare Krankheiten verursacht. Darunter Krebs, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Diabetes, die wie in Abschnitt 2.3.2 beschrieben, u.a. durch die Auswirkungen von Plastik hervorgerufen werden könnten (OECD, 2021). Dies zeigt auf, welche bedeutende Rolle Gesundheit für die Menschen einnimmt. Die *World Health Organisation* definiert Gesundheit als: „*ein Zustand vollständigen körperlichen, seelischen und sozialen Wohlbefindens und nicht nur das Freisein von Krankheit oder Gebrechen.*“ (WHO, 2013).

Hierbei handelt es sich eher um eine gesundheitspolitische Deklaration als um ein wissenschaftliches Modell. Sie ist dennoch als wegweisend anzusehen, da Gesundheit positiv definiert wird sowie für Lebensqualität und Wohlbefinden steht (Haring, 2019, S. 30).

Modell der Salutogenese

Es existieren verschiedene Modell der Gesundheit beziehungsweise des Gesundheitsverhaltens. Eines der wegweisendsten Modelle ist die so genannte Salutogenese, die von Aaron Antonovsky eingeführt wurde.

Er beschreibt die Salutogenese als einen Prozess, in welchem es im Tagesverlauf sowie im Leben stetig zu Veränderungen kommen kann. Genauer betrachtet handelt es sich dabei

um ein Gesundheitskontinuum, dieses reicht von völliger Gesundheit bis zu völliger Krankheit. Unter Berücksichtigung der aktuellen Lebenslage sowie des gesundheitlichen Befindens können sich Menschen somit, je nach ihrer subjektiven Wahrnehmung, auf dem Kontinuum einordnen (Antonovsky 1997 nach Haring, 2019, S. 30).

Das Modell besteht aus vier zentralen Einflussgrößen, diese sind: Stressoren, Bewältigung, Widerstandsressourcen und Kohärenzgefühl. Stressoren können subjektiv als belastend oder nicht belastend erlebt werden. Wenn Stressoren von einem Individuum als Distress (negativer Stress) empfunden werden, werden zur Bewältigung der Situation alle verfügbaren Ressourcen und Kompetenzen aktiviert. Je mehr Ressourcen und Bewältigungsstrategien zur Verfügung stehen, desto besser kann der Distress ausbalanciert und bewältigt werden. Das Ergebnis der Bewältigungshandlungen wird gespeichert und kann somit zukünftige Bewältigungsstrategien modulieren (Haring, 2019, S. 30). Des Weiteren können Widerstandsressourcen Einfluss auf das Erleben und die Wahrnehmung von Stress haben. Es werden generalisierte Widerstandsressourcen und generalisierte Widerstandsdefizite unterschieden (Blättner & Waller, 2018, S. 15). Zu diesen zählen körperliche, genetische, konstitutionelle, sozioökonomische und emotionale Faktoren einer Person oder Gruppe. Der persönliche Optimismus, Bewältigungsstrategien sowie das Selbstwertgefühl und die Selbstwirksamkeitserwartung gehören u.a. zu den wichtigsten personenbezogenen Ressourcen (Haring, 2019, S. 30). Eine weitere entscheidende Komponente stellt das Kohärenzgefühl dar. Damit gemeint ist eine Orientierung, die sich aufgrund vieler Widerstandsressourcen und den damit zusammenhängenden positiven Lebenserfahrungen bildet. Eine daraus resultierende Schlüsselkompetenz der Salutogenese ist die Zuversicht und tiefe Überzeugung von Menschen, dass ihr Leben verstehbar, sinnvoll und zu bewältigen ist. Die drei Schlüsselkompetenzen sind somit die Verstehbarkeit, Bewältigbarkeit und Sinnhaftigkeit. Menschen mit einem hohen Kohärenzgefühl können Stressoren besser bewältigen und die notwendigen Ressourcen auswählen, bei Menschen mit niedrigem Kohärenzgefühl verhält sich dies andersherum (Faltermaier, 2020) (Abbildung 3).

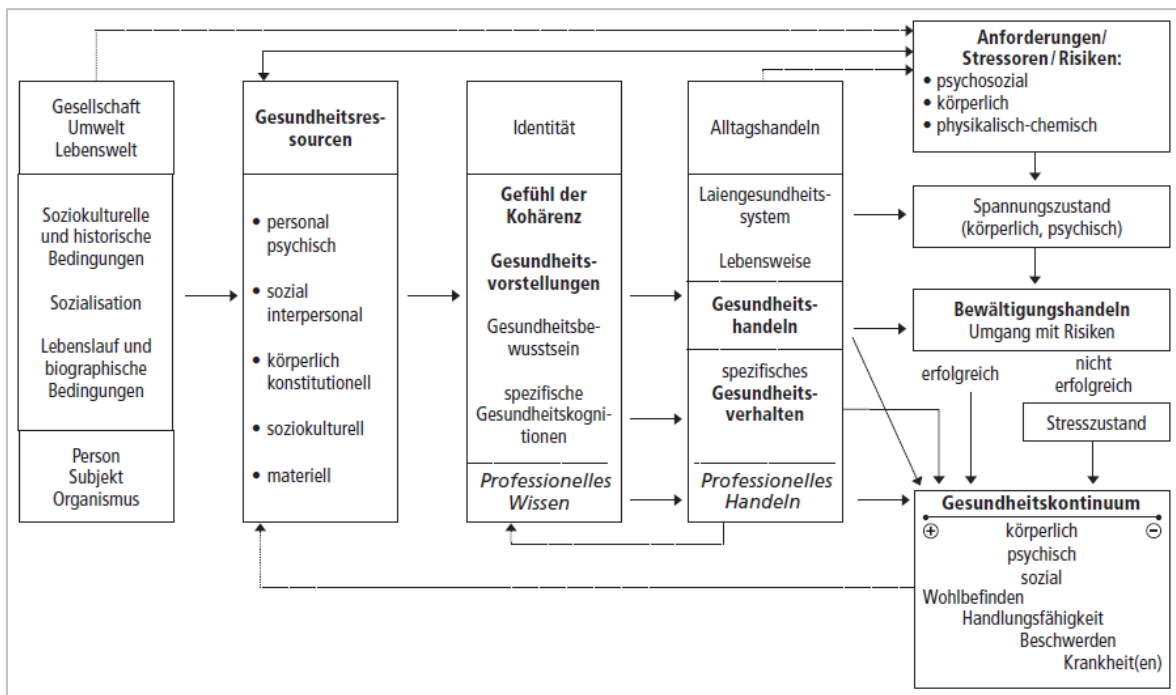


Abbildung 3: Komponenten der Salutogenese (Quelle: Faltermaier, 2017, S. 175)

2.3 Auswirkungen von Plastik

Im ersten Abschnitt dieses Kapitels werden allgemeine Auswirkungen von Mikro- und Nanoplastik, mit Schwerpunkt auf die Umwelt, dargestellt. Im zweiten Abschnitt werden die potenziellen Auswirkungen und die Eintrittswege von Mikro- und Nanoplastik in den menschlichen Körper beschrieben. Folgend werden die daraus resultierenden tatsächlichen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit erläutert.

2.3.1 Allgemeine Auswirkungen von Plastik

In diesem Abschnitt werden die allgemeinen Auswirkungen von Plastik mit dem Schwerpunkt auf die aquatische und terrestrische Umwelt dargestellt. Dabei werden primär die Auswirkungen des Plastikmülls betrachtet. In der aquatischen Umwelt ist Plastik sowohl in den Ozeanen als auch in Flüssen und Seen vorhanden. Im Folgenden Abschnitt wird der Fokus jedoch auf die Auswirkungen auf die Ozeane und Meereslebewesen gelegt.

Auswirkungen auf die Aquatische Umwelt

Die weltweit am häufigsten im Meer nachgewiesene Abfallart ist Plastikmüll. Dieser stellt etwa 61 Prozent des Meeresmülls dar (Litterbase, 2021). Es wird geschätzt, dass jährlich etwa 4,8 bis 12,7 Millionen Tonnen Plastikmüll ins Meer gelangen (NABU, 2021). Es wird angenommen und zitiert, dass 80 Prozent des Mülls im Meer von landbasierten Quellen stammt, jedoch scheint diese Aussage nicht ausreichend fundiert zu sein (Jambeck, Geyer,

Wilcox, Siegler, Perryman, Andrady et al., 2015, S. 768–770). Die restlichen 20 Prozent des Mülls gelangen über die Fischereiindustrie, durch Strandabfälle (Andrady, 2011, S. 1597) sowie durch den Verlust von Plastikgranulat (McDermid & McMullen, 2004, S. 792) in die Meere. Die am häufigsten gefundenen Polymere in der aquatischen Umwelt sind PE, PP und PS. Die am häufigsten gefundenen Partikelarten sind Fragmente, Fasern, Granulate, Folien und Styropor (Duis & Coors, 2016, S. 12).

Etwa 99,8 Prozent des seit 1950 in die Meere gelangten Makroplastik, das sich fortlaufend in Mikro- und Nanoplastik verkleinert hat, hat sich unter der Wasseroberfläche akkumuliert (Koelmans, Kooi, Law & van Sebille, 2017, S. 5). Dieses kann durch Strömungen in so genannte Müllstrudel (Garbage Patches) fließen. Auf der Welt gibt es insgesamt fünf dieser potenziellen Garbage Patches, den Indian Ocean Garbage Patch (Agulhasstrom), North Atlantic Garbage Patch (Nordatlantikwirbel), Great Pacific Garbage Patch (Nordpazifikwirbel), South Atlantic Garbage Patch (Südatlantikwirbel) und den South Pacific Garbage Patch (Südpazifikwirbel) (Waldschläger, 2019, S. 30). Der größte ist der Great Pacific Garbage Patch, dort sammeln sich etwa 80.000 Tonnen Plastikmüll und mit einer Fläche von 1,6 Millionen Quadratkilometern (Lebreton, Slat, Ferrari, Sainte-Rose, Aitken, Marthouse et al., 2018, S. 7) ist dieser etwa 4,5-mal so groß wie Deutschland. Eine Studie von Rios et al. (2010) zeigt, dass Plastikmüll im Great Pacific Garbage Patch Schadstoffe wie u.a. PCB aufnimmt (Rios, Jones, Moore & Narayan, 2010, S. 2229–2232). Diese können, wie folgend in Abschnitt 2.3.2 beschrieben, diverse Erkrankungen verursachen.

Zudem wurde Mikroplastik auch an abgelegeneren Stellen wie im Polareis (Peeken, Primpke, Beyer, Gütermann, Katlein, Krumpfen et al., 2018, S. 2) und in der Tiefsee (Woodall, Sanchez-Vidal, Canals, Paterson, Coppock, Sleight et al., 2014, S. 5) nachgewiesen.

Die Auswirkungen durch Plastik auf die Meereslebewesen sind vielfältig. Eine Studie von Kühn et al. (2015) zeigt, dass es bei insgesamt 557 Meereslebewesen zu Verstrickungen und/oder zum Verschlucken von Plastikrümern kommt. Dazu zählen Seevögel, Meeressäuger, Schildkröten, Seeschlangen, Fische sowie wirbellose Tiere (Kühn, Bravo Rebolledo & van Franeker, 2015, S. 96–97).

Es gibt drei Wege, über welche Meereslebewesen direkt mit Plastikmüll in Kontakt kommen können. Der erste Weg ist die Verstrickung, bei der Meereslebewesen von Müll umgeben werden, darin verstrickt oder davon eingeschlossen sind (Law, 2017, 10.14). Die Folgen für Meereslebewesen, die sich verstrickt haben können Wunden und Infektionen sein. Zudem sind sie unter Umständen nicht mehr in der Lage Feinden zu entkommen, Nahrung zu beschaffen oder sie verhungern oder ertrinken aufgrund von Erschöpfung (Laist, 1997, S. 100–108).

Ein weiterer Weg ist das Verschlucken von Plastikmüll. Dies kann versehentlich, absichtlich oder indirekt (durch das Verschlucken von Tieren, die bereits Plastik geschluckt haben) erfolgen (Law, 2017, 10.14). Meereslebewesen, die Plastik verschluckt haben können durch deren subletale chemische und physikalische Wirkungen beeinträchtigt werden oder direkt versterben (Kühn et al., 2015, S. 92). Eine Studie von Roman et al. (2019) belegt, dass für Seevögel eine 20,4-prozentige Sterbewahrscheinlichkeit besteht, wenn sie nur ein Plastikteil verschlucken. Dies kann u.a. durch eine Blockierung des Darmeingangs erfolgen (Roman, Hardesty, Hindell & Wilcox, 2019, S. 3). Es wird jedoch davon ausgegangen, dass eine direkte tödliche Wirkung durch das Verschlucken weniger häufig und relevant als die indirekten subletalen Effekte sind (Kühn et al., 2015, S. 93).

Der Dritte Weg ist die Interaktion, dieser umfasst den Kontakt mit Trümmern durch Kollisionen, als Abdeckungen oder als Hindernis sowie die Trümmer-Nutzung als Schutz (Law, 2017, 10.14). Bei wirbellosen Tieren können die Folgen dieser Interaktionen Gewebeabbau und -schäden sein (Law, 2017, 10.16).

Schätzungen zufolge werden von den vier am häufigsten genutzten Plastiktypen (PE, PS, PET, PVC) jährlich etwa 34,2 bis 917 Tonnen Additive ins Meer freigesetzt (Suhrhoff & Scholz-Böttcher, 2016, S. 92). Diese wurden in Muscheln (Moon, Kannan, Lee & Choi, 2007, S. 246), Fischen (Peng, Huang, Weng & Yak, 2007, S. 1994–1995) und Pottwalen (Boer, Wester, Klamer, Lewis W. E. & Boon, S. 28) nachgewiesen. Sie können u.a. zu Veränderungen der Schilddrüsenhormone und Störungen der neuro-behavioralen Entwicklung führen sowie embryonale Fehlbildungen verursachen (Damerud, 2003, S. 843–846). Wie folgend in Abschnitt 2.3.2 beschrieben wird, können diese an ihre Umgebung abgegeben werden sowie Schadstoffe absorbieren und somit negative Auswirkungen auf die menschliche sowie tierische Gesundheit haben. Zudem wird die Anlagerung von persistente organische Schadstoffen in Plastik erläutert. Sie können bei marinen Lebewesen wichtige physiologische Prozesse stören und Krankheiten verursachen. Es ist somit zu bedenken, dass marine Lebewesen nur selten einer einzelnen Chemikalie ausgesetzt sind. Viel mehr kann das Zusammenwirken mehrerer Chemikalien zu synergistischen Effekten führen. Demzufolge sollten die Auswirkungen von Plastik und Plastikmüll ganzheitlich betrachtet werden, so dass die komplexe Mischung von Chemikalien berücksichtigt wird, die in der aquatischen Umwelt vorkommt und mit ihr interagiert (Rochman, 2015, S. 132–133).

Auswirkungen auf die Terrestrische Umwelt

In die terrestrische Umwelt gelangt, im Vergleich zur aquatischen Umwelt, schätzungsweise die 4- bis 23-fache Menge an Plastikmüll (Horton, Walton, Spurgeon, Lahive & Svendsen, 2017, S. 134). Trotz der weiten Verbreitung von Plastik in der terrestrischen Umwelt, ist nur wenig über die Auswirkungen auf das Ökosystem bekannt (Hurley et al., 2020, S. 175).

In den Landböden kann es zu biophysikalischen Veränderungen kommen. Souza Machado et al. (2018) wiesen nach, dass die Mikro- und Nanoplastik-Konzentration im Boden einen negativen Einfluss auf die mikrobielle Aktivität hat. In einem Zeitraum von fünf Wochen sank die mikrobielle Bodenaktivität ab (Souza Machado, Lau, Till, Kloas, Lehmann, Becker et al., 2018, S. 9658–9662). Zudem bildeten sich im Boden Kanäle, durch die das Wasser sich immer weiter verteilen konnte. Dies führte zu einer erhöhten Verdunstungsrate des Wassers im Boden, außerdem kam es zu Rissbildung und Austrocknung an der Bodenoberfläche (Wan, Wu, Xue & Hui, 2019, S. 578–580). In Bodenproben von Feldern können bis zu 15 Jahre nachdem Klärschlamm-Produkte aufgetragen wurden, Fasern aus diesen nachgewiesen werden. Dabei behalten die Fasern in ähnlicher Weise ihre Eigenschaften (Zubris & Richards, 2005, S. 210). Auch in Pflanzen können negative Auswirkungen beobachtet werden. In Weizen führt Mikro- und Nanoplastik zu einer verringerten Saatgut-Keimung sowie zu einer Abnahme des Wurzelwachstums (Bosker, Bouwman, Brun, Behrens & Vijver, 2019, S. 776).

Die Auswirkung von Makroplastik auf terrestrische Lebewesen wurde in einer Studie von Townsend et al. (2014) untersucht. Dabei wurden die Nester von Amerikanerkrähen in städtischen und ländlichen Umgebungen beobachtet. In 85,2 Prozent der Nester wurden Plastikmaterialien gefunden. Diese bestanden überwiegend (77%) aus synthetischen Schnüren, Seilen und Zwirn. Zudem sind 5,6 Prozent der Nestlinge in Plastikmaterialien verfangen (Townsend & Barker, 2014, S. 3).

In der terrestrischen Umwelt konnte, wie auch in der aquatischen Umwelt, das Verschlucken von Mikroplastik und Mesoplastik bei Vögeln nachgewiesen werden. Eine Studie von Zhao et al. (2016) untersuchte den Mageninhalt von 17 Vögeln. Den größten Anteil des gefundenen Mülls im Mageninhalt stellten Plastikfasern (54,9%) dar. Zudem konnten auch Plastikfragmente (7,7%) nachgewiesen werden (Zhao, Zhu & Li, 2016, S. 1113).

Über die weitere Wirkung von Plastik auf terrestrische Lebewesen ist nur sehr wenig bekannt. Ergebnisse könnten sich u.a. aus Studien mit Seevögeln ableiten lassen (Hurley et al., 2020, S. 175).

Studien zeigen auf, dass Plastik neben den dargestellten Auswirkungen, zudem klimatische (CIEL, 2019) sowie aus den gesundheitlichen und ökologischen Auswirkungen resultierende wirtschaftliche und soziale Folgen (European Commission, 2011) verursachen kann.

2.3.2 Auswirkungen von Mikro- und Nanoplastik auf die menschliche Gesundheit

Potenzielle Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit

Mikro- und Nanoplastik können anhand des Mechanismus, der die schädigende Wirkung vermittelt, unterteilt werden: (1) durch die Partikel an sich, (2) durch Additive welche sich aus den Partikeln lösen und (3) durch Schadstoffe, die an den Partikeln haften (Bouwmeester, Hollman & Peters, 2015, S. 24) (Abbildung 4). Zusätzlich kann die Toxizität von Mikroplastik potenziell von ihrer Größe, Oberflächenladung sowie der Dosis abhängen (Banerjee & Shelver, 2021, S. 7–9), dies wird folgend beispielhaft näher erläutert.

Bezogen auf das Verschlucken von Mikroplastik-Partikeln, können kleine Partikel ($<1.5\mu\text{m}$) Schäden in Organen verursachen, größere Partikel ($>150\mu\text{m}$) haben hingegen u.a. eine lokale Wirkung auf den Darm (EFSA, 2016, S. 4). Des Weiteren kann die Oberflächenladung die Aufnahme, Translokation sowie die Toxizität beeinflussen (Banerjee et al., 2021, S. 8). Der Transport von PS-Partikeln (20nm u. 100 bis 120nm) ist in der Lunge (Ratten-Alveolarepithelzellen) bei positiv geladenen Partikel 20- bis 40-mal höher als bei negativ geladenen Partikeln (Yacobi, Malmstadt, Fazlollahi, DeMaio, Marchelletta, Hamm-Alvarez et al., 2010, S. 607). Eine stärkere Toxizität resultiert aus einer höheren zellulären Aufnahme, die wiederum aus einer höheren Dosis und chronischen Exposition hervorgehen kann (Banerjee et al., 2021, S. 8). In humanen Zelllinien verursachten geringe Dosen von PS-Partikel (20nm) keine Toxizität, jedoch führte eine etwa Vier- bis Zehnfache Dosis zu einer auf 12 Prozent reduzierten Lebensfähigkeit der Zellen (Mrakovcic, Meindl, Roblegg & Fröhlich, 2014, S. 8).

Mikroplastik kann über drei unterschiedliche Eintrittswege in den menschlichen Körper gelangen diese sind: Verschlucken, Einatmen und direkter Hautkontakt (Revel, Châtel & Mouneyrac, 2018, S. 17–18).

Das Verschlucken von Mikroplastik erfolgt über die Nahrungs-, und Flüssigkeitsaufnahme. Dazu zählt u.a. sowohl der Verzehr von Tieren, die Mikroplastik aufgenommen haben, (Bellas, Martínez-Armental, Martínez-Cámara, Besada & Martínez-Gómez, 2016, S. 58) als auch die Aufnahme von Additiven, die aus Plastikverpackungen von Lebensmitteln (Azoulay et al., 2019, S. 7) und Getränken (Mason, Welch & Neratko, 2018, S. 4) austreten. Zudem kann es durch den Verzehr von Obst und Gemüse, welches auf einem mit

Mikroplastik verschmutzten Boden wächst (Ebere, Wirnkor V. A. & Ngozi, 2019, S. 260) sowie durch Zahnpasta (Revel et al., 2018, S. 18) aufgenommen werden.

Eine Studie von Kosuth et al. (2018) belegt das Vorkommen von Plastik in Leitungswasser, Salz und Bier. In 81 Prozent der 159 getesteten Leitungswasser wurden Plastikpartikel nachgewiesen. Diese sind mehrheitlich Fasern (98,3%) (Kosuth, Mason & Wattenberg, 2018, S. 7-8). Zudem wurden in jeweils allen 12 getesteten Bieren und Salzarten Plastikpartikel nachgewiesen, auch diese bestehen überwiegend aus Fasern (ca. 99%) (Kosuth et al., 2018, S. 9-11). Des Weiteren wurde das Vorkommen von Mikroplastik in Meeresfrüchten (Wright & Kelly, 2017, S. 6635) und Honig (Liebezeit & Liebezeit, 2013, S. 2137) belegt. Im Verdauungsprozess trifft Mikroplastik auf die Darmschleimhaut gefolgt von den Epithelien (Zellverbänden), die für das Mikroplastik eine Barriere darstellen. Eine Studie von Walczak et al. (2015) weist jedoch darauf hin, dass PS Nanoplastik potenziell die Darmbarriere überwinden könnte. Dies ist abhängig von ihrer Größe und chemischen Zusammensetzung (Walczak, Kramer, Hendriksen, Tromp, Helsper, van der Zande et al., 2015, S. 461).

Mikro- und Nanoplastik in der Luft kommt über das Einatmen in direkten Kontakt mit den Atemwegen. Diese bestehen aus einer Schleimhaut sowie drei unterschiedlichen Zellarten: den Flimmerzellen, den nicht sekretorischen Flimmerzellen und den Basalzellen (Ganesan, Comstock & Sajjan, 2013, S. 1). Mikroplastik ist sowohl in der Luft von Innenräumen als auch in der Luft im Freien vorhanden (Dris, Gasperi, Mirande, Mandin, Guerrouache, Langlois et al., 2017, S. 456–458). Aufgrund der hohen Dichte von Plastikprodukten ist die Inhalation in städtischen Umgebungen groß. Zudem kann sich das Mikroplastik mit der Zeit absetzen und Staub verunreinigen (Cook & Halden, 2020, S. 522). In Innenräumen ist Mikroplastik für etwa ein Drittel der abgesetzten Staubfasern verantwortlich (33,3%) (Dris et al., 2017, S. 458). Außerdem wurde Mikroplastik in atmosphärischem Niederschlag nachgewiesen, vor allem beim Regnen wird eine höhere Anzahl von Partikeln freigesetzt (Dris et al., 2016, S. 292). Es ist zudem möglich, dass Mikroplastik nach der Einatmung transloziert und potenziell toxische Auswirkungen auf Organe haben kann (Prata, 2018, S. 121).

Die Aufnahme von Plastik-Partikeln durch den direkten Hautkontakt wird vermutet (Campanale, Massarelli, Savino, Locaputo & Uricchio, 2020, S. 17). Da die oberste Hautschicht nur von Plastikpartikeln die kleiner als 100nm sind passiert werden kann, ist die Absorption von Mikroplastik über die Haut unwahrscheinlich. Nanoplastik-Partikel hingegen können in die menschliche Haut eindringen. (Sykes, Dai, Tsoi, Hwang, Chan zitiert nach Revel et al., 2018, S. 18).

Tatsächliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit

Oxidativer Stress: Oxidativer Stress stellt im Organismus ein Fließungleichgewicht zwischen oxidativ wirksamen Molekülen (Oxidantien) und antioxidativ wirkenden Molekülen (Antioxidantien), zugunsten erstgenannter dar. Die Antioxidantien können im Körper durch Moleküle, die Sauerstoff enthalten, nicht ausreichen neutralisiert werden (RKI, 2008, S. 1467–1477). Mikro- und Nanoplastik-Partikel, die mit der zellulären Umgebung interagieren, können Sauerstoff-enhaltenden Moleküle erzeugen. Diese setzen sich wiederum an der Oberfläche der Partikel ab und erzeugen oxidativen Stress (Rubio, Marcos & Hernández, 2020, S. 8). Eine *in-vitro* Zellstudie von Wu et al. (2019) bei welcher Mikroplastik aus PS in menschliche Zelllinien eingesetzt wurde, zeigt milde molekulare Effekte sowie oxidative Zellschäden (Wu, Wu, Liu, Wang & Chen, 2019, S. 337).

Entzündungen und Immunreaktionen: Eine der Hauptwirkungen von Mikro- und Nanoplastik ist die Aktivierung des Immunsystems aufgrund von Entzündungen (Lehner, Weder, Petri-Fink & Rothen-Rutishauser, 2019, S. 1756; Prietl, Meindl, Roblegg, Pieber, Lanzer & Fröhlich, 2014, S. 7–14). Es kann durch den Abrieb und den daraus entstehenden Abriebpartikeln von Plastikprothesenimplantaten zu Entzündungen kommen (Wright et al., 2017, S. 6640). In der Gelenkhöhle und Gelenkkapsel von Patienten mit Plastik-Endoprothesen wurden Abriebpartikel aus PE und PET nachgewiesen. Die Formen dieser Partikel variieren, sie können u.a. körnig oder spießartig sein und lagern sich an Zellen an. Partikel aus PE können sich in angrenzende Gefäße verlagern. Von dort verteilen sie sich über die um das Gefäß liegenden Lymphbahnen. Von PET-Partikel geht jedoch eine größere potenzielle Gefahr aus, als von PE-Partikel. Kleine PET-Partikel (0,5-20µm) lagern sich in der Gelenkhöhle ein, große Partikel (bis zu 100µm) im extrazellulären Gewebe. Infolgedessen kann es zu Veränderungen im umgebenden Gewebe kommen. Diese äußern sich als starke Neigung zu Nekrosen und tatsächliche Nekrosen in der Gelenkhöhle sowie Narbenbildungen in der Gelenkkapsel. Eine große Menge der Partikel kann durch spezialisierte Zellen aufgenommen werden (Phagozytose). Durch die erhöhte Sättigung des Gewebes können jedoch nicht alle Partikel phagozytiert werden. Dies führt dazu, dass sie nicht über das Lymphsystem abtransportiert werden können (Willert, Semlitsch & Peltier, 1996, zitiert nach Wright et al., 2017, S. 6640). Die Immunreaktion sowie die Auswirkungen sind somit von der Zusammensetzung des Plastiks abhängig.

Störung der Energiehomöostase und des Stoffwechsels: Die Energiehomöostase stellt das Gleichgewicht zwischen der Nahrungsaufnahme und dem Energieverbrauch dar. Eine Beeinträchtigung des Energiestoffwechsels durch Mikroplastik bei Mäusen wurde in einer *in-vivo* Studie von Deng et al. (2017) beobachtet. Mikroplastik führt zu einem Energiemangel, dies wiederum führt zu einer erhöhten Nahrungsaufnahme. Eine normale

Nahrungsaufnahme kann somit beeinträchtigt zudem die Nahrungsverdauung gehemmt werden (Deng, Zhang, Lemos & Ren, 2017, S. 8). Mikroplastik könnte ähnliche Auswirkungen auf den menschlichen Körper haben, indem es den Energieverbrauch erhöht, die Nahrungsaufnahme verringern oder den Stoffwechsel verändern kann (Prata, Da Costa, Lopes, Duarte & Rocha-Santos, 2020, S. 11).

Mikroplastik als Überträger von toxischen Chemikalien: Die in Abschnitt 2.1.1 erläuterten Additive sind in der Regel nicht an die Polymermatrix gebunden, haben ein niedriges Molekulargewicht und können in großen Mengen vorhanden sein. Sie sind durch ihre Eigenschaften in der Lage aus dem Plastik, in ihre Umgebung, auszutreten (Lithner, Larsson & Dave, 2011, S. 3322). Einer der wesentlichen Expositionswege für den Menschen ist das Austreten von Additiven in Lebensmittel und Getränke (Revel et al., 2018, S. 20).

Einige Additive können als endokrine Disruptoren bezeichnet werden. Diese ahmen natürliche Hormone wie Androgene, Östrogene und Schilddrüsenhormone ganz oder teilweise nach und können folgend schädliche Wirkungen auf die menschliche und tierische Gesundheit haben (Monneret, 2017, S. 404).

Zu den aus Plastik austretenden und künstlich hergestellten endokrinen Disruptoren zählen u.a. BPA, DEHP sowie Flammschutzmittel (PBDE) (Monneret, 2017, S. 404–405).

DEHP kann zu Tumoren und Entwicklungsstörungen führen sowie die Fortpflanzungsfähigkeit beeinflussen (Degen, 2004, S. 854) und leberschädigend wirken (Felixberger, 2017, S. 600). BPA kann die Ursache für verschiedenste Auswirkungen und Erkrankungen sein. Dazu zählen u.a. selbstberichtete sexuelle Funktionsstörungen (Li, Zhou, Miao, He, Qing, Wu et al., 2010, S. 502–503), geringere Spermienqualität (Li, Zhou, Miao, He, Wang, Ferber et al., 2011, S. 627), Herzkreislauf-Erkrankungen und Diabetes (Lang, Galloway, Scarlett, Henley, Depledge, Wallace et al., 2008, S. 1306).

Zytotoxizität: Zytotoxizität ist die Folge von Entzündungen, oxidativem Stress und der Toxizität von Partikeln (Prata et al., 2020, S. 9). Es wird darunter die Eigenschaft von chemischen Substanzen verstanden, Zellen und Gewebe schädigen zu können. Der Einfluss von Mikro- und Nanoplastik auf die Zellviabilität (Zelllebensfähigkeit) wird in verschiedenen Studien untersucht, wobei sich im allgemeinen milde Effekte zeigen (Rubio et al., 2020, S. 8). Eine Studie von Wu et al. (2019) mit menschlichen Zelllinien zeigt, dass Mikroplastik eine geringe Zytotoxizität sowie eine geringe Veränderung der Membranintegrität (Beschädigung der Zellmembran) erzeugte. Es kann zudem zu einer Schädigung der Mitochondrien kommen, wobei Große Mikroplastik-Partikel (5µm) größere Effekte zeigen als kleinere Mikroplastik-Partikel (0,1µm) (Wu et al., 2019, S. 337)

Anreicherung von Schadstoffen an Mikroplastik: Am Mikroplastik können sich aufgrund ihrer großen Oberfläche (Fath, 2019a, S. 187) zudem Schadstoffe wie die sogenannten persistente organische Schadstoffe (Persistent Organic Pollutants, POP's) anlagern (Lechthaler, 2020, S. 44), die zu einer Klasse von hochgefährlichen chemischen Schadstoffen gehören (Azoulay et al., 2019, S. 31). Zu ihnen zählen u.a. Polychlorierte Biphenylene (PCBs), die von Plastik, während seiner Zirkulation im Meer, aufgenommen werden können (Ogata, Takada, Mizukawa, Hirai, Iwasa, Endo et al., 2009, S. 1438). Sie haben die Eigenschaften über viele Jahre intakt zu bleiben, d.h. sie bauen sich nur sehr langsam ab, sowie in die Nahrungskette zu gelangen und sich somit im menschlichen Organismus anzureichern. Sie können die Ursache für Fortpflanzungsstörungen, Krebs und weitere Erkrankungen sein (Azoulay et al., 2019, S. 31).

Neurotoxizität: Eine *in-vivo* Studie von Deng et al. (2017) an Mäusen stellte fest, dass Mikroplastik potenziell negative Auswirkungen auf die Neurotransmission haben kann. Die Autoren gehen von einem potenziellen Gesundheitsrisiko bei weiteren Säugetieren und somit auch bei Menschen aus (Deng et al., 2017, S. 8).

Abbildung 4 bietet eine Übersicht über die potenziell schädliche Einwirkungen von Plastik und die tatsächlichen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit.

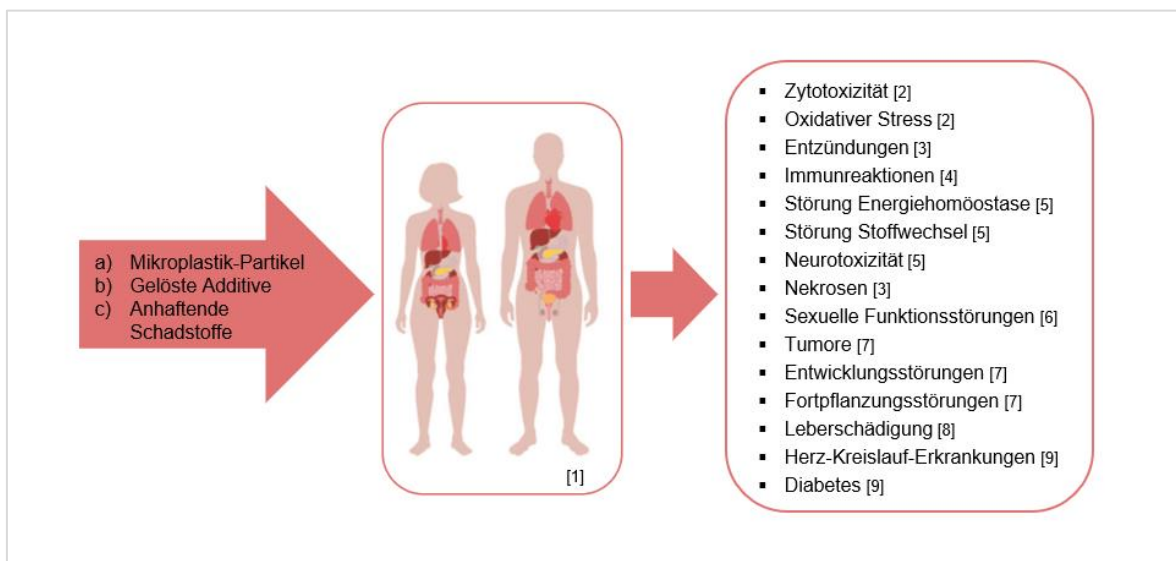


Abbildung 4: Potenziell schädliche und tatsächlichen Auswirkungen von Plastik auf die menschliche Gesundheit (Eigene Darstellung, Quelle: [1] Adobe Stock, 2021, [2] Wu et al., 2019, [3] Wright et al., 2017, [4] Lehner et al., 2019, [5] Deng et al., 2017, [6] Li et al., 2010, [7] Degen, 2004, [8] Felixberger, 2017, [9] Lang et al., 2008)

3. Methodik

Für die vorausgegangene umfangreiche Literaturrecherche wurden primär die Datenbanken *PubMed* und *ScienceDirect* genutzt. Dabei wurde sowohl deutsche als auch englische Literatur verwendet. Im Folgenden wird die Methodik des Fragebogens, der Datenerhebung und der Datenanalyse erläutert.

3.1 Fragebogen

Für die empirische Untersuchung wurde ein modifizierter Fragebogen angewandt. Dafür wurden relevante Fragen aus dem Fragebogen der europaweiten Studie *Assessing the Levels of Awareness among European Citizens about the Direct and Indirect Impacts of Plastics on Human Health* entnommen, auf Deutsch übersetzt und angepasst. Zudem wurden eigenständig neue Fragen entwickelt. Dieser modifizierte Fragebogen war folgend Teil der deutschlandweiten Querschnitts-Studie *COVID-19 und Einwegplastik in deutschen Haushalten: eine Bewertung der Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt*.

Der Fragebogen besteht insgesamt aus 21 Fragen, die in 5 Abschnitte untergliedert sind: (1) Soziodemografie; (2) Einwegplastikabfälle in Haushalten; (3) Einwegplastikverhalten; (4) Plastikabfall und Umwelt; (5) Plastikabfall und Gesundheit. Die für diese Arbeit relevanten Fragen wurden den Abschnitten (1), (4) und (5) entnommen. Deren Inhalte und Thematik kann Abbildung 5 entnommen werden. Eine Gesamtübersicht des Fragebogens bietet Anhang I.

(1) Soziodemografie (Frage 1 bis 3) <ul style="list-style-type: none">• Geschlecht• Altersgruppe• Bildungsabschluss	(5) Plastikabfall und Gesundheit (Frage 16 bis 22) <ul style="list-style-type: none">• Bewusstsein über Auswirkungen• Besorgnis über Auswirkungen• Handlungsergebniserwartung• Persönliche Meinung über Auswirkungen• Plastik-Lebenszyklus und Risiken• Spezifische gesundheitliche Auswirkungen• Maßnahmen für Gesundheit und Umwelt
(4) Plastikabfall und Umwelt (Frage 11) <ul style="list-style-type: none">• Besorgnis über Auswirkungen	

Abbildung 5: Ausgewählte Umfrageabschnitte und deren Inhalte (Quelle: Eigene Darstellung)

Der Entwurf des Fragebogens wurde im Rahmen eines Pre-Test den Mitarbeitern des *Forschungs- und Transferzentrum „Nachhaltigkeit und Klimafolgenmanagement“*, der *Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW Hamburg)* und Partnern des *BIO-PLASTICS-EUROPE* Projekts zugesendet. Nach Abschluss des Pre-Tests und nach Auswertung des Feedbacks wurde der Fragebogen endgültig angepasst.

Um das Bewusstsein für das Thema zu bewerten, konnte der Mehrzahl der Fragen in Abschnitt (5) Plastikabfall und Gesundheit sowie (4) Plastikabfall und Umwelt, anhand einer 5-Punkte-Likert-Skala beantwortet werden. Da es sich vorrangig um zu beantwortende Pflichtfragen handelte, konnte als sechste Antwortmöglichkeit „Keine Antwort“ ausgewählt werden. Dies sollte dem vorzeitigen Beenden der Umfrage und Falschangaben entgegenwirken. Bei Fragen mit Mehrfachantworten wurden vor den Antwortmöglichkeiten darauf hingewiesen.

Für die Darstellung der Ergebnisse werden die Inhalte der Umfrageabschnitte in die fünf folgenden Oberkategorien zusammengefasst:

- Bewusstsein und Besorgnis
- Bewusstsein und Persönliche Einstellung
- Bewusstsein über direkte und indirekte Auswirkungen
- Bewusstsein über Maßnahmen
- Bewusstsein und Soziodemografie

3.2 Datenerhebung

Die Online-Umfrage wurde mit Hilfe der Online Applikation *LimeSurvey* durchgeführt und nach Abschluss des Pre-Tests, am 1. April 2021 veröffentlicht. Folgend wurde der Umfragelink per E-Mail an Studierendenausschüsse und Zeitungen in ganz Deutschland gesendet und im E-Mail-Verteiler der HAW Hamburg sowie auf Social-Media-Kanälen (LinkedIn, Instagram, Facebook) des Projekts *BIO-PLASTICS-EUROPE* geteilt. Diese Mail enthielt ein kurzes Anschreiben mit Informationen über das Forschungsinstitut, das Thema und das Ziel der Umfrage sowie den Link zum Fragebogen an sich. Auf der Startseite des Fragebogens wurde auf die Freiwilligkeit und Anonymität der Umfrage hingewiesen, am Ende wurde ein E-Mail-Kontakt für Rückfragen angegeben (Anhang I). Die Umfrage wurde am Morgen des 3. Juni 2021 geschlossen. Ziel war es, dass mindestens 500 Teilnehmende den Fragebogen beantworten. In Abhängigkeit dieses Ziels, betrug die Gesamtlaufzeit der Befragung 9 Wochen. Folgend wurde der Datensatz als SPSS-Datei vollständig heruntergeladen.

Die Zielgruppe waren in Deutschland lebende, erwachsene Verbraucher, deren persönliche Wahrnehmung in Bezug auf Plastik und die Auswirkungen auf ihre Gesundheit ermittelt und analysiert werden sollte.

3.3 Datenanalyse

In diesem Abschnitt wird auf die statistische Analyse und die dafür verwendeten Testverfahren eingegangen. Diese teilen sich auf in die Univariate-, und Bivariate Analyse. Die Datenanalyse erfolgte mit Hilfe der Software *IBM SPSS Statistics Version 25*. Diagramme und Grafiken wurden auf Grundlage der entnommenen Daten des Fragebogens in *Microsoft Excel* erstellt.

3.3.1 Univariate Analyse

Im ersten Schritt wird die Stichprobe als Ganzes beschrieben, dies beinhaltet die Demografie sowie das Bewusstsein der Befragten in Bezug auf die Auswirkung von Plastik auf ihre Gesundheit. Es handelt sich ausschließlich um Variablen mit nominalem und ordinalem Datenniveau, somit werden die Ergebnisse vorrangig in Form von deskriptiver Statistik dargestellt.

3.3.2 Bivariate Analyse

Im Rahmen der Bivariaten Analyse werden sowohl Zusammenhangstests als auch Unterschiedstest durchgeführt.

Der Zusammenhangstest Pearson-Chi-Quadrat (χ^2) wurde angewandt, um Zusammenhänge zwischen nominalen und ordinalen Variablen zu ermitteln. Im Fall, dass 20 Prozent der Zellen eine Zellhäufigkeit kleiner als 5 aufwiesen, wurde der p-Wert mit Hilfe des Fisher-Exakt-Tests (FET) ermittelt. Zudem wurde aufgrund der Stichprobengröße, bei Testung alters- und bildungsspezifischer Zusammenhänge, die Monte-Carlo-Methode genutzt. Um die Stärke des Zusammenhangs zu ermitteln, wurde zusätzlich der Cramer-V-Wert berechnet (V). Dieser liegt zwischen 0 und 1 ($V=0$ keine Zusammenhang; $V=1$ vollständiger Zusammenhang). Die Rangkorrelation nach Spearman wurde angewandt, um Assoziationen zwischen zwei Teilfragen mit ordinalem Datenniveau zu ermitteln. Bei der Rangkorrelation nach Spearman gibt der Korrelationskoeffizient (r_s) die Effektstärke an. Dieser kann Werte zwischen -1 (perfekte negative Korrelation) bis +1 (perfekte positive Korrelation) annehmen. Sowohl der Pearson-Chi-Quadrat-Test als auch die Rangkorrelation nach Spearman werden zweiseitig durchgeführt und das Signifikanzniveau bei $p = <0,05$ festgelegt. Die Nullhypothese besagt jeweils: Es besteht kein Zusammenhang zwischen den beiden getesteten Variablen.

Die Unterschiedstests Mann-Whitney-U und Kruskal-Wallis werden angewandt, um zu testen, ob die zentralen Tendenzen zweier oder mehrerer unabhängigen Stichproben verschieden sind.

Der Kruskal-Wallis-Test testet, ob sich die zentralen Tendenzen von mehr als zwei unabhängige Stichproben unterscheiden. In Abhängigkeit einer Teilfrage wird somit ermittelt, ob es geschlechts-, alters-, und bildungsspezifische Unterschiede gibt. Um zu differenzieren, zwischen welchen Gruppen ein Unterschied besteht, folgte der Mann-Whitney-U-Test.

Der Mann-Whitney-U-Test testet, ob sich die zentralen Tendenzen zweier unabhängige Stichproben unterscheiden. In Abhängigkeit einer Teilfrage werden somit alters-, und bildungsspezifische Unterschiede ermittelt. Um zudem die Stärke des Unterschieds zu ermitteln, wird zusätzlich der Korrelationskoeffizient (r) errechnet. Dies erfolgte mit Hilfe der entsprechenden Formel und eines Taschenrechners.

Beide Testverfahren werden zweiseitig durchgeführt und das Signifikanzniveau bei $p = <0,05$ festgelegt. Die Nullhypothese beider Unterschieds-Tests besagt: Es gibt keinen Unterschied zwischen den getesteten Variablen.

4. Ergebnisse

In diesem Abschnitt wird zunächst die Stichprobe als Ganzes beschrieben. Folgend wird das Bewusstsein der deutschen Bevölkerung anhand der Oberkategorien, die in Abschnitt 3.1 erläutert wurden, dargestellt. Dies beinhaltet sowohl univariate als auch bivariate Ergebnisse. Ein Übersicht über die relevantesten SPSS-Outputs gibt Anhang II.

4.1 Stichprobenbeschreibung

Insgesamt haben 545 Teilnehmende (TN) an der Umfrage teilgenommen, von diesen brauchen 66 TN die Befragung vor einer vollständigen Beantwortung aller Fragen ab. In die Analyse wurden somit insgesamt 479 Fälle miteinbezogen.

Geschlecht

Die Stichprobe ist in Hinblick auf das Geschlecht unterteilt in 74,3 Prozent ($n = 356$) Frauen, 22,5 Prozent ($n = 108$) Männer und 1 Prozent ($n = 5$) Diverse (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5: Verteilung des Geschlechts (Quelle: Eigene Darstellung)

N	479	100 %
Geschlecht	$n = 469$	97,9 %
Weiblich	356	74,3 %
Männlich	108	22,5 %
Divers	5	1,0 %

Altersgruppen

Die Altersgruppe der 18- bis 30-jährigen ist mit 70,8 Prozent (339 TN) die am stärksten vertretene Gruppe. Gefolgt von den 31- bis 45-jährigen mit 14,8 Prozent (71 TN), den 46- bis 60-jährigen mit 9 Prozent (43 TN) und den über 60-jährigen mit 5,4 Prozent (26 TN) (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Verteilung der Altersgruppen (Quelle: Eigene Darstellung)

N	479	100 %
Alter		
18-30 Jahre	339	70,8 %
31-45 Jahre	71	14,8 %
46-60 Jahre	43	9,0 %
Über 60 Jahre	26	5,4 %

Bildungsgrad

Die vier am häufigsten vertretenen Bildungsgrade sind die allgemeine Hochschulreife (38%), ein abgeschlossenes Bachelorstudium/Zwischendiplom (25,7%), ein abgeschlossenes Masterstudium/Diplom/Staatsexamen (15,9%) und eine abgeschlossene Berufsausbildung (14,8%). Die drei am wenigsten vertretenen Bildungsabschlüsse sind der Hauptschulabschluss (4%), Realschulabschluss/Fachgebundene Hochschulreife (3,1%) und die Promotion oder höherwertig (2,1%). Die Antwortkategorie „Kein Abschluss“ wurde von keiner Person gewählt und wird in die weiteren Analysen nicht miteinbezogen (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7: Verteilung des Bildungsgrades (Quelle: Eigene Darstellung)

N	479	100 %
Bildungsgrad		
Kein Schulabschluss	0	0,0 %
Hauptschulabschluss	2	0,4 %
Realschulabschluss/Fachgebundene Hochschulreife	15	3,1 %
Allgemeine Hochschulreife	182	38,0 %
Abgeschlossene Berufsausbildung	71	14,8 %
Abgeschlossenes Bachelor-Studium/Zwischendiplom	123	25,7 %
Abgeschlossenes Masterstudium/Diplom/Staatsexamen	76	15,9 %
Promotion oder höherwertig	10	2,1 %

4.2 Bewusstsein der deutschen Bevölkerung

In diesem Abschnitt werden nach Oberkategorien und Teilfragen geordnet, sowohl die Häufigkeiten und Zusammenhänge zwischen den Teilfragen als auch die Unterschiede zwischen den Teilfragen und Soziodemografischen Merkmalen erläutert.

Bewusstsein und Besorgnis

16. Wie häufig haben Sie schon vor dem heutigen Tag über die Auswirkungen von Plastikmüll auf die menschliche Gesundheit nachgedacht?

Vor der Befragung haben bereits 40,3 Prozent der TN „Ziemlich häufig“ über die Auswirkungen von Plastik auf die menschliche Gesundheit nachgedacht. Gefolgt von „Etwas“ (36,6%), „Sehr häufig“ (17,9%), „Kaum“ (5,0%) und „Gar nicht“ (0,2%).

Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen dem Nachdenken über die Auswirkungen von Plastikabfall auf die Gesundheit vor der Befragung und der Besorgnis über die Auswirkungen auf die Gesundheit. Dieser ist mit $p = <0,001$ statistisch signifikant und entspricht mit $r_s = 0,572$ einem starken Effekt (Abbildung 6). Je mehr bereits vor der Befragung über gesundheitliche Auswirkungen nachgedacht wurde, desto besorgter sind die TN.

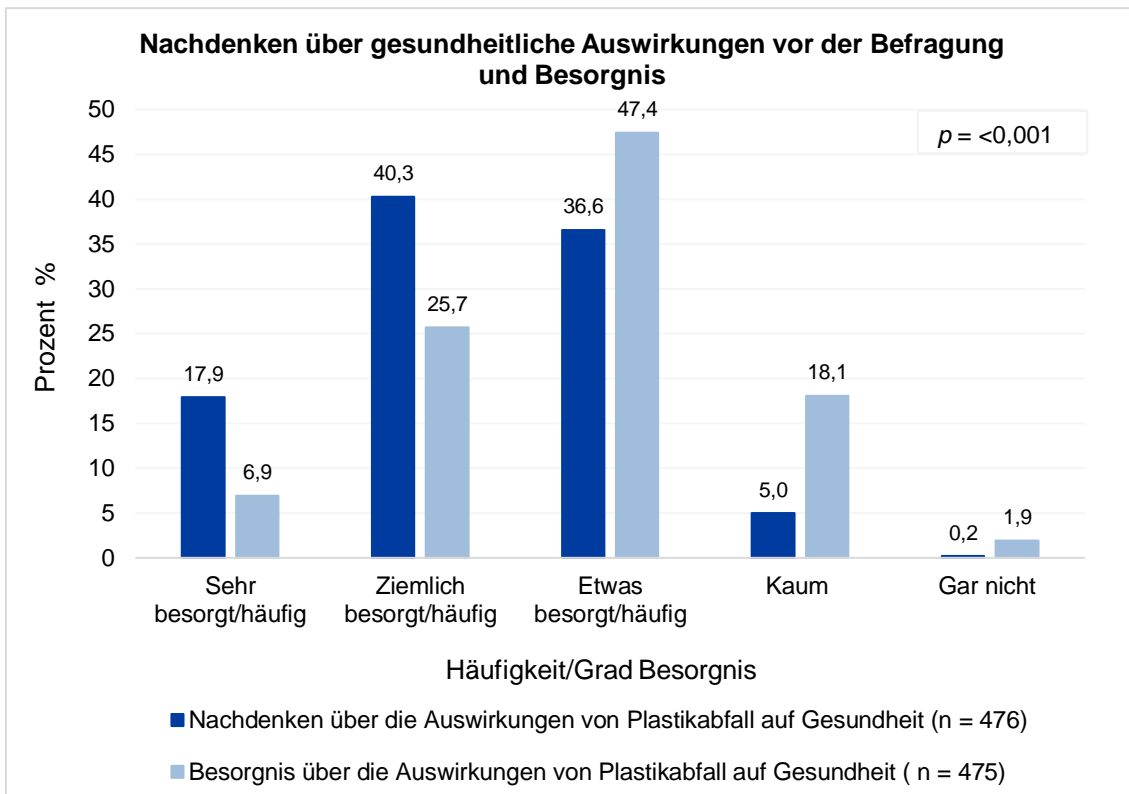


Abbildung 6: Auseinandersetzen vor der Befragung und Besorgnis über gesundheitliche Auswirkungen (Quelle: Eigene Darstellung)

17. Wie besorgt sind Sie über die Auswirkungen von Plastikmüll auf ihre Gesundheit?

Bezogen auf die Besorgnis über die Auswirkungen von Plastikabfall auf ihre Gesundheit, gibt die Mehrzahl der TN an „Etwas besorgt“ (47,4%) zu sein. Gefolgt von „Ziemlich besorgt“ (25,7%), „Kaum“ besorgt (18,1%), „Sehr besorgt“ (6,9%) und „Gar nicht“ besorgt (1,9%).

Es besteht zudem ein positiver Zusammenhang zwischen der Besorgnis über die Auswirkungen von Plastik auf die menschliche Gesundheit und der Besorgnis über die Auswirkungen auf die Umwelt. Dieser ist mit $p = <0,001$ statistisch signifikant und entspricht mit $r_s = 0,433$ einem mittleren Effekt (siehe Abbildung 7). Umso höher die Besorgnis über die Auswirkungen auf die Umwelt, desto höher ist die Besorgnis über die Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit.

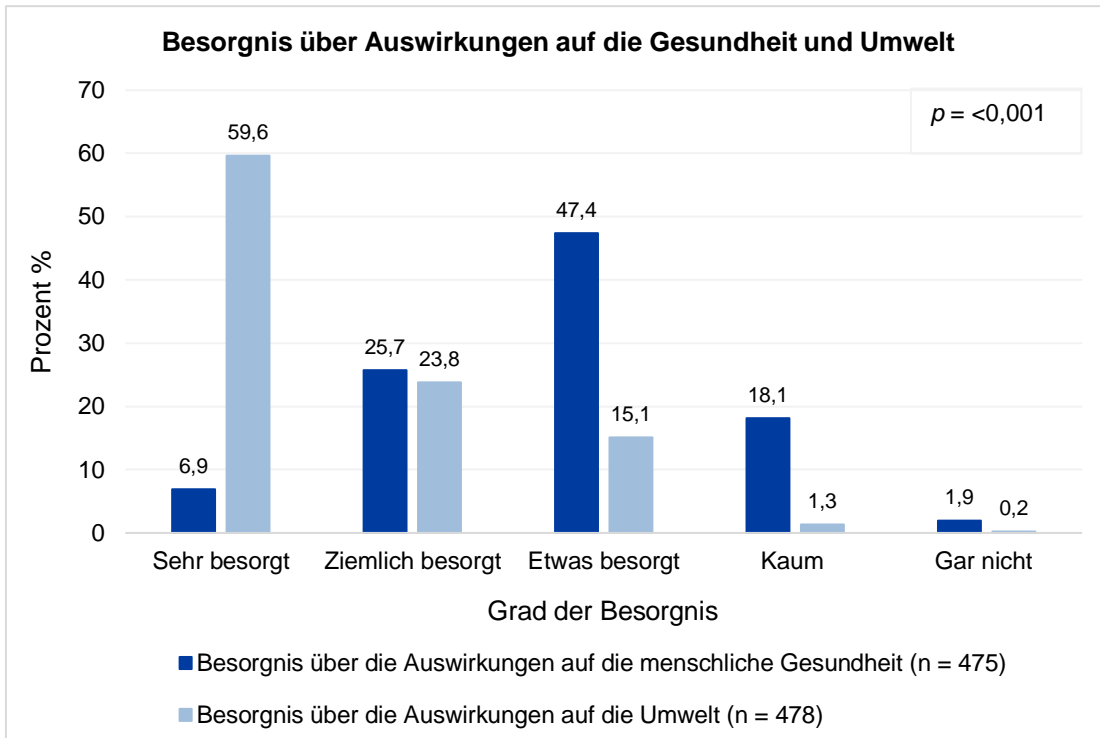


Abbildung 7: Besorgnis über Auswirkungen auf die Gesundheit und die Umwelt (Quelle: Eigene Darstellung)

Bewusstsein und Persönliche Einstellung

18. Bitte geben Sie an, inwieweit Sie der folgenden Aussage zustimmen: Eine Reduzierung meines Verbrauchs von Einwegplastik kann sich langfristig positiv auf meine Gesundheit auswirken.

Bei der Aussage: „Eine Reduzierung meines Verbrauchs von Einwegplastik kann sich langfristig positiv auf meine Gesundheit auswirken“ wird wie folgend geantwortet: Die häufigste Antwort ist „Stimme eher zu“ (42,4%), gefolgt von „Stimme zu“ (36,5%), „Weder noch“ (13,9%), „Stimme eher nicht zu“ (4,3%) und „Stimme nicht zu“ (3,0%) (Abbildung 8).

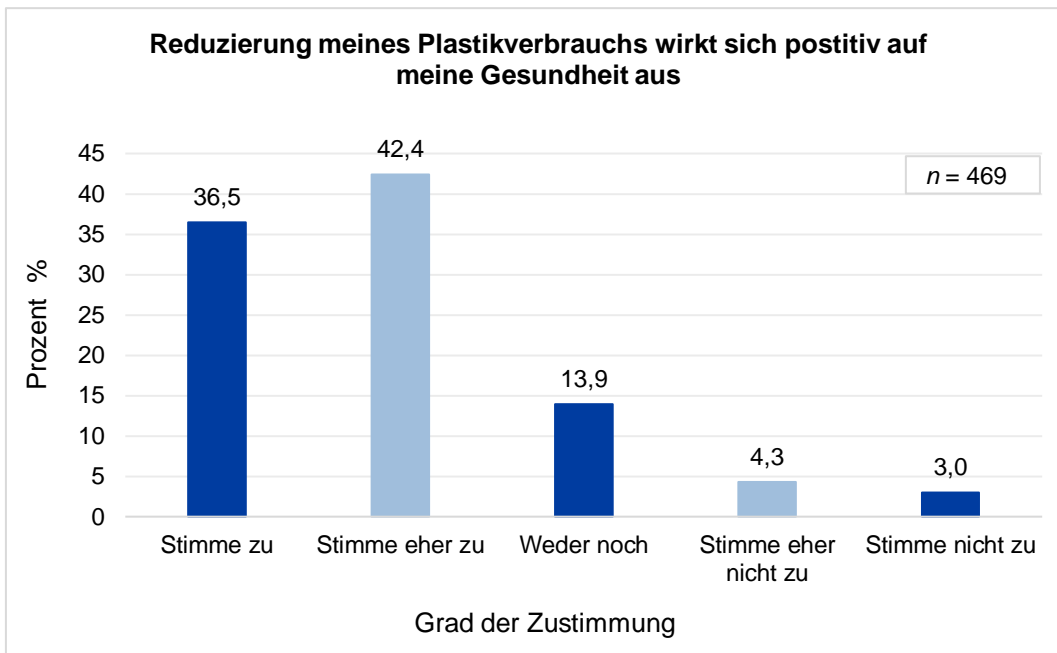


Abbildung 8: Positiver Gesundheitseffekt bei Reduzierung des Plastikverbrauchs (Quelle: Eigene Darstellung)

19. Meinen Sie, Sie sollten sich mehr Gedanken über die Auswirkungen von Plastikmüll auf Ihre Gesundheit machen?

Dass die TN sich mehr Gedanken über die Auswirkungen von Plastikmüll auf ihre Gesundheit machen sollten, wird wie folgend beantwortet: „Stimme eher zu“ (44,5%), gefolgt von „Weder noch“ (21,6%), „Stimme zu“ (16,1%), „Stimme eher nicht zu“ (11,3%) und „Stimme nicht zu“ (6,4%) (Abbildung 9).

Eine positiver Zusammenhang wird zwischen weiteren Gedanken über die Auswirkungen von Plastikabfall auf die menschliche Gesundheit und der möglichen Zustimmung zu der Aussage „Eine Reduzierung meines Verbrauchs von Einwegplastik kann sich langfristig positiv auf meine Gesundheit auswirken“ ermittelt ($p = <0,001$). Es handelt sich um einen mittleren Effekt ($r_s = 0,424$). Umso mehr die TN der Meinung sind, sich weitere Gedanken über die gesundheitlichen Auswirkungen machen zu sollen, desto mehr stimmen sie der Aussage: Eine Reduzierung meines Verbrauchs von Einwegplastik kann sich langfristig positiv auf meine Gesundheit auswirken, zu.

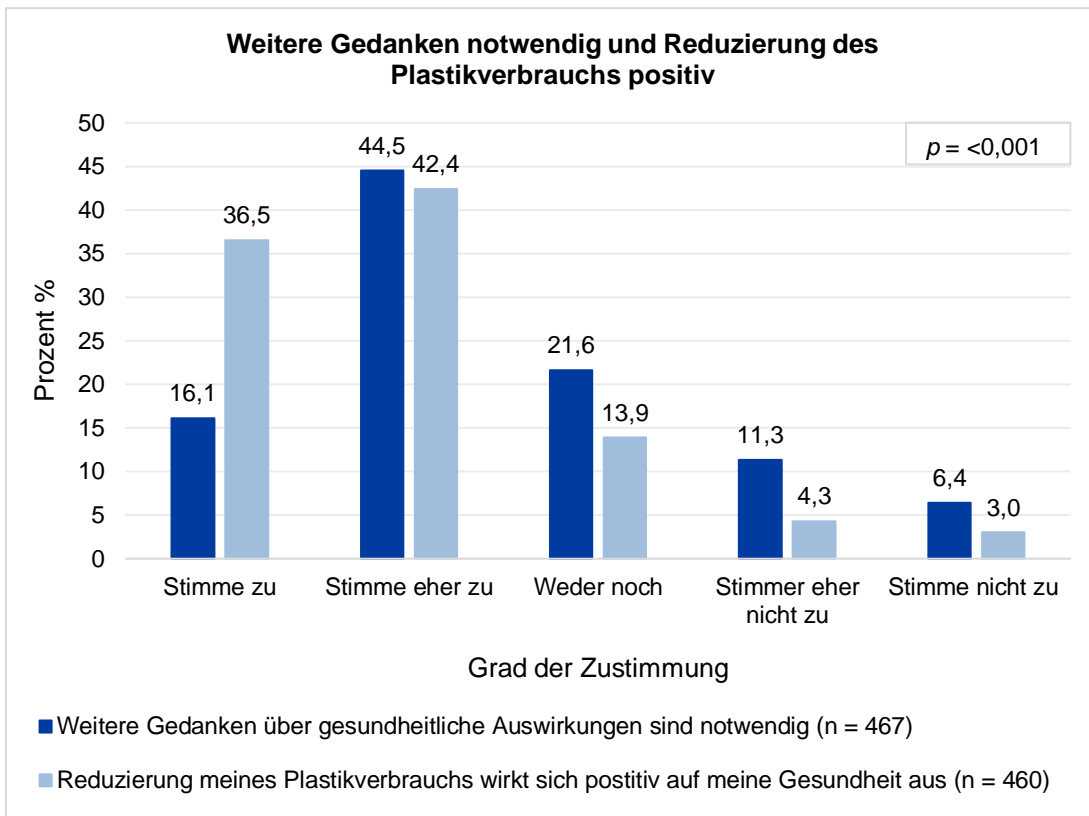


Abbildung 9: Weitere Befassung mit gesundheitlichen Auswirkungen notwendig und Positiver Gesundheitseffekt bei Reduzierung des Plastikverbrauchs (Quelle: Eigene Darstellung)

Bewusstsein über direkte und indirekte Auswirkungen

20. In welchen Hauptphasen des Lebenszyklus von Einwegplastik vermuten Sie Risiken für die menschliche Gesundheit?

In welchen Hauptphasen des Lebenszyklus von Einwegplastik Risiken für die menschliche Gesundheit vermutet werden, können die TN für die vier Lebenszyklen einzeln mit Ja oder Nein beantworten (Abbildung 10). In der Phase:

- i. Gewinnung und Transport vermuten 56,4 Prozent Risiken und 43,6 Prozent keine Risiken
- ii. Veredelung und Herstellung vermuten 57,0 Prozent Risiken und 43,0 Prozent keine Risiken
- iii. Verbraucherverwendung vermuten 67,8 Prozent Risiken und 32,2 Prozent keine Risiken
- iv. Abfallentsorgung vermuten 86,0 Prozent Risiken und 14,0 Prozent keine Risiken.

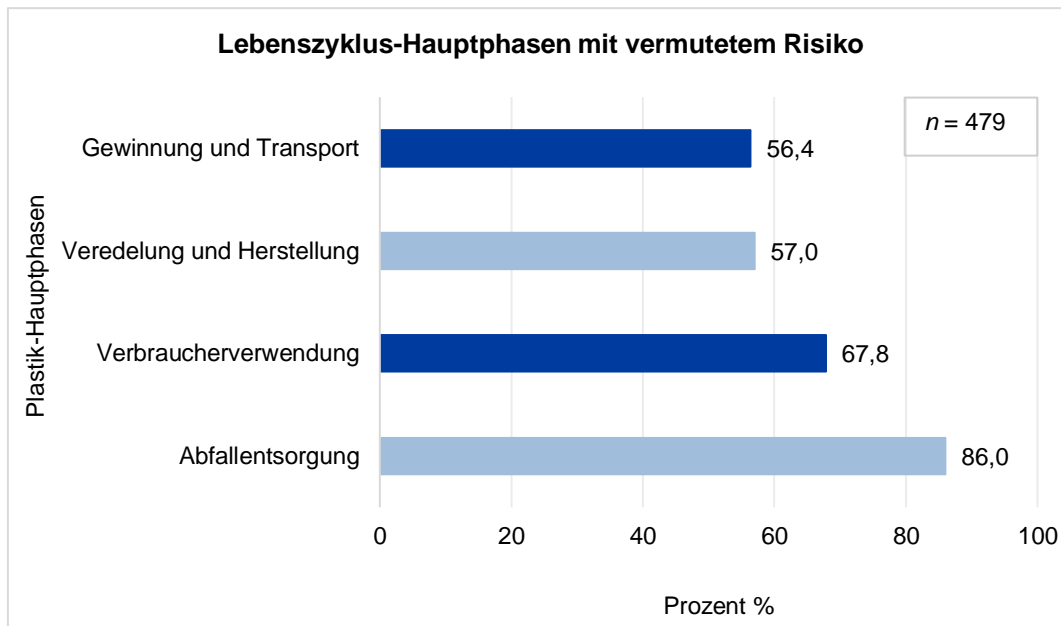


Abbildung 10: Darstellung der Hauptphasen nach vermutetem Risiko (Quelle: Eigene Darstellung)

Es besteht ein Zusammenhang zwischen den vermutete Risiken von Einwegplastik während der Hauptphase Verbraucherverwendung und der Besorgnis der Auswirkungen von Plastik auf die menschliche Gesundheit. (χ^2 : 9,61, $df = 4$, $p = 0,047$). Der Cramer-V-Wert beträgt $V = 0,142$, somit ist der Zusammenhang schwach.

21. Bitte geben Sie an, inwieweit Sie sich der folgenden gesundheitlichen Auswirkungen bewusst sind, die durch giftige Chemikalien und Mikroplastik in den verschiedenen Stadien des Lebenszyklus von Kunststoffen freigesetzt werden.

Die spezifischen gesundheitlichen Auswirkungen, die durch die Freisetzung von Chemikalien und Mikroplastik in verschiedenen Stadien des Lebenszyklus von Plastik entstehen könnten, werden von den TN für die Auswirkungen: Probleme bei der Reproduktion, Chronische Entzündungen, Autoimmunerkrankungen, Entzündliche Darmerkrankungen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Psychische Gesundheit, Rheumatoide Arthritis, Schlaganfall und Diabetes, einzeln angegeben. Die genauen Werte können Tabelle 8 entnommen werden.

Tabelle 8: Bewusstsein über spezifische gesundheitliche Auswirkungen (Rot= höchste Prozentangabe je Krankheit; Quelle: Eigene Darstellung)

Bewusstsein über gesundheitlichen Auswirkung in %	Sehr bewusst	Ziemlich bewusst	Etwas bewusst	Kaum bewusst	Gar nicht bewusst
Probleme Reproduktion (n = 457)	15,3	22,5	24,3	19,3	18,6
Chronische Entzündungen (n = 467)	10,1	21,6	30,6	20,8	16,9
Autoimmunerkrankungen (n = 466)	8,4	17,6	25,5	28,3	20,2
Entzündliche Darmerkrankungen (n = 466)	7,9	21,9	28,8	23,2	18,2
Herz-Kreislauf-Erkrankungen (n = 467)	6,0	16,1	24,4	31,0	22,5
Psychische Gesundheit (n = 466)	6,0	12,9	17,2	27,5	36,5
Rheumatoide Arthritis (n = 459)	4,1	10,5	16,3	27,5	41,6
Schlaganfall (n = 464)	4,1	8,8	14,7	34,1	38,4
Diabetes (n = 466)	3,4	6,0	14,6	31,5	44,4

Wie der Tabelle zu entnehmen ist, sind sich im Allgemeinen die Mehrzahl der TN, über spezifische gesundheitliche Auswirkungen „Kaum bewusst“ und „Gar nicht bewusst“.

Alle neun Krankheiten, sind den TN in Bezug auf die Höhe der Prozentangaben, am wenigsten „Sehr bewusst“. Die vier Krankheiten, derer sie sich die TN am meisten „Gar nicht bewusst“ sind, sind Diabetes (44,4%), Rheumatoide Arthritis (41,6%), Schlaganfall (38,4%) und psychische Erkrankungen (36,5%).

Ein Zusammenhang zwischen dem Bewusstsein über die einzelnen spezifischen Auswirkungen von Plastik auf die menschliche Gesundheit und der Besorgnis über die Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit besteht. Diese sind durchgehend positiv, statistisch signifikant und entsprechen einem schwachen bis mittleren Zusammenhang (siehe Tabelle 9). Je besorgter die TN sind, desto mehr sind ihnen spezifische gesundheitliche Auswirkungen bewusst.

Tabelle 9: Zusammenhang zwischen Bewusstsein über spezifische gesundheitliche Auswirkungen und Besorgnis über gesundheitliche Auswirkungen (Quelle: Eigene Darstellung)

Zusammenhänge: Bewusstsein über spezifische Auswirkungen & Besorgnis Gesundheit	
Probleme Reproduktion (n = 457)	$p = <0,001; r_s = 0,322$
Chronische Entzündungen (n = 467)	$p = <0,001; r_s = 0,339$
Autoimmunerkrankungen (n = 466)	$p = <0,001; r_s = 0,304$
Entzündliche Darmerkrankungen (n = 466)	$p = <0,001; r_s = 0,302$
Herz-Kreislauf-Erkrankungen (n = 467)	$p = <0,001; r_s = 0,275$
Psychische Gesundheit (n = 466)	$p = <0,001; r_s = 0,322$
Rheumatoide Arthritis (n = 459)	$p = <0,001; r_s = 0,276$
Schlaganfall (n = 464)	$p = <0,001; r_s = 0,263$
Diabetes (n = 466)	$p = <0,001; r_s = 0,231$

Bewusstsein über Maßnahmen

22. Welche Maßnahmen halten Sie für sinnvoll, um die Auswirkungen von Plastik auf die menschliche Gesundheit sowie die Auswirkungen von Plastik auf die Umwelt zu verringern?

Maßnahmen, die die TN für sinnvoll halten, um die Auswirkungen von Plastik auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt zu verringern, sind in Abbildung 11 dargestellt. Jeweils bezogen auf $n = 479$, erachten die TN zu: 91,1 Prozent die Reduzierung des Plastikproduktion und des Plastikgebrauchs; 81,2 Prozent die Produktion von wiederverwendbaren Produkten und Verpackungen; 81,8 Prozent das Ersetzen von Plastik durch kompostierbare Materialien und Papier; 63,9 Prozent vermehrtes recyceln von Plastikverpackungen und -produkten; 80,2 Prozent das Bewusstsein über die Auswirkungen von Plastik auf die Gesundheit und Umwelt zu stärken, als sinnvolle Maßnahmen.

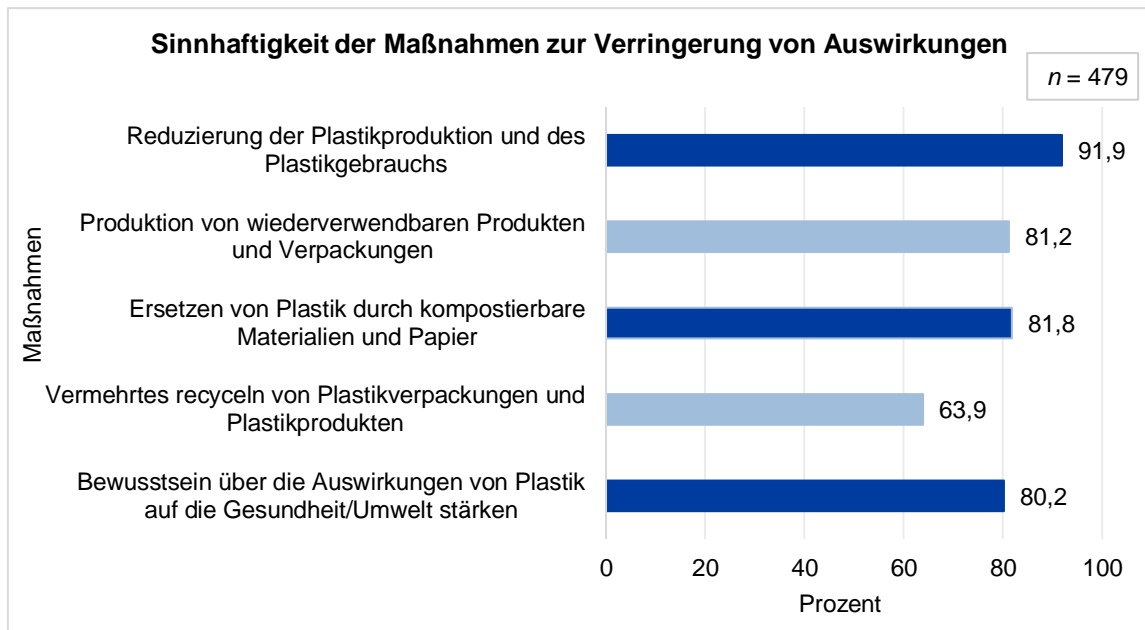


Abbildung 11: Sinnhaftigkeit der Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen von Plastik auf die menschliche Gesundheit und Umwelt (Quelle: Eigene Darstellung)

Die Maßnahme Stärkung des Bewusstseins über die Auswirkungen von Plastik auf die menschliche Gesundheit/Umwelt steht in einem Zusammenhang mit der möglichen Zustimmung zu der Aussage: Eine Reduzierung meines Verbrauchs von Einwegplastik kann sich langfristig positiv auf meine Gesundheit auswirken. Der Zusammenhang ist statistisch signifikant (χ^2 : 44,346, $df = 4$, $p = <0,001$). Zwischen den beiden Variablen besteht ein mittlerer Zusammenhang ($V = 0,307$).

Bewusstsein und Soziodemografie

Geschlecht

16. Wie häufig haben Sie sich schon vor dem heutigen Tag über die Auswirkungen von Plastikmüll auf die menschliche Gesundheit nachgedacht?

- Die weiblichen TN ($n = 354$) geben zur Mehrzahl an, „Ziemlich häufig“ (41,2%) vor der Befragung über die Auswirkungen von Plastikmüll auf die menschliche Gesundheit nachgedacht zu haben. Gefolgt von „Etwas“ (33,6%), „Sehr häufig“ (20,9%), „Kaum“ (4,0%) und „Gar nicht“ (0,3%).
- Die Mehrzahl der männlichen TN ($n = 107$) haben „Etwas“ (44,9%) über Auswirkungen nachgedacht, gefolgt von „Ziemlich häufig“ (36,4%), „Sehr häufig“ (9,3%) und „Kaum“ (9,3%).
- Diverse TN ($n = 5$) haben zu mehr als der Hälfte „Ziemlich häufig“ (60%) über Auswirkungen nachgedacht sowie „Sehr häufig“ (20%) und „Kaum“ (20%).

Die Ergebnisse der Diversen werden an dieser Stelle, auf Grund der geringen TN-Zahl, nicht näher betrachtet. Es zeigt sich deutlich, dass Frauen bereits vor der Befragung häufiger über gesundheitliche Auswirkungen von Plastikabfall nachgedacht haben als Männer. Es besteht ein Zusammenhang zwischen den Gedanken über die Auswirkungen vor der Befragung und dem Geschlecht. Dieser ist statistisch signifikant und die Effektstärke ist schwach (FET: 18,400, $p = 0,016$; $V = 0,129$) (Abbildung 12).

Die Durchführung des Mann-Whitney-U-Tests zeigt ebenso einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den weiblichen und männlichen TN bezogen auf das Nachdenken über die Auswirkungen vor der Befragung. Die Effektstärke ist jedoch schwach ($z = -3,563$; $p = <0,001$; $r = 0,166$)

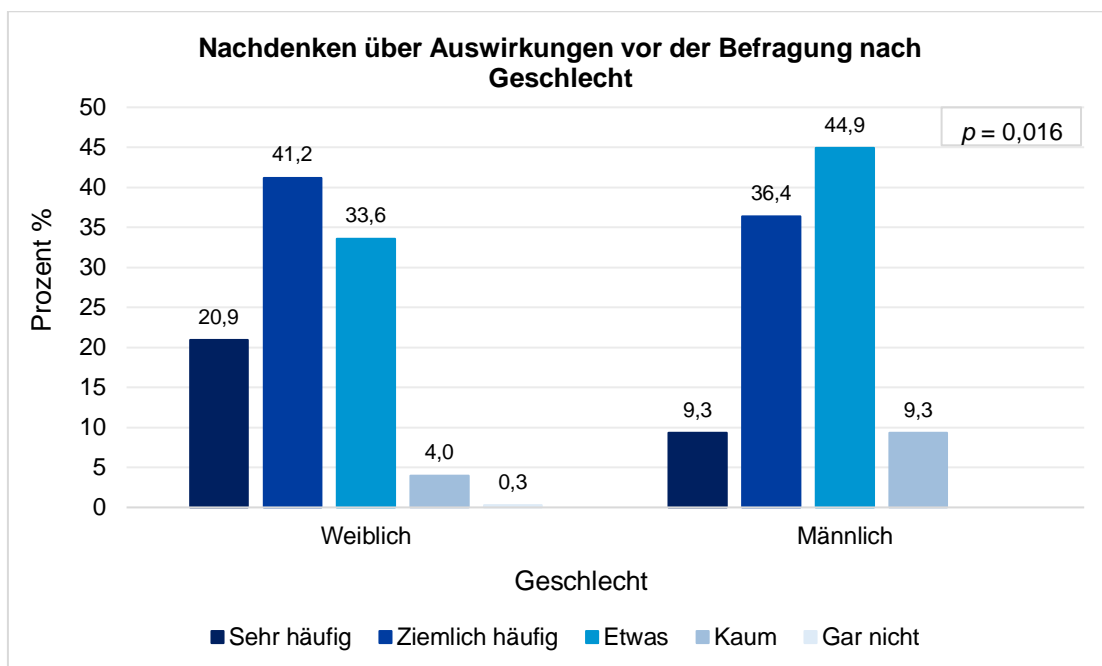


Abbildung 12: Auseinandersetzen mit gesundheitlichen Auswirkungen vor der Befragung nach Geschlecht (Quelle: Eigene Darstellung)

17. Wie besorgt sind Sie über die Auswirkungen von Plastikmüll auf ihre Gesundheit?

- Bezüglich der Frage des Besorgnis über die Auswirkungen von Plastikmüll auf die menschliche Gesundheit und dem Geschlecht geben die Mehrzahl der weiblichen TN ($n = 353$) an, „Etwas besorgt“ zu sein (50,1%), gefolgt von „Ziemlich besorgt“ (27,2%), „Kaum besorgt“ (13,3%), „Sehr besorgt“ (7,6%) und „Gar nicht besorgt“ (1,7%).
- Unter den männlichen TN ($n = 107$) ist die Mehrzahl ebenfalls „Etwas besorgt“ (35,5%), gefolgt von „Kaum besorgt“ (32,7%), „Ziemlich besorgt“ (23,4%), „Sehr besorgt“ (5,6%) und „Gar nicht besorgt“ (2,8%).

- Diverse TN ($n = 5$) sind „Etwas besorgt“ (40%) und „Kaum besorgt“ (40%) sowie „Ziemlich besorgt“ (20%).

Die Ergebnisse der Diversen werden an dieser Stelle, auf Grund der geringen TN-Zahl, nicht näher betrachtet. Es zeigt sich, dass Frauen über die gesundheitliche Auswirkungen besorgter sind als Männer.

Zudem besteht ein Zusammenhang zwischen der Besorgnis über die Auswirkungen und dem Geschlecht. Dieser ist statistisch signifikant und die Effektstärke ist schwach (FET: 23,106, $p = 0,001$; $V = 0,161$ (Abbildung 13).

Die Durchführung des Mann-Whitney-U-Tests zeigt einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den weiblichen und männlichen TN bezogen auf die Besorgnis. Die Effektstärke ist schwach ($z = -3,091$; $p = 0,002$; $r = 0,144$).

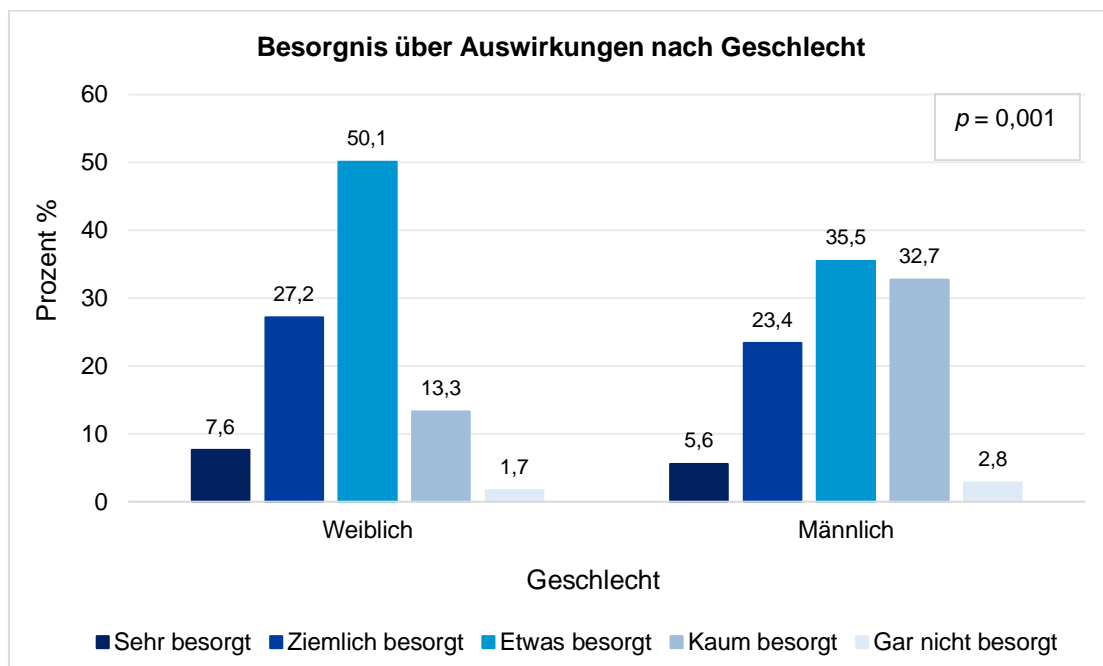


Abbildung 13: Besorgnis über gesundheitliche Auswirkungen nach Geschlecht (Quelle: Eigene Darstellung)

Altersgruppen

16. Wie häufig haben Sie sich schon vor dem heutigen Tag über die Auswirkungen von Plastikmüll auf die menschliche Gesundheit nachgedacht?

- Die Mehrzahl in der Altersgruppe der 18- bis 30-jährigen ($n = 338$) macht sich schon vor der Befragung „Ziemlich häufig“ (39,1%) Gedanken über die Auswirkungen von Plastikmüll auf die menschliche Gesundheit. Gefolgt von „Etwas“ (38,5%), „Sehr häufig“ (17,5%), „Kaum“ (4,7%) und „Gar nicht“ (0,3%).

- Die Altersgruppe der 31- bis 45-jährigen (n = 70) macht sich zur Mehrheit „Ziemlich häufig“ Gedanken (37,1%), gefolgt von „Etwas“ (34,3%), „Sehr häufig“ (22,9%) und „Kaum“ (5,7%).
- Die Altersgruppe der 46- bis 60-jährigen (n = 42) macht sich ebenso wie die vorherigen Altersgruppen zu einer Mehrzahl „Ziemlich häufig“ Gedanken (42,9%), gefolgt von „Etwas“ (38,1%), „Sehr häufig“ (11,9%) und „Kaum“ (7,1%).
- Die über 60-jährigen (n = 26) machen sich zu größten Teil „Ziemlich häufig“ Gedanken (61,5%), gefolgt von „Sehr häufig“ (19,2%), „Etwas“ (15,4%) und „Kaum“ (3,8%) (siehe Abbildung 14).

Es gibt keinen signifikanten Zusammenhang zwischen den Gedanken über die Auswirkungen vor der Befragung und den Altersgruppen ($p = 0,558$). Die Durchführung des Kruskal-Wallis-Test zeigt somit ebenso keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den jeweiligen Altersgruppen der TN bezogen auf die Gedanken vor der Befragung ($p = 0,219$).

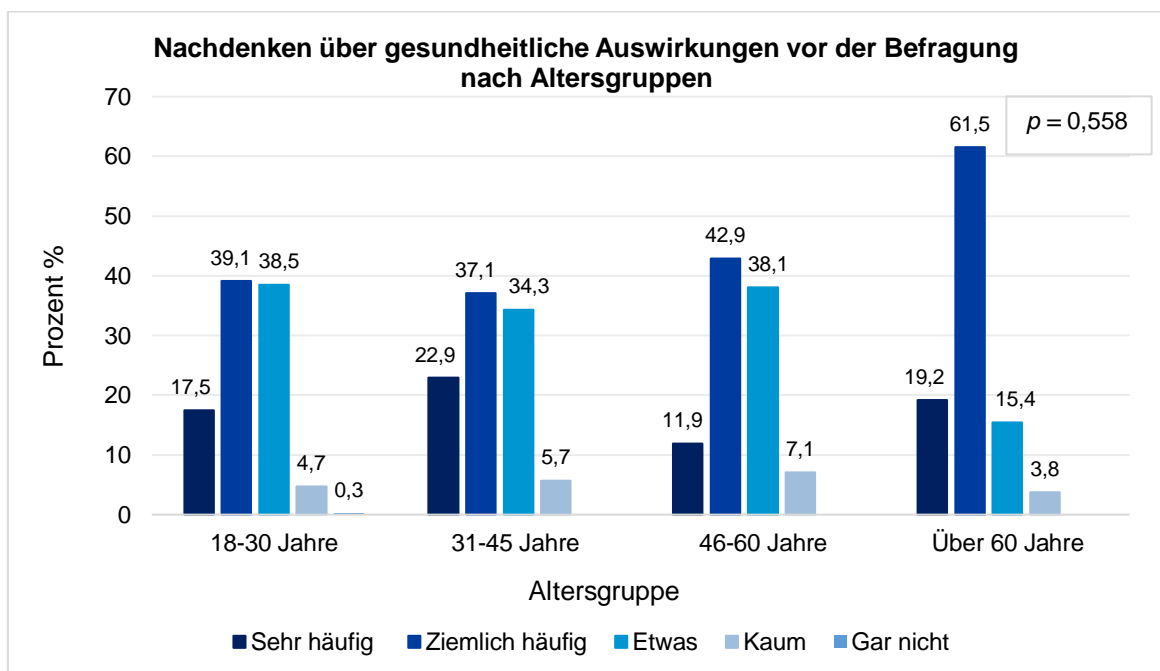


Abbildung 14: Befassung mit gesundheitlichen Auswirkungen vor der Befragung nach Altersgruppen (Quelle: Eigene Darstellung)

17. Wie besorgt sind Sie über die Auswirkungen von Plastikmüll auf ihre Gesundheit?

- Über die Auswirkungen von Plastikmüll auf ihre Gesundheit ist etwa die Hälfte der Altersgruppe der 18- bis 30-jährigen (n = 338) „Etwas besorgt“ (50,6%), gefolgt von „Ziemlich besorgt“ (22,2%), „Kaum besorgt“ (18,3%), „Sehr besorgt“ (6,8%) und „Gar nicht besorgt“ (2,1%).

- In der Altersgruppe der 31- bis 45-jährigen ($n = 71$) ist die Mehrzahl „Etwas besorgt“ (47,9%), gefolgt von „Ziemlich besorgt“ (23,9%), „Kaum besorgt“ (19,7%) und „Sehr besorgt“ (8,5%).
- In der Altersgruppe der 46- bis 60-jährigen ($n = 42$) ist etwas mehr als ein Drittel der TN „Ziemlich besorgt“ (35,7%) gefolgt von „Etwas besorgt“ (33,3%), „Kaum besorgt“ (21,4%), „Sehr besorgt“ (7,1%) und „Gar nicht besorgt“ (2,4%).
- Mehr als die Hälfte der über 60-jährigen ($n = 24$) sind „Ziemlich besorgt“ (62,5%). Des Weiteren „Etwas besorgt“ (25,0%), „Sehr besorgt“ (4,2%), „Kaum besorgt“ (4,2%) und „Gar nicht besorgt“ (4,2%).

Es gibt einen Zusammenhang zwischen der Besorgnis über Auswirkungen und den Altersgruppen. Dieser ist statistisch signifikant und die Effektstärke ist schwach ($\chi^2: 26,590$, $df = 12$, $p = 0,012$, $V = 0,137$). Betrachtet man die Häufigkeiten „Sehr besorgt“ und „Ziemlich besorgt“ pro Altersgruppe, zeigt sich, dass je höher das Alter der TN ist, desto besorgter sind sie über die gesundheitliche Auswirkungen (Abbildung 15).

Die Durchführung des Kruskal-Wallis-Test zeigt ebenso einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den jeweiligen Altersgruppen der TN bezogen auf die Besorgnis über die Auswirkungen ($H: 9,429$ $df = 3$; $p = 0,024$). Der Mann-Whitney-U-Test zeigt einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Altersgruppen 18- bis 30-jährige und den über 60-jährigen, der Effekt ist schwach ($z = -3,047$; $p = 0,002$; $r = 0,160$). Zudem zwischen den Altersgruppen 31- bis 45-jährige und den über 60-jährigen, der Effekt ist auch hier schwach ($z = -2,338$; $p = 0,019$; $r = 0,240$).

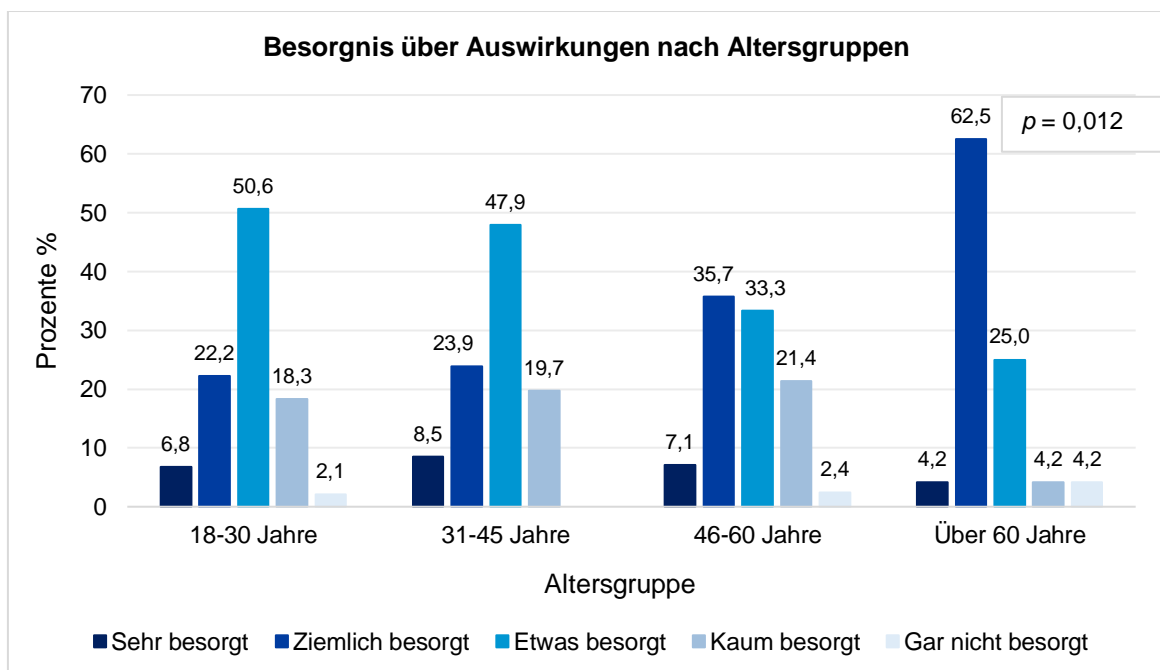


Abbildung 15: Besorgnis über gesundheitliche Auswirkungen und Altersgruppen (Quelle: Eigene Darstellung)

Bildungsgrad

16. *Wie häufig haben Sie sich schon vor dem heutigen Tag über die Auswirkungen von Plastikmüll auf die menschliche Gesundheit nachgedacht?*

- TN mit dem Bildungsgrad „Promotion oder höherwertig“ ($n = 10$) haben zur Hälfte schon vor der Befragung „Etwas“ (50%) über die Auswirkungen von Plastikmüll auf die menschliche Gesundheit nachgedacht. Des Weiteren „Ziemlich häufig“ (30%) und „Sehr häufig“ (20%).
- TN mit dem Bildungsgrad „Abgeschlossenes Masterstudium/Diplom/Staatsexamen“ ($n = 76$) machen sich zur Mehrzahl „Ziemlich häufig“ (39,5%) Gedanken, gefolgt von „Etwas“ (35,5%), „Sehr häufig“ (19,7%) und „Kaum“ (5,3%).
- Mit einem „Abgeschlossenen Bachelorstudium/Zwischendiplom“ ($n = 122$) macht die Mehrheit der TN sich „Etwas“ Gedanken (45,1%), gefolgt von „Ziemlich häufig“ (35,2%), „Sehr häufig“ (14,8%) und „Kaum“ (4,9%).
- TN mit einer „Abgeschlossenen Berufsausbildung“ ($n = 70$) machen sich zu jeweils mehr als einem Drittel „Ziemlich häufig“ (37,1%) und „Etwas“ Gedanken (37,1%). Darauf folgt „Sehr häufig“ (20,0%) und „Kaum“ (5,7%).
- Mit einer „Allgemeinen Hochschulreife“ ($n = 182$) macht sich die Mehrheit der TN „Ziemlich häufig“ (43,4%) Gedanken, gefolgt von „Etwas“ (32,4%), „Sehr häufig“ (18,1%), „Kaum“ (5,5%) und „Gar nicht“ (0,5%).
- TN mit einem „Realschulabschluss/Fachgebundenen Hochschulreife“ ($n = 14$) machen sich zu mehr als zwei Dritteln „Ziemlich häufig“ (71,4%) Gedanken, gefolgt von „Sehr häufig“ (14,3%) und „Etwas“ (14,3%).
- Mit einem „Hauptschulabschluss“ ($n = 2$) machen sich die Teilnehmer je zur Hälfte „Ziemlich häufig“ (50%) und „Sehr häufig“ Gedanken (50%).

Es gibt keinen Zusammenhang zwischen den Gedanken vor der Befragung und dem Bildungsgrad ($p = 0,753$) (Abbildung 16).

Der Kruskal-Wallis-Test zeigt ebenso, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gedanken vor der Befragung und dem jeweiligen Bildungsabschluss gibt ($p = 0,305$).

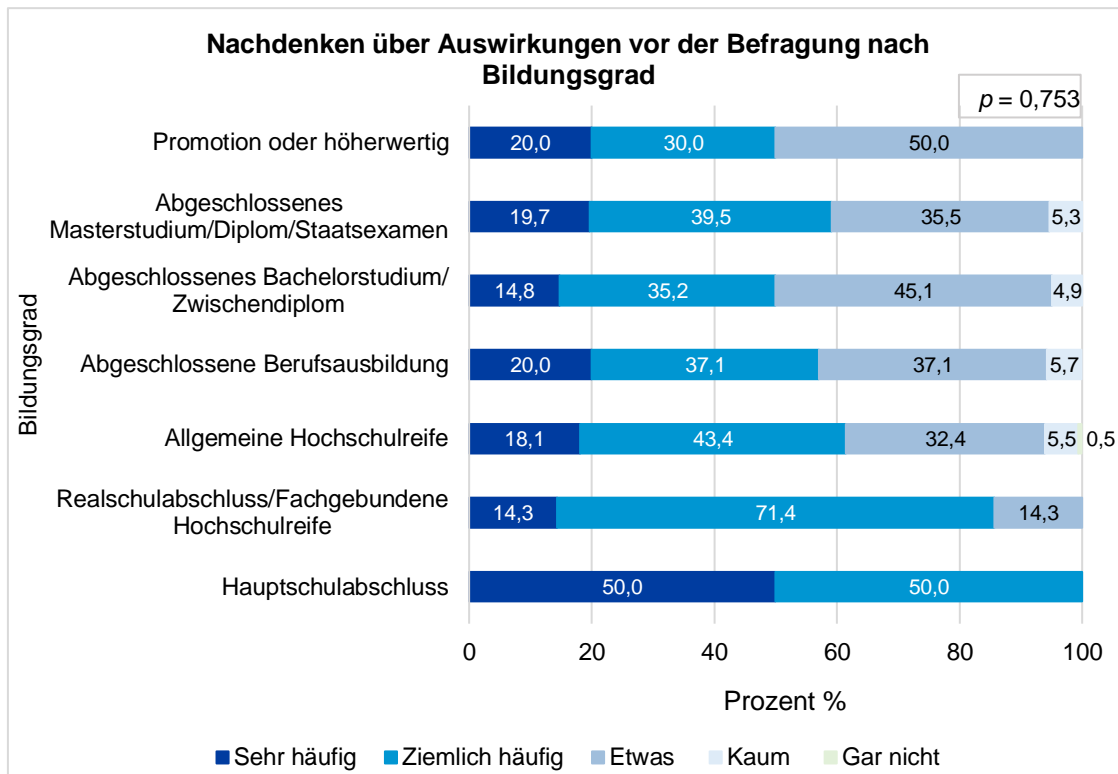


Abbildung 16: Auseinandersetzung mit den Auswirkungen von Plastik vor der Befragung – Anteile nach Bildungsgrad (Quelle: Eigene Darstellung)

17. Wie besorgt sind Sie über die Auswirkungen von Plastikmüll auf ihre Gesundheit?

- TN mit dem Bildungsgrad „Promotion oder höherwertig“ ($n = 10$) sind jeweils am meisten „Etwas besorgt“ (30,0%) und „Kaum besorgt“ (30,0%) sowie „Ziemlich besorgt“ (20,0%) und „Gar nicht besorgt“ (20,0%).
- Mit einem „Abgeschlossenen Masterstudium/Diplom/Staatsexamen“ ($n = 76$) sind die meisten TN „Etwas besorgt“ (43,4%), gefolgt von „Ziemlich besorgt“ (30,3%), „Kaum besorgt“ (18,4%) und „Sehr besorgt“ (7,9%).
- TN mit einem „Abgeschlossenen Bachelorstudium/Zwischendiplom“ ($n = 122$) sind etwa zur Hälfte „Etwas besorgt“ (50,0%), gefolgt von „Ziemlich besorgt“ (21,3%), „Kaum besorgt“ (20,5%), „Sehr besorgt“ (5,7%) und „Gar nicht besorgt“ (2,5%).
- Die TN mit einer „Abgeschlossenen Berufsausbildung“ ($n = 69$) sind ebenfalls am meisten „Etwas besorgt“ (39,1%) gefolgt von „Ziemlich besorgt“ (30,4%), „Kaum besorgt“ (18,8%), „Sehr besorgt“ (10,1%) und „Gar nicht besorgt“ (1,4%).
- Mit einer „Allgemeinen Hochschulreife“ ($n = 181$) sind etwas mehr als die Hälfte der TN „Etwas besorgt“ (52,5%), gefolgt von „Ziemlich besorgt“ (22,1%), „Kaum besorgt“ (17,1%), „Sehr besorgt“ (6,6%) und „Gar nicht besorgt“ (1,7%).

- TN mit einem „Realschulabschluss/Fachgebundenen Hochschulreife“ ($n = 15$) sind zu mehr als der Hälfte „Ziemlich besorgt“ (60,0%), gefolgt von „Etwas besorgt“ (33,3%) und „Sehr besorgt“ (6,7%).
- TN mit einem „Hauptschulabschluss“ ($n = 2$) sind je zur Hälfte „Etwas besorgt“ (50%) und „Ziemlich besorgt“ (50%) (Abbildung 17).

Es gibt keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Besorgnis über Auswirkungen und dem Bildungsgrad ($p = 0,056$).

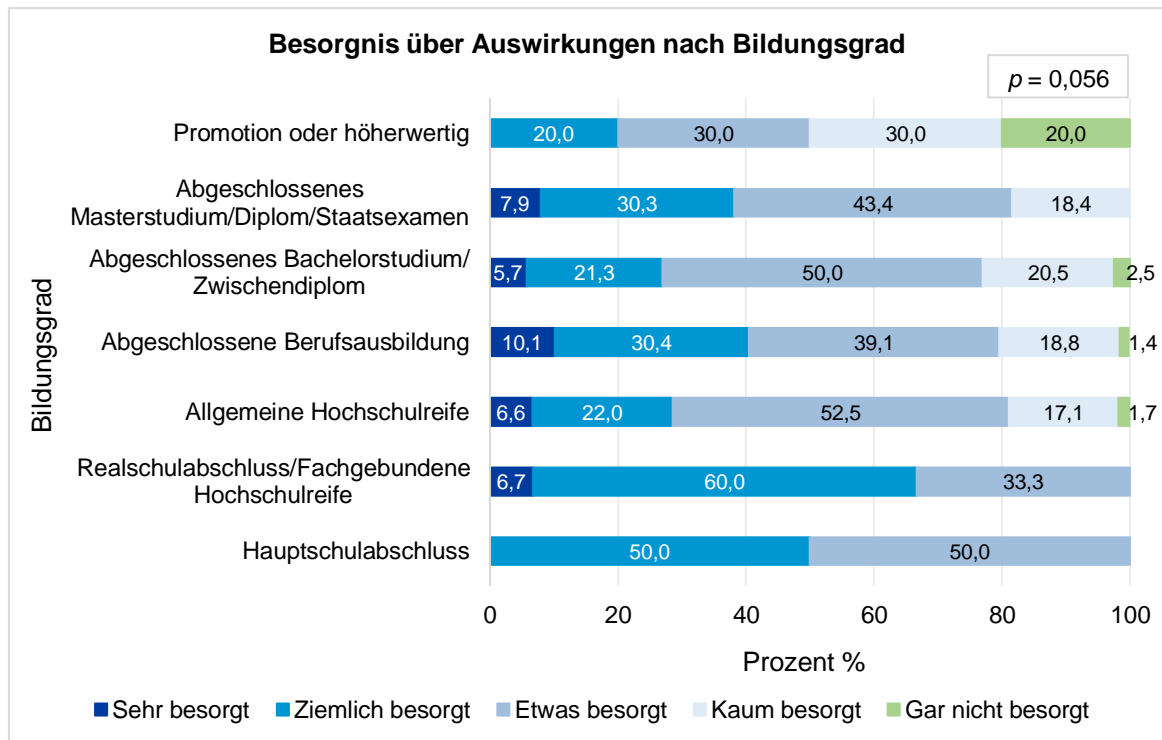


Abbildung 17: Besorgnis über gesundheitliche Auswirkungen nach Bildungsgrad (Quelle: Eigene Darstellung)

Der Kruskal-Wallis-Test zeigt hingegen, dass es einen signifikanten Unterschied zwischen der Besorgnis und dem jeweiligen Bildungsgrad gibt ($H: 16,101$, $df = 6$, $p = 0,013$). Der Mann-Whitney-U-Test zeigt, dass es einen signifikanten Unterschied der Bildungsgrade, bezogen auf das Besorgnis über die Auswirkung von Plastikmüll auf die Gesundheit gibt (Tabelle 10). Die Effektstärke ist zwischen dem Bildungsabschluss „Realschulabschluss/Fachgebundene Hochschulreife“ und „Promotion oder höherwertig“ stark. Alle weiteren Effekte sind als schwach zu werten. Dies zeigt, dass tendenziell bildungsspezifische Unterschiede bestehen.

Tabelle 10: Unterschiede zwischen der Besorgnis über gesundheitliche Auswirkungen und Bildungsgrad (Quelle: Eigene Darstellung)

Bildungsgrade mit signifikantem Unterschied		Ergebnisse Mann-Whitney-U-Test
Realschulabschluss/ Fachgebundene Hochschulreife	Allgemeine Hochschulreife	$z = -2,912; p = 0,004; r = 0,208$
	Abgeschlossenes Bachelorstudium/Zwischendiplom	$z = -3,068; p = 0,002; r = 0,262$
	Abgeschlossenes Masterstudium/Diplom/Staatsexamen	$z = -2,076; p = 0,038; r = 0,218$
	Promotion oder höherwertig	$U = 26,500; p = 0,005; r = 0,573$
Abgeschlossene Berufsausbildung	Promotion oder höherwertig	$z = -2,100; p = 0,036; r = 0,236$
Abgeschlossenes Masterstudium/ Diplom/Staatsexamen	Promotion oder höherwertig	$z = -2,144; p = 0,032; r = 0,231$

5. Diskussion

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde untersucht, wie sich das Bewusstsein der deutschen Bevölkerung über die Auswirkungen von Plastik und Plastikabfall auf die menschliche Gesundheit darstellt. Die durchgeführte Studie zeigt, dass sich das Bewusstsein der Befragten im Allgemeinen als überwiegend ausgeprägt darstellt. Das Wissen über spezifische gesundheitliche Auswirkungen ist jedoch kaum bis gar nicht ausgeprägt, was auf ein Basiswissen der Befragten schließen lässt. Zudem zeigen sich geschlechterspezifische Unterschiede. Frauen denken im Vergleich zu Männern häufiger über die Auswirkungen von Plastikabfall auf die menschliche Gesundheit nach und sie sind über die gesundheitlichen Auswirkungen besorgter.

Diese Ergebnisse decken sich mit Ergebnissen der europaweiten Bewusstseinsstudie von Barbir et al. (2021). In dieser Studie zeigt sich ebenfalls, dass die Befragten ein Basiswissen über die Auswirkungen von Plastik auf die menschliche Gesundheit haben, hingegen ist spezifisches Wissen über Krankheiten deutlich geringer ausgeprägt. In beiden Studien werden von den Befragten die Krankheiten Diabetes und Rheumatoide Arthritis am wenigsten mit Plastik in Verbindung gebracht. Außerdem zeigt sich, dass Frauen sich mehr Gedanken über die gesundheitlichen Auswirkungen von Plastik machen, als Männer (Barbir et al., 2021, S. 12–14).

In der Literatur konnte keine weitere Studie ausfindig gemacht werden, die das Bewusstsein der deutschen Bevölkerung über die Auswirkungen von Plastik und Plastikabfall auf die Gesundheit untersucht. Die durchgeführte Studie zeigt somit neue Erkenntnisse über das Bewusstsein der Deutschen auf. Zudem kann sie als wichtiger Ansatzpunkt für die Bewusstseinsbildung der Bevölkerung dienen. Vor allem in Bezug auf spezifische Auswirkungen und Krankheiten, die mit Plastik und Plastikabfall in Verbindung stehen.

Des Weiteren wurde untersucht, inwiefern Plastik die menschliche Gesundheit gefährdet. Die Literaturrecherche zeigt, dass vor allem Mikro- und Nanoplastik als umfangreiche und große Gefahren für die menschliche Gesundheit festzustellen sind. Diese Erkenntnisse zeigen die Notwendigkeit der Bewusstseinsbildung in der Bevölkerung über spezifische gesundheitliche Auswirkungen auf.

5.1 Methodendiskussion

Insgesamt nahmen 545 TN an der Studie teil, jedoch wurde diese von 66 TN vor Beantwortung aller Fragen abgebrochen. Ein Grund für einen vorzeitigen Abbruch könnte die Länge des Fragebogens und somit die fehlende zur Verfügung stehende Zeit sein. Im Rahmen des Pre-Tests wurde der Fragebogen auf seine Verständlichkeit getestet, trotzdem kann es im Verlauf der Beantwortung der Fragen bei den TN zu Missverständnissen oder

Unklarheiten gekommen sein. Die Verbreitung der Studie über den HAW-Verteiler sowie das Anschreiben von Studierendenausschüssen weist auf eine gewisse Willkürlichkeit hin, die darauf zurückzuführen ist, dass das Ziel von 500 TN erreicht werden sollte. Trotz dieser Sachverhalte sind die 479 vollständig beantworteten Fragebögen der Studie und die daraus resultierenden Ergebnisse im Allgemeinen als repräsentativ anzusehen.

Einige Teilfragen des Fragebogens wurden selbstständig entwickelt, dennoch lassen sich die Ergebnisse zum Großteil mit der Studie von Barbir et al. (2021) vergleichen, was die Validität der durchgeführten Studie bestätigen kann. Zudem kann aufgrund der differenzierten Antwortmöglichkeiten der Ordinalskalen von einer hohen internen Validität ausgegangen werden. Die externe Validität hingegen ist als gering einzuschätzen, da sich die Ergebnisse auf Deutschland beziehen und nicht auf andere Länder übertragbar sind.

5.2 Ergebnisdiskussion

Bewusstsein der Teilnehmenden

Bereits vor der Befragung haben zusammengefasst 58,2 Prozent der TN häufig über die Auswirkungen von Plastikabfall auf die menschliche Gesundheit nachgedacht, davon „Sehr häufig“ (17,9%) und „Ziemlich häufig“ (40,3%).

Etwas weniger als die Hälfte der TN sind über die Auswirkungen von Plastikabfall auf die menschliche Gesundheit „Etwas besorgt“ (47,4%). Hinzu kommt etwa ein weiteres Drittel 32,6 Prozent, dass „Sehr besorgt“ (6,9%) und „Ziemlich besorgt“ (25,7%) ist.

Dies zeigt, dass die Auswirkungen von Plastikabfall auf die menschliche Gesundheit ein präsent Thema darstellen und die TN vermehrt über diese nachgedacht haben. Zudem besteht bei den meisten TN eine Besorgnis über die Auswirkungen. Das Bewusstsein und die Besorgnis der TN lassen sich in diesem Zusammenhang als überwiegend ausgeprägt interpretieren.

Zusammengefasste 78,9 Prozent der TN „Stimmen zu“ (36,5%) und „Stimmen eher zu“ (42,4%), dass sich eine Reduzierung ihres Verbrauchs von Einwegplastik langfristig positiv auf ihre Gesundheit auswirken kann.

Mehr als die Hälfte der TN, 60,6 Prozent, „Stimmen zu“ (16,1%) und „Stimmen eher zu“ (44,5%), dass sie sich weitere Gedanken über die Auswirkungen von Plastikabfall auf die Gesundheit machen sollten.

Die Ergebnisse zeigen auf, dass die TN sich ihrer Handlungsergebnisse bewusst sind und sie ihre persönliche Einstellung in Bezug auf ihre eigenen Gedanken hinterfragen.

Die TN vermuten in allen Hauptphasen des Lebenszyklus von Einwegplastik Risiken für die Gesundheit. Vor allem in der Phase „Abfallentsorgung“ vermuten 86 Prozent von ihnen Risiken für die menschliche Gesundheit. Die spezifischen gesundheitlichen Auswirkungen, die durch die Freisetzung von Chemikalien und Mikroplastik in verschiedenen Stadien des Lebenszyklus von Plastik entstehen können, sind den TN zusammengefasst zur Mehrzahl „Kaum bewusst“ und „Gar nicht bewusst“. Am eindrucklichsten ist, dass 44,4 Prozent der TN „Gar nicht“ bewusst ist, dass durch Chemikalien und Mikroplastik, Diabetes entstehen kann. Es wird aufgezeigt, dass den TN die Risiken von Plastikabfall während des Lebenszyklus grundsätzlich überwiegend bewusst sind, jedoch scheint das Wissen bzw. das Bewusstsein über die Auswirkungen eher einem Basiswissen als einem spezifischen Wissen zu entsprechen.

Alle vier Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen von Plastik auf die menschliche Gesundheit werden jeweils von mehr als der Hälfte der TN als sinnvoll erachtet. Mit 91,9 Prozent wird die Reduzierung der Plastikproduktion und des Plastikgebrauchs als am sinnvollsten gesehen. Diese Ansicht könnte daraus resultieren, dass bei der Ursache des Problems angesetzt wird und eine Reduzierung der Produktion und des Gebrauchs als gut umsetzbar scheint.

Die Produktion von wiederverwendbaren Produkten und Verpackungen (81,2%), das Ersetzen von Plastik durch kompostierbare Materialien und Papier (81,8%) und das Bewusstsein über die Auswirkungen von Plastik auf die Gesundheit/Umwelt zu stärken (80,2%) werden als ähnlich sinnvoll empfunden. Hervorzuheben ist, dass das Recyceln von Plastikverpackungen und Plastikprodukten (63,9%), im Verhältnis, als am wenigsten sinnvoll angesehen wird. Das Bewusstsein der TN über sinnvolle Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen von Plastik auf die menschliche Gesundheit/Umwelt ist somit als ausgeprägt zu bewerten.

Zusammenhänge der Teilfragen

Es wurde ein starker positiver signifikanter Zusammenhang zwischen den Gedanken über die Auswirkungen von Plastikabfall auf die Gesundheit vor der Befragung und dem Besorgnis über die Auswirkungen auf die Gesundheit festgestellt. Je mehr Gedanken sich die TN von der Befragung gemacht haben, desto besorgter sind sie. Dies könnte daraus resultieren, dass TN die sich mehr Gedanken gemacht haben, informierter sind, mehr über möglichen Auswirkungen von Plastik auf die Gesundheit wissen und somit besorgter sind.

Zwischen dem Besorgnis über Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und der Besorgnis über Auswirkungen auf die Umwelt wurde ein mittelstarker positiver Zusammenhang ermittelt. Je besorgter die TN über gesundheitliche Auswirkungen sind, desto

besorgter sind sie über die Auswirkungen auf die Umwelt. Dies kann daraus resultieren, dass die Besorgnis über die Auswirkungen auf die Umwelt und das damit verbundene Wissen über die Folgen, ebenfalls eine Besorgnis über die Auswirkungen auf die Gesundheit hervorruft.

Des Weiteren besteht ein mittelstarker positiver Zusammenhang zwischen der Meinung sich mehr Gedanken über die Auswirkungen von Plastik machen zu sollen und der möglichen Zustimmung zu der Aussage: Eine Reduzierung meines Verbrauchs von Einwegplastik kann sich langfristig positiv auf meine Gesundheit auswirken. Dieser Zusammenhang kann durch das Wissen über positive Auswirkungen, aber noch nicht durchgeführte aktive Veränderungen im Verhalten sowie die daraus resultierende Notwendigkeit sich mehr Gedanken zu machen, ergeben.

Schwache sowie mittlere Zusammenhänge bestehen zwischen dem Bewusstsein über spezifischen Auswirkungen von Plastik auf die menschliche Gesundheit und dem Besorgnis über die Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit. Je besorgter die TN sind, desto mehr sind ihnen spezifische gesundheitliche Auswirkungen bewusst. Dies könnte durch eine vermehrte Auseinandersetzung besorgter TN mit den Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit erklärbar sein.

Bewusstsein und Soziodemografie

Bezogen auf die Zusammenhänge und Unterschiede zwischen ausgewählten Teilfragen und den demografischen Daten können teilweise sowohl signifikante Zusammenhänge als auch signifikante Unterschiede festgestellt werden.

Bezüglich des Geschlechts ergaben sich zwischen Frauen und Männern die folgenden Unterschiede. Frauen haben vor der Befragung prozentual häufiger über die Auswirkungen von Plastikabfall auf die menschliche Gesundheit nachgedacht und sind zudem besorgter über die Auswirkungen von Plastikabfall auf die menschliche Gesundheit als Männer. Diese geschlechtsspezifischen Unterschiede können sich aus einem allgemeinen, größeren Gesundheitsbewusstsein von Frauen und der somit höheren Gewichtung von Gesundheit einhergehen.

Zwischen den Altersgruppen und der Besorgnis über gesundheitliche Auswirkungen gibt es einen signifikanten Zusammenhang. Tendenziell zeigt sich, dass je älter die TN sind, desto höher ist ihre Besorgnis. Diese könnte aus einem höheren Grad der Informiertheit und einer entsprechenden Lebenserfahrung resultieren.

Das Nachdenken über gesundheitliche Auswirkungen vor der Befragung steht in keinem Zusammenhang mit dem Bildungsgrad der TN. Dies weist auf ein gleichermaßen ausgeprägtes Wissen der TN hin und könnte darauf zurückzuführen sein, dass Gesundheit von der gesamten Gesellschaft, unabhängig vom Bildungsgrad als relevant erachtet wird. Es

zeigen sich jedoch tendenziell Unterschiede in Bezug auf die Besorgnis über die Auswirkungen und dem Bildungsgrad. Diese könnten auf einen unterschiedlichen Wissenstand zurückzuführen sein.

5.3 Limitationen

Die Geschlechterverteilung der Stichprobe war ungleich. Es nahmen deutlich mehr Frauen (74,3%) als Männer (22,5%) und Diverse (1%) teil. Aufgrund der geringen Teilnahme Diverser, konnten diese nicht in alle Analysen miteinbezogen werden. Die Aussagekraft bezüglich ihres Bewusstseins ist nicht repräsentativ.

Die Altersverteilung variiert stark, die Umfrage wurde überwiegend von TN der Altersgruppe 18-30 Jahre (70,8%) beantwortet, was auf die Rekrutierung über die Studierendenausschüsse und Social-Media-Kanäle zurückgeführt werden kann. Zudem sind die Ergebnisse der Altersgruppe „Über 60 Jahre“ (5,4%) aufgrund der geringsten TN-Anzahl als weniger repräsentativ zu verstehen. Die weiteren Altersgruppen weisen geringere prozentuale Unterschiede auf.

Der Bildungsgrad der TN unterscheidet sich deutlich. Die Allgemeine Hochschulreife ist der am meisten vertretene Bildungsgrad (38%). Dies kann ebenfalls auf die Rekrutierung über die Studierendenausschüsse und Social-Media-Kanäle zurückgeführt werden. Das geringere Vorkommen der Bildungsgrade Promotion oder höherwertig (2,1%), Realschulabschluss/Fachgebundene Hochschulreife (3,1%) und der Hauptschulabschluss (0,4%), führen zu einer geringeren Repräsentativität dieser.

Des Weiteren könnte es sein, dass an der Umfrage überwiegend Personen teilgenommen haben, die sich für das Thema interessieren und in diesem Zusammenhang schon über ein ausgeprägtes Bewusstsein und Wissen verfügen.

Es ist außerdem zu bedenken, dass die Ergebnisse sich nur auf Deutschland beziehen und nicht auf andere Länder übertragen werden können.

Um die Online-Umfrage nicht zu lang zu gestalten, musste die Anzahl der Fragen begrenzt werden. Um ein noch breiteres Bild über das Bewusstsein der TN zu erhalten, könnten in einer Anschlussbefragung weiterführende Fragen gestellt werden. Dabei kann erfragt werden, wie informiert sich TN über die gesundheitliche Auswirkungen von Plastik und Plastikabfall fühlen.

Aufgrund der Größe des Datensatzes konnte der Zusammenhang zwischen den Altersgruppen sowie dem Bildungsgrad und den entsprechenden Teilfragen nicht anhand des Fisher-Exakt-Test durchgeführt werden. Stattdessen musste die Monte-Carlo-Methode angewandt werden.

6. Handlungsempfehlungen

Im Folgenden werden globale Handlungsempfehlungen für Verbraucher, die Industrie und die Politik aufgezeigt. Diese können vielfältig sein, so dass es sich bei den hier genannten Empfehlungen lediglich um einen Auszug über mögliche Veränderungen handelt (Abbildung 18).

Verbraucher

Es gibt viele verschiedene Möglichkeiten für Verbraucher den Plastikverbrauch zu verringern oder zu vermeiden. Da viele Plastikprodukte nur einmalig verwendet werden, sollte beim Einkaufen darauf geachtet werden, dass kein Obst und Gemüse gekauft werden, das in Plastik verpackt ist. Dies beinhaltet zudem, dass dieses nicht in die im Supermarkt vorzufindenden Plastiktüten eingepackt werden sollte. Bessere Alternativen wären, das Obst und Gemüse nicht einzupacken und Zuhause gründlich abzuwaschen oder eigene, wiederverwendbare Obst- und Gemüsenetze zu benutzen. Außerdem besteht die Möglichkeit in einem Unverpacktladen einzukaufen, der keine in Plastik verpackten Produkte anbietet. Da sich beim Waschen Mikrofasern aus der Kleidung lösen, sollten Kleidungsstücke aus Baumwolle denen aus Synthetischen Fasern vorgezogen werden. Falls Personen bereits im Besitz von Kleidungsstücken aus Mikrofasern sind, können sie diese beim Waschen in einen Mikrofaser-Waschbeutel stecken, um zu vermeiden, dass die Fasern über das Abwasser in die Umwelt gelangen. Bei Kosmetikprodukten sollten Verbraucher darauf achten, dass z.B. Cremes oder Duschgele kein Mikroplastik enthalten. Zudem gibt es mittlerweile in Karton verpackte feste Shampoos und Duschgele, die eine verpackungsfreundlichere Alternative darstellen. Da Mikroplastik auch in Innenräumen präsent ist und sich mit dem Staub verbinden kann, empfiehlt es sich bei der Inneneinrichtung Bodenbeläge aus Naturmaterialien zu verwenden und Beläge wie PVC zu vermeiden. Ebenfalls sollte darauf geachtet werden, dass Teppiche aus Baumwolle oder Wolle denen aus Synthetischen Fasern vorgezogen werden. Des Weiteren sollten Plastikprodukte, die defekt oder alt sind, primär repariert, umgestaltet oder anderweitig aufgebessert werden. Dem Littering kann entgegen gewirkt werden, indem der entstandene Plastikmüll vom Verbraucher sachgerecht entsorgt wird. Zusammengefasst sind eine Reduzierung und Vermeidung von Produkten, die aus Plastik bestehen oder Plastik enthalten zu empfehlen.

Industrie

Durch betriebsübergreifende Schulungen kann ein erhöhtes Bewusstsein im Umgang mit Granulat erreicht werden, so dass der Verlust während der Herstellung, des Transports und der Nutzung verringert werden kann. Da weltweit etwa 80 Prozent des Abwassers ohne Aufbereitung oder Reinigung in das Ökosystem gelangen, empfiehlt sich die Installation von

industriellen Kläranlagen. Zudem könnte die Technik der schon bestehenden Kläranlagen verbessert werden, so dass 100 Prozent des Mikroplastiks aus dem Wasser gefiltert werden können. Des Weiteren können vor allem bei Plastikverpackungen Verbesserungen vorgenommen werden. Plastikverpackungen sollten nur so groß sein, wie ihr eigentlicher Inhalt ist. Wenn möglich sollten sie komplett gegen Papierverpackungen oder Glas ausgetauscht werden. Produkte, für die diese Alternativen nicht umsetzbar sind, sollten in 100 Prozent recyclebarem Plastik verpackt werden. Als weitere, noch bessere Alternative zu herkömmlichem Plastik, bietet sich Bioplastik an. Dieses sollte aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen und biologisch abbaubar sein. In Bezug auf Elektrogeräte sollte auf eine modulare Bauweise geachtet werden, so dass z.B. bei Mobiltelefonen der Akku ausgetauscht werden kann, ohne das gesamte Gerät auszutauschen. Zudem kann durch eine verlängerte Lebensdauer der Geräte eine Plastikeinsparung begünstigt werden.

Politik

Um den Verbrauch von Plastikverpackungen zu verringern, sollte die Politik klare Rahmenbedingungen und verpflichtende Regelungen für Unternehmen einführen. Wie den Ergebnissen zu entnehmen ist, wäre es sinnvoll das spezifische Wissen der Bevölkerung in Bezug auf die Auswirkungen von Plastik und Plastikabfall zu verbessern. Dies könnte im Rahmen von Informationskampagnen in Form von Plakaten oder Kurzwerbespots erfolgen. Weitere Möglichkeiten wären kostenlose Workshops oder Videos.

In öffentlichen Bildungseinrichtung sollte schon früh damit begonnen werden, über mögliche Risiken, die von Plastik ausgehen aufzuklären und Handlungsempfehlungen gegeben werden. An Schulen könnte dies im Rahmen von Projekttagen stattfinden, an Universitäten im Rahmen von Aktionstagen oder Workshops. Die Forschungspolitik des Bundes kann zudem dazu beitragen, dass Projekte, die die Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit untersuchen ausgeschrieben und gefördert werden. Somit könnten die langfristigen gesundheitlich Auswirkungen von Plastik untersucht werden. Um die unsachgemäße Entsorgung von Plastikmüll zu verringern, sollte Littering mit einem Bußgeld einhergehen. Um einen Anreiz zu schaffen, Plastikflaschen sachgemäß zu entsorgen, empfiehlt sich ein Pfandsystem bzw. eine Veränderung hin zu Mehrwegflaschen. Städte, somit die kommunale Politik, könnten entscheiden, dass sie zu einer *Zero Waste City* werden. Die wissenschaftliche Definition von Zero Waste ist: *“Zero Waste: The conservation of all resources by means of responsible production, consumption, reuse, and recovery of products, packaging, and materials without burning and with no discharges to land, water, or air that threaten the environment or human health.”* (ZWIA, 2018).

 Verbraucher	 Industrie	 Politik
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einkauf von unverpacktem Obst und Gemüse oder ▪ Wiederverwendbare Obst- und Gemüsenetze ▪ Einkauf in Unverpacktläden ▪ Kleidungsstücke aus Baumwolle ▪ Wäsche: Mikrofaser-Waschbeutel ▪ Kosmetikprodukte ohne Mikroplastik ▪ Inneneinrichtung aus Naturmaterialien ▪ Plastikprodukte reparieren, umgestalten und aufbessern ▪ Plastikabfall sachgerecht entsorgen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Betriebsübergreifende Bewusstseins-Schulungen ▪ Installation und technische Verbesserungen von Kläranlagen ▪ Passgenaue Größe der Plastikverpackungen ▪ Ersatz durch Papierverpackungen und Glas ▪ Recyclebares Plastik/ Plastikverpackungen ▪ Bioplastik ▪ Verlängerte Lebensdauer von Elektrogeräten ▪ Modulare Bauweise von Elektrogeräten 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verpflichtende Regelungen für Unternehmen ▪ Bewusstseinsförderung der Bevölkerung (Informationsveranstaltungen, Plakate, Werbespots) ▪ Forschungspolitik in Bezug auf Plastik und Gesundheit fördern ▪ Bildungseinrichtungen: Projekttag - Plastik und seine Auswirkungen ▪ Bußgeld gegen Littering ▪ Pfandsystem Plastikflaschen ▪ Kommunen: Zero Waste Cities

Abbildung 18: Handlungsempfehlungen nach Zielgruppe (Quelle: Eigene Darstellung)

7. Fazit

Plastik hat negative Auswirkungen auf die in dieser Arbeit untersuchten Gebiete. Dies umfasst nicht nur die menschliche Gesundheit mit einer Beeinträchtigung physiologischer Prozesse und Entstehung von Krankheiten, sondern auch die Auswirkungen auf die aquatische und terrestrische Umwelt mit deren Lebewesen sowie mögliche negative klimatische und soziale Folgen. Es gibt viele konkrete Maßnahmen, die von Verbrauchern, der Industrie und der Politik umgesetzt werden können. Ansätze für die Maßnahmenentwicklungen sowie eine Einschätzung, wie weitreichend Umstrukturierungen sein sollten, müssen Studien zeigen, die sich wie diese, mit den Auswirkungen von Plastik beschäftigen. Das bei Verbraucher, bereits ein Bewusstsein über die gesundheitlichen Auswirkungen von Plastik und Plastikabfall besteht, zeigt die durchgeführte Studie, jedoch besteht weiterer Handlungsbedarf.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Mehrheit der Verbraucher schon vor der Befragung über Auswirkungen von Plastik auf die menschliche Gesundheit nachgedacht hat und über diese besorgt ist. Die Verbraucher sind zudem der Ansicht, dass sie sich mehr Gedanken über Auswirkungen machen sollten und sich eine Reduzierung ihres Plastikverbrauchs positiv auf ihre Gesundheit auswirken kann. Außerdem ist den meisten Verbrauchern bewusst, dass in allen Plastik-Lebenszyklus-Phasen Risiken für ihre Gesundheit bestehen.

Des Weiteren zeigt sich, dass Frauen im Vergleich zu Männern schon vor der Befragung häufiger über die Auswirkungen von Plastik auf die menschliche Gesundheit nachgedacht haben und zudem besorgter über die gesundheitlichen Auswirkungen sind. Befragte in der Altersgruppe über 60 Jahre zeigen sich besorgter über gesundheitliche Auswirkungen als Jüngere. Das Bewusstsein über gesundheitliche Auswirkungen von Plastik und Plastikabfall steht teilweise in Zusammenhang mit dem Bildungsgrad. Die Repräsentativität der genannten alters- und bildungsspezifischen Aussagen ist als steigerbar anzusehen. Dies kann bei wiederholter Durchführung der Studie, durch eine noch breitere Streuung der Umfrage anhand verschiedener Kanäle erreicht werden.

In Anbetracht dieser Erkenntnisse lassen sich die Forschungsfrage und die weiteren Untersuchungen beantworten. Nach Durchführung der Querschnittsstudie in Form einer Online-Umfrage, wird das Bewusstsein der deutschen Bevölkerung über die Auswirkungen von Plastik und Plastikabfall als überwiegend ausgeprägt eingestuft. Das Wissen über spezifische gesundheitliche Auswirkungen ist jedoch überwiegend kaum bis gar nicht ausgeprägt, was auf ein Basiswissen der Befragten schließen lässt.

Nach Durchführung einer umfangreichen Literaturrecherche wird festgestellt, dass Mikro- und Nanoplastik sowohl durch den direkten Kontakt als auch durch den Kontakt mit der

Umwelt eine große Gefahr für die menschliche Gesundheit darstellt. Diese Gefahren zeigen sich in Form von negativen physiologischen Auswirkungen und spezifischen Krankheiten. Außerdem zeigt sich, dass das Bewusstsein über gesundheitliche Auswirkungen sowohl durch das Geschlecht als auch durch das Alter und den Bildungsgrad beeinflusst wird.

Die Ergebnisse zeigen auf, dass Handlungsbedarf in Bezug auf das Bewusstsein der Verbraucher über spezifische Auswirkungen von Plastik besteht. Durch eine persönliche oder durch die Politik initiierte spezifische Bewusstseinsbildung, können die gesundheitlichen Auswirkungen von Plastik und Plastikabfall greifbarer gemacht werden. Infolgedessen kann der allgemeine Umgang mit Plastik, der eigene Plastikverbrauch und der Konsum von Plastikprodukten hinterfragt werden.

Um an diese Forschung anzuknüpfen, könnte untersucht werden, ob Verbraucher, die ein geringes Bewusstsein über spezifische gesundheitliche Auswirkungen von Plastik haben, häufiger an mit Plastik in Verbindung stehenden Krankheiten leiden.

Abschließend lässt sich sagen, dass Plastik und die damit einhergehenden Auswirkungen ein massives globales Problem darstellen. Es besteht die Notwendigkeit eines globalen Bewusstseins über gesundheitliche und allgemeinen Auswirkungen von Plastik und Plastikabfall. Dafür bedarf es einer gemeinsamen Zusammenarbeit aller Länder und deren Akteure, um den problematischen Auswirkungen adäquat entgegenwirken zu können.

Literaturverzeichnis

- Adobe Stock (2021). <https://stock.adobe.com/de/>
- Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine pollution bulletin*, 62(8), 1596–1605. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030>
- Andrady, A. L. & Neal, M. A. (2009). Applications and societal benefits of plastics. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 364(1526), 1977–1984. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0304>
- Azoulay, D., Villa, P., Arellano, Y., Gordon, M., Moon, D., Miller, K. & Thompson, K. (2019). *Plastic and Health-The Hidden Costs of a Plastic Planet*. <https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2019/02/Plastic-and-Health-The-Hidden-Costs-of-a-Plastic-Planet-February-2019.pdf> (Letzter Aufruf: 28.04.2021).
- Banerjee, A. & Shelver, W. L. (2021). Micro- and nanoplastic induced cellular toxicity in mammals: A review. *The Science of the total environment*, 755(Pt 2), 142518. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142518>
- Barbir, J., Leal Filho, W., Salvia, A. L., Fendt, M. T. C., Babaganov, R., Albertini, M. C., Bonoli, A., Lackner, M. & Müller de Quevedo, D. (2021). Assessing the Levels of Awareness among European Citizens about the Direct and Indirect Impacts of Plastics on Human Health. *International journal of environmental research and public health*, 18(6). <https://doi.org/10.3390/ijerph18063116>
- Bellas, J., Martínez-Armental, J., Martínez-Cámara, A., Besada, V. & Martínez-Gómez, C. (2016). Ingestion of microplastics by demersal fish from the Spanish Atlantic and Mediterranean coasts. *Marine pollution bulletin*, 109(1), 55–60. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.06.026>
- Bertling, J., Hamann, L. & Bertling, R. *Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik: Ursachen, Mengen, Umweltschicksale, Wirkungen, Lösungsansätze, Empfehlungen*. http://publica.fraunhofer.de/eprints/urn_nbn_de_0011-n-4971178.pdf (Letzter Aufruf: 14.07.2021).
- Blättner, B. & Waller, H. (2018). *Gesundheitswissenschaft: Eine Einführung in Grundlagen, Theorie und Anwendung* (6., überarbeitete Auflage). Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.
- Boer, J. de, Wester, P. G., Klamer, H. J. C., Lewis W. E. & Boon, J. P. Do flame retardants threaten ocean life? *Nature*, 1998(394), 28–29. <https://doi.org/10.1038/27798>
- Bosker, T., Bouwman, L. J., Brun, N. R., Behrens, P. & Vijver, M. G. (2019). Microplastics accumulate on pores in seed capsule and delay germination and root growth of the terrestrial vascular plant *Lepidium sativum*. *Chemosphere*, 226, 774–781. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.03.163>
- Boucher, J. & Friot, D. (2017). *Primary microplastics in the oceans: A global evaluation of sources*. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2017-002-En.pdf> (Letzter Aufruf: 19.06.2021).
- Bouwmeester, H., Hollman, P. C. H. & Peters, R. J. B. (2015). Potential Health Impact of Environmentally Released Micro- and Nanoplastics in the Human Food Production Chain: Experiences from Nanotoxicology. *Environmental science & technology*, 49(15), 8932–8947. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b01090>
- Campanale, C., Massarelli, C., Savino, I., Locaputo, V. & Uricchio, V. F. (2020). A Detailed Review Study on Potential Effects of Microplastics and Additives of Concern on Human Health.

- International journal of environmental research and public health*, 17(4).
<https://doi.org/10.3390/ijerph17041212>
- Centre for International Environmental Law (CIEL) (2019). *Plastic & Climate: The Hidden Costs of a Plastic Planet*. <https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2019/05/Plastic-and-Climate-FINAL-2019.pdf> (Letzter Aufruf: 11.06.2021).
- Chen, G., Feng, Q. & Wang, J. (2020). Mini-review of microplastics in the atmosphere and their risks to humans. *The Science of the total environment*, 703, 135504.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135504>
- Cook, C. R. & Halden, R. U. (2020). Ecological and health issues of plastic waste. In T. M. Letcher & L. House (Hg.), *Plastic waste and recycling: Environmental impact, societal issues, prevention, and solutions* (S. 513–527). London: Academic Press.
- Darnerud, P. (2003). Toxic effects of brominated flame retardants in man and in wildlife. *Environment International*, 29(6), 841–853. [https://doi.org/10.1016/S0160-4120\(03\)00107-7](https://doi.org/10.1016/S0160-4120(03)00107-7)
- Degen, G. H. (2004). Endokrine Disruptoren in Lebensmitteln. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*, 47(9), 848–856. <https://doi.org/10.1007/s00103-004-0893-5>
- Deng, Y., Zhang, Y., Lemos, B. & Ren, H. (2017). Tissue accumulation of microplastics in mice and biomarker responses suggest widespread health risks of exposure. *Scientific reports*, 7, 46687.
<https://doi.org/10.1038/srep46687>
- Dris, R., Gasperi, J., Mirande, C., Mandin, C., Guerrouache, M., Langlois, V. & Tassin, B. (2017). A first overview of textile fibers, including microplastics, in indoor and outdoor environments. *Environmental pollution*, 221, 453–458. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.12.013>
- Dris, R., Gasperi, J., Rocher, V., Saad, M., Renault, N. & Tassin, B. (2015). Microplastic contamination in an urban area: a case study in Greater Paris. *Environmental Chemistry*, 12(5).
<https://doi.org/10.1071/EN14167>
- Dris, R., Gasperi, J., Saad, M., Mirande, C. & Tassin, B. (2016). Synthetic fibers in atmospheric fall-out: A source of microplastics in the environment? *Marine pollution bulletin*, 104(1-2), 290–293. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.01.006>
- Duis, K. & Coors, A. (2016). Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects. *Environmental sciences Europe*, 28(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s12302-015-0069-y>
- Ebere, E. C., Wirnkor V. A. & Ngozi, V. E. (2019). *Uptake of Microplastics by Plant: a Reason to Worry or to be Happy?* <http://www.worldscientificnews.com/wp-content/uploads/2019/06/WSN-131-2019-256-267.pdf> (Letzter Aufruf: 17.07.2021).
- Edo, C., González-Pleiter, M., Leganés, F., Fernández-Piñas, F. & Rosal, R. (2020). Fate of microplastics in wastewater treatment plants and their environmental dispersion with effluent and sludge. *Environmental pollution*, 259. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113837>
- European Commission (2011). *Plastic Waste: Ecological and Human Health Impacts*. https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/IR1_en.pdf (Letzter Aufruf: 11.06.2021).
- European Food Safety Authority (EFSA) (2016). Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood: EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). *EFSA Journal*, 14(6). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4501>
- Faltermaier, T. (2017). *Gesundheitspsychologie*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Faltermaier, T. (2020). *Salutogenese*. (Letzter Aufruf: 20.07.2021).

- Fath, A. (2019a). *Mikroplastik*. Berlin, Heidelberg: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-57852-0>
- Fath, A. (2019b). *Mikroplastik kompakt*. Wiesbaden: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-25734-7>
- Felixberger, J. K. (2017). *Chemie für Einsteiger*. Berlin, Heidelberg: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-52821-1>
- Ganesan, S., Comstock, A. T. & Sajjan, U. S. (2013). Barrier function of airway tract epithelium. *Tissue barriers*, 1(4), e24997. <https://doi.org/10.4161/tisb.24997>
- Geyer, R. (2020). Production, use, and fate of synthetic polymers. In T. M. Letcher & L. House (Hg.), *Plastic waste and recycling: Environmental impact, societal issues, prevention, and solutions* (S. 13–32). London: Academic Press.
- Geyer, R., Jambeck, J. R. & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science advances*, 3(7), e1700782. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- Haring, R. (2019). *Gesundheitswissenschaften*. Berlin: Springer.
- Heinrich-Böll-Stiftung & BUND (2019). *Plastikatlas 2019 - Daten und Fakten über eine Welt voller Kunststoff*. https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/chemie/chemie_plastikatlas_2019.pdf (Letzter Aufruf: 28.04.2021).
- Horton, A. A., Walton, A., Spurgeon, D. J., Lahive, E. & Svendsen, C. (2017). Microplastics in fresh-water and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. *The Science of the total environment*, 586, 127–141. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.190>
- Hurley, R., Horton, A., Lusher, A. & Nizzetto, L. (2020). Plastic waste in the terrestrial environment. In T. M. Letcher & L. House (Hg.), *Plastic waste and recycling: Environmental impact, societal issues, prevention, and solutions* (S. 163–193). London: Academic Press.
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R. & Law, K. L. (2015). Marine pollution. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science (New York, N.Y.)*, 347(6223), 768–771. <https://doi.org/10.1126/science.1260352>
- Karbalaei, S., Hanachi, P., Walker, T. R. & Cole, M. (2018). Occurrence, sources, human health impacts and mitigation of microplastic pollution. *Environmental science and pollution research international*, 25(36), 36046–36063. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3508-7>
- Koelmans, A. A., Kooi, M., Law, K. L. & van Sebille, E. (2017). All is not lost: deriving a top-down mass budget of plastic at sea. *Environmental Research Letters*, 12(11), 114028. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa9500>
- Koenders, E., Weise, K. & Vogt, O. (2020). *Werkstoffe im Bauwesen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-32216-8>
- Kosuth, M., Mason, S. A. & Wattenberg, E. V. (2018). Anthropogenic contamination of tap water, beer, and sea salt. *PLoS one*, 13(4), e0194970. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194970>
- Krüger, O. (2018). Kunststoffe. In G. Schulze (Hg.), *Werkstoffkunde* (S. 397–484). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Kühn, S., Bravo Rebolledo, E. L. & van Franeker, J. A. (2015). Deleterious Effects of Litter on Marine Life. In M. Bergmann, L. Gutow & M. Klages (Hg.), *Marine Anthropogenic Litter* (S. 75–116). Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer.
- Laist, D. W. (1997). Impacts of Marine Debris: Entanglement of Marine Life in Marine Debris Including a Comprehensive List of Species with Entanglement and Ingestion Records. In D. E.

- Alexander, J. M. Coe & D. B. Rogers (Hg.), *Springer Series on Environmental Management. Marine Debris*. New York: Springer.
- Lambert, S., Sinclair, C. & Boxall, A. (2014). Occurrence, degradation, and effect of polymer-based materials in the environment. *Reviews of environmental contamination and toxicology*, 227, 1–53. https://doi.org/10.1007/978-3-319-01327-5_1
- Lang, I. A., Galloway, T. S., Scarlett, A., Henley, W. E., Depledge, M., Wallace, R. B. & Melzer, D. (2008). Association of urinary bisphenol A concentration with medical disorders and laboratory abnormalities in adults. *JAMA*, 300(11), 1303–1310. <https://doi.org/10.1001/jama.300.11.1303>
- Law, K. L. (2017). Plastics in the Marine Environment. *Annual review of marine science*, 9, 205–229. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010816-060409>
- Lebreton, L., Slat, B., Ferrari, F., Sainte-Rose, B., Aitken, J., Marthouse, R., Hajbane, S., Cunsolo, S., Schwarz, A., Levivier, A., Noble, K., Debeljak, P., Maral, H., Schoeneich-Argent, R., Brambini, R. & Reisser, J. (2018). Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. *Scientific reports*, 8(1), 4666. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22939-w>
- Lechthaler, S. (2020). *Makroplastik in der Umwelt*. Wiesbaden: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-30337-2>
- Lehner, R., Weder, C., Petri-Fink, A. & Rothen-Rutishauser, B. (2019). Emergence of Nanoplastic in the Environment and Possible Impact on Human Health. *Environmental science & technology*, 53(4), 1748–1765. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b05512>
- Li, D.-K., Zhou, Z., Miao, M., He, Y., Qing, D., Wu, T., Wang, J., Weng, X., Ferber, J., Herrinton, L. J., Zhu, Q., Gao, E. & Yuan, W. (2010). Relationship between urine bisphenol-A level and declining male sexual function. *Journal of andrology*, 31(5), 500–506. <https://doi.org/10.2164/jandrol.110.010413>
- Li, D.-K., Zhou, Z., Miao, M., He, Y., Wang, J., Ferber, J., Herrinton, L. J., Gao, E. & Yuan, W. (2011). Urine bisphenol-A (BPA) level in relation to semen quality. *Fertility and sterility*, 95(2), 625–30.e1-4. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2010.09.026>
- Liebezeit, G. & Liebezeit, E. (2013). Non-pollen particulates in honey and sugar. *Food additives & contaminants. Part A, Chemistry, analysis, control, exposure & risk assessment*, 30(12), 2136–2140. <https://doi.org/10.1080/19440049.2013.843025>
- Liebmann, B., Brielmann, H., Heinfellner, H., Hohenblum, P., Köppel, S., Schaden, S. & Uhl, M. (2015). *Mikroplastik in der Umwelt: Vorkommen, Nachweis und Handlungsbedarf*. <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0550.pdf> (Letzter Aufruf: 10.08.2021).
- Lippiatt, S., Opfer, S. & Arthur, C. (2013). *Marine Debris Monitoring and Assessment: Recommendations for Monitoring Debris Trends in the Marine Environment*. <https://marinedebris.noaa.gov/sites/default/files/Lippiatt%20et%20al%202013.pdf> (Letzter Aufruf: 26.05.2021).
- Lithner, D., Larsson, A. & Dave, G. (2011). Environmental and health hazard ranking and assessment of plastic polymers based on chemical composition. *The Science of the total environment*, 409(18), 3309–3324. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.04.038>
- Litterbase (2021). *Distribution of litter types in different realms (1,304 publications)*. https://litterbase.awi.de/litter_graph (Letzter Aufruf: 03.06.2021).
- Mason, S. A., Welch, V. G. & Neratko, J. (2018). Synthetic Polymer Contamination in Bottled Water. *Frontiers in chemistry*, 6. <https://doi.org/10.3389/fchem.2018.00407>

- McDermid, K. J. & McMullen, T. L. (2004). Quantitative analysis of small-plastic debris on beaches in the Hawaiian Archipelago. *Marine pollution bulletin*, 48(7-8), 790–794. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2003.10.017>
- Monneret, C. (2017). What is an endocrine disruptor? *Comptes rendus biologiques*, 340(9-10), 403–405. <https://doi.org/10.1016/j.crvi.2017.07.004>
- Moon, H.-B., Kannan, K., Lee, S.-J. & Choi, M. (2007). Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in sediment and bivalves from Korean coastal waters. *Chemosphere*, 66(2), 243–251. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2006.05.025>
- Mrakovcic, M., Meindl, C., Roblegg, E. & Fröhlich, E. (2014). Reaction of monocytes to polystyrene and silica nanoparticles in short-term and long-term exposures. *Toxicology research*, 3(2), 86–97. <https://doi.org/10.1039/C3TX50112D>
- Naturschutzbund Deutschland (NABU) (2021). *Plastikmüll und seine Folgen*. <https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/meere/muellkippe-meer/muellkippemeer.html> (Letzter Aufruf: 09.07.2021).
- Ogata, Y., Takada, H., Mizukawa, K., Hirai, H., Iwasa, S., Endo, S., Mato, Y., Saha, M., Okuda, K., Nakashima, A., Murakami, M., Zurcher, N., Booyatumanondo, R., Zakaria, M. P., Le Dung, Q., Gordon, M., Miguez, C., Suzuki, S., Moore, C., Karapanagioti, H. K., Weerts, S., McClurg, T., Bures, E., Smith, W., van Velkenburg, M., Lang, J. S., Lang, R. C., Laursen, D., Danner, B., Stewardson, N. & Thompson, R. C. (2009). International Pellet Watch: global monitoring of persistent organic pollutants (POPs) in coastal waters. 1. Initial phase data on PCBs, DDTs, and HCHs. *Marine pollution bulletin*, 58(10), 1437–1446. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.06.014>
- Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) (2021). *Gesundheit*. <https://www.oecdbetterlifeindex.org/de/topics/health-de/> (Letzter Aufruf: 20.06.2021).
- Peeken, I., Primpke, S., Beyer, B., Gütermann, J., Katlein, C., Krumpen, T., Bergmann, M., Hehemann, L. & Gerdt, G. (2018). Arctic sea ice is an important temporal sink and means of transport for microplastic. *Nature communications*, 9(1), 1505. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03825-5>
- Peng, J.-H., Huang, C.-W., Weng, Y.-M. & Yak, H.-K. (2007). Determination of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in fish samples from rivers and estuaries in Taiwan. *Chemosphere*, 66(10), 1990–1997. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2006.07.094>
- PlasticsEurope (2020). *Plastics - the Facts 2020*. https://www.plasticseurope.org/application/files/5716/0752/4286/AF_Plastics_the_facts-WEB-2020-ING_FINAL.pdf (Letzter Aufruf: 28.07.2021).
- Prata, J. C. (2018). Airborne microplastics: Consequences to human health? *Environmental pollution*, 234, 115–126. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.043>
- Prata, J. C., Da Costa, J. P., Lopes, I., Duarte, A. C. & Rocha-Santos, T. (2020). Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects. *The Science of the total environment*, 702, 134455. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134455>
- Priehl, B., Meindl, C., Roblegg, E., Pieber, T. R., Lanzer, G. & Fröhlich, E. (2014). Nano-sized and micro-sized polystyrene particles affect phagocyte function. *Cell biology and toxicology*, 30(1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s10565-013-9265-y>
- Revel, M., Châtel, A. & Mouneyrac, C. (2018). Micro(nano)plastics: A threat to human health? *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 1, 17–23. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2017.10.003>

- Rhodes, C. J. (2018). Plastic pollution and potential solutions. *Science progress*, 101(3), 207–260. <https://doi.org/10.3184/003685018x15294876706211>
- Rios, L. M., Jones, P. R., Moore, C. & Narayan, U. V. (2010). Quantitation of persistent organic pollutants adsorbed on plastic debris from the Northern Pacific Gyre's "eastern garbage patch". *Journal of Environmental Monitoring*, 12(12), 2226–2236. <https://doi.org/10.1039/c0em00239a>
- Robert-Koch-Institut (RKI) (2008). Oxidativer Stress und Möglichkeiten seiner Messung aus umweltmedizinischer Sicht: Mitteilung der Kommission "Methoden und Qualitätssicherung in der Umweltmedizin". *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*, 51(12), 1464–1482. <https://doi.org/10.1007/s00103-008-0720-5>
- Rochman, C. M. (2015). The Complex Mixture, Fate and Toxicity The Complex Mixture, Fate and Toxicity of Chemicals Associated with Plastic Debris in the Marine Environment. In M. Bergmann, L. Gutow & M. Klages (Hg.), *Marine Anthropogenic Litter* (S. 117–140). Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer.
- Roman, L., Hardesty, B. D., Hindell, M. A. & Wilcox, C. (2019). A quantitative analysis linking seabird mortality and marine debris ingestion. *Scientific reports*, 9(1), 1–7. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-36585-9>
- Rubio, L., Marcos, R. & Hernández, A. (2020). Potential adverse health effects of ingested micro- and nanoplastics on humans. Lessons learned from in vivo and in vitro mammalian models. *Journal of toxicology and environmental health. Part B, Critical reviews*, 23(2), 51–68. <https://doi.org/10.1080/10937404.2019.1700598>
- Rudel, R. A., Camann, D. E., Spengler, J. D., Korn, L. R. & Brody, J. G. (2003). Phthalates, alkylphenols, pesticides, polybrominated diphenyl ethers, and other endocrine-disrupting compounds in indoor air and dust. *Environmental science & technology*, 37(20), 4543–4553. <https://doi.org/10.1021/es0264596>
- Ryberg, M. W., Laurent, A. & Hauschild, M. Z. (2018). *Mapping of global plastics value chain and plastics losses to the environment: with a particular focus on marine environment*. https://backend.orbit.dtu.dk/ws/files/163092267/UN_2018_Mapping_of_global_plastics_value_chain_and_hotspots_final_version.pdf (Letzter Aufruf: 11.05.2021).
- Schechter, A., Malik, N., Haffner, D., Smith, S., Harris, T. R., Paepke, O. & Birnbaum, L. (2010). Bisphenol A (BPA) in U.S. food. *Environmental science & technology*, 44(24), 9425–9430. <https://doi.org/10.1021/es102785d>
- Souza Machado, A. A. de, Lau, C. W., Till, J., Kloas, W., Lehmann, A., Becker, R. & Rillig, M. C. (2018). Impacts of Microplastics on the Soil Biophysical Environment. *Environmental science & technology*, 52(17), 9656–9665. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b02212>
- Suhrhoff, T. J. & Scholz-Böttcher, B. M. (2016). Qualitative impact of salinity, UV radiation and turbulence on leaching of organic plastic additives from four common plastics - A lab experiment. *Marine pollution bulletin*, 102(1), 84–94. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.11.054>
- Townsend, A. K. & Barker, C. M. (2014). Plastic and the nest entanglement of urban and agricultural crows. *PloS one*, 9(1), e88006. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0088006>
- Umweltbundesamt (UBA) (2017). *Verrottet Plastik gar nicht oder nur sehr langsam?* <https://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/verrottet-plastik-gar-nicht-nur-sehr-langsam> (Letzter Aufruf: 18.06.2021).

- Umweltbundesamt (UBA) (2020). *Weiterhin sehr hohes Aufkommen von Abfällen in der Umwelt*. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/weiterhin-sehr-hohes-aufkommen-von-abfaellen-in-der> (Letzter Aufruf: 21.07.2021).
- Walczak, A. P., Kramer, E., Hendriksen, P. J. M., Tromp, P., Helsper, J. P. F. G., van der Zande, M., Rietjens, I. M. C. M. & Bouwmeester, H. (2015). Translocation of differently sized and charged polystyrene nanoparticles in in vitro intestinal cell models of increasing complexity. *Nanotoxicology*, 9(4), 453–462. <https://doi.org/10.3109/17435390.2014.944599>
- Waldschläger, K. (2019). *Mikroplastik in der aquatischen Umwelt*. Wiesbaden: Springer.
- Walker, S. & Rothman, R. (2020). Life cycle assessment of bio-based and fossil-based plastic: A review. *Journal of Cleaner Production*, 261, 121158. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121158>
- Wan, Y., Wu, C., Xue, Q. & Hui, X. (2019). Effects of plastic contamination on water evaporation and desiccation cracking in soil. *The Science of the total environment*, 654, 576–582. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.123>
- Weißbach, W. & Dahms, M. (2010). *Werkstoffkunde: Strukturen, Eigenschaften, Prüfung* (17., überarb. und aktualisierte Aufl.). Wiesbaden: Vieweg & Teubner.
- Welden, N. A. (2020). The environmental impacts of plastic pollution. In T. M. Letcher & L. House (Hg.), *Plastic waste and recycling: Environmental impact, societal issues, prevention, and solutions* (S. 195–222). London: Academic Press.
- Welden, N. A. & Cowie, P. R. (2017). Degradation of common polymer ropes in a sublittoral marine environment. *Marine pollution bulletin*, 118(1-2), 248–253. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.02.072>
- Welden, N. A. & Lusher, A. (2020). Microplastics: from origin to impacts. In T. M. Letcher & L. House (Hg.), *Plastic waste and recycling: Environmental impact, societal issues, prevention, and solutions* (S. 223–250). London: Academic Press.
- Woodall, L. C., Sanchez-Vidal, A., Canals, M., Paterson, G. L. J., Coppock, R., Sleight, V., Calafat, A., Rogers, A. D., Narayanaswamy, B. E. & Thompson, R. C. (2014). The deep sea is a major sink for microplastic debris. *Royal Society open science*, 1(4), 140317. <https://doi.org/10.1098/rsos.140317>
- World Health Organisation (WHO) (2013). *WHO verweist in neuem Bericht auf ungleiche gesundheitliche Fortschritte in Europa und fordert zur Messung des Fortschritts eine genauere Erfassung des Wohlbefindens*. <https://www.euro.who.int/de/media-centre/sections/press-releases/2013/03/new-who-report-reveals-unequal-improvements-in-health-in-europe-and-calls-for-measurement-of-well-being-as-marker-of-progress> (Letzter Aufruf: 20.06.2021).
- Wright, S. L. & Kelly, F. J. (2017). Plastic and Human Health: A Micro Issue? *Environmental science & technology*, 51(12), 6634–6647. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00423>
- Wu, B., Wu, X., Liu, S., Wang, Z. & Chen, L. (2019). Size-dependent effects of polystyrene microplastics on cytotoxicity and efflux pump inhibition in human Caco-2 cells. *Chemosphere*, 221, 333–341. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.01.056>
- Yacobi, N. R., Malmstadt, N., Fazlollahi, F., DeMaio, L., Marchelletta, R., Hamm-Alvarez, S. F., Borok, Z., Kim, K.-J. & Crandall, E. D. (2010). Mechanisms of alveolar epithelial translocation of a defined population of nanoparticles. *American journal of respiratory cell and molecular biology*, 42(5), 604–614. <https://doi.org/10.1165/rcmb.2009-0138OC>
- Zero Waste International Alliance (ZWIA) (2018). *Zero Waste Definition*. <https://zwia.org/zero-waste-definition/> (Letzter Aufruf: 08.07.2021).

- Zhao, S., Zhu, L. & Li, D. (2016). Microscopic anthropogenic litter in terrestrial birds from Shanghai, China: Not only plastics but also natural fibers. *The Science of the total environment*, 550, 1110–1115. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.112>
- Zubris, K. A. V. & Richards, B. K. (2005). Synthetic fibers as an indicator of land application of sludge. *Environmental pollution*, 138(2), 201–211. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2005.04.013>

Anhang

Anhang I: Für diese Arbeit relevante Fragen des Fragebogens

COVID-19 und Einwegplastik in deutschen Haushalten: eine Bewertung der Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt



Dieser Fragebogen ist Teil einer Studie des Forschungs- und Transferzentrum für Nachhaltigkeit und Klimafolgenmanagement (FTZ-NK), welche untersucht, ob und inwieweit sich die COVID-19-Pandemie auf die Einwegplastikabfälle in deutschen Haushalten auswirkt.

Die Teilnahme ist freiwillig.

Es gibt keine richtigen oder falschen Antworten, da wir uns für Ihr persönliches Verständnis bzw. Verhalten interessieren.

Bitte wählen Sie für jede Frage die Antwortmöglichkeit(en), die am besten auf Sie zutreffen. Wenn Sie als Antwortoption „Sonstige“ auswählen, geben Sie bitte jeweils Ihre Antwort in dem dafür vorgesehenen Feld ein. Die Umfrage dauert etwa 15 Minuten.

Ihre Antworten werden vertraulich behandelt, anonymisiert und werden ausschließlich zur statistischen Auswertung verwendet.

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

In dieser Umfrage sind 23 Fragen enthalten.

Soziodemographische Daten

1. Bitte wählen Sie Ihr Geschlecht aus: *

● Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Weiblich
- Männlich
- Divers
- Keine Antwort

2. Bitte geben Sie Ihre Altersgruppe an: *

● Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- 18-30 Jahre
- 31-45 Jahre
- 46-60 Jahre
- Über 60 Jahre
- Keine Antwort

3. Bitte geben Sie Ihren höchsten Bildungsabschluss an: *

● Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Kein Schulabschluss
- Hauptschulabschluss
- Realschulabschluss/ Fachgebundene Hochschulreife
- Allgemeine Hochschulreife
- Abgeschlossene Berufsausbildung
- Abgeschlossenes Bachelorstudium/ Zwischendiplom (oder gleichwertig)
- Abgeschlossenes Masterstudium / Diplom / Staatsexamen (oder gleichwertig)
- Promotion (Doktor) oder höherwertig
- Keine Antwort

Plastikabfall und Umwelt

11. Wie besorgt sind Sie über den Einfluss von Plastikabfall auf die Umwelt? *

● Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Sehr besorgt
- Ziemlich besorgt
- Besorgt
- Nicht sehr besorgt
- Gar nicht besorgt
- Keine Antwort

Plastikabfall und Gesundheit

16. Wie häufig haben Sie schon vor dem heutigen Tag über die Auswirkungen von Plastikmüll auf die menschliche Gesundheit nachgedacht? *

● Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Sehr häufig
- Ziemlich häufig
- Etwas
- Kaum
- Gar nicht
- Keine Antwort

17. Wie besorgt sind Sie über die Auswirkungen von Plastikmüll auf Ihre Gesundheit? *

● Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Sehr besorgt
- Ziemlich besorgt
- Etwas besorgt
- Kaum besorgt
- Gar nicht besorgt
- Keine Antwort

18. Bitte geben Sie an, inwieweit Sie der folgenden Aussage zustimmen: „Eine Reduzierung meines Verbrauchs von Einwegplastik kann sich langfristig positiv auf meine Gesundheit auswirken“: *

● Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Stimme zu
- Stimme eher zu
- Weder noch
- Stimme eher nicht zu
- Stimme nicht zu
- Keine Antwort

19. Meinen Sie, Sie sollten sich mehr Gedanken über die Auswirkungen von Plastikmüll auf Ihre Gesundheit machen? *

● Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Stimme vollständig zu
- Stimme eher zu
- Weder noch
- Stimme eher nicht zu
- Stimme nicht zu
- Keine Antwort

20. In welchen Hauptphasen des Lebenszyklus von Einwegplastik vermuten Sie Risiken für die menschliche Gesundheit? (Mehrfachnennungen möglich)

Kunststoffe haben einen Lebenszyklus, welcher vier verschiedene Hauptphasen beinhaltet:

i. Gewinnung & Transport

ii. Veredelung & Herstellung

iii. Verbraucherverwendung

iv. Abfallwirtschaft

*

● Bitte wählen Sie die zutreffenden Antworten aus:

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- Gewinnung und Transport
- Veredelung und Herstellung
- Verbraucherverwendung
- Abfallentsorgung

21. Entlang des Lebenszyklus von Kunststoffen ist der Mensch einer Reihe von giftigen Chemikalien und Mikroplastik ausgesetzt. Diese gelangen durch das Einatmen, Verschlucken oder direkt über den Hautkontakt in den menschlichen Körper.

Bitte geben Sie an, inwieweit Sie sich der folgenden gesundheitlichen Auswirkungen bewusst sind, die durch giftige Chemikalien und Mikroplastik in den verschiedenen Stadien des Lebenszyklus von Kunststoffen freigesetzt werden.

*

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	Sehr bewusst	Ziemlich bewusst	Etwas bewusst	Kaum bewusst	Gar nicht bewusst	Keine Antwort
Autoimmunerkrankungen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Herz-Kreislauf-Erkrankungen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Chronische Entzündungen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diabetes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Entzündliche Darmerkrankungen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Auswirkungen auf die psychische Gesundheit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reproduktive Probleme	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

22. Welche Maßnahmen halten Sie für sinnvoll, um die Auswirkungen von Plastik auf die menschliche Gesundheit sowie die Auswirkungen von Plastik auf die Umwelt zu verringern? (Mehrfachnennungen möglich)

*

Bitte wählen Sie die zutreffenden Antworten aus:

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- Reduzierung der Plastikproduktion und des Plastikgebrauchs
- Produktion von wiederverwendbaren Produkten und Verpackungen
- Ersetzen von Plastik durch kompostierbare Materialien und Papier
- Vermehrtes recyceln von Plastikverpackungen und Plastikprodukten
- Bewusstsein über Auswirkungen von Plastik auf die Gesundheit/Umwelt stärken

Vielen Dank für Ihre Teilnahme an dieser Befragung. Falls Sie eine Kopie der Ergebnisse erhalten möchten, wenden Sie sich bitte an: bioplastics@ls.haw-hamburg.de.

Anhang II: Relevanteste SPSS-Ausgaben

Zusammenhänge

- a. Bereits vor der Befragung über Auswirkungen von Plastikabfall auf die menschliche Gesundheit nachgedacht und Besorgnis über Auswirkungen

			F15thoughts_ health	F16worry_ health
Spearman-Rho	F15thoughts_ health	Korrelationskoeffizient	1,000	,572**
		Sig. (2-seitig)	.	,000
		N	476	474
	F16worry_ health	Korrelationskoeffizient	,572**	1,000
		Sig. (2-seitig)	,000	.
		N	474	475

- b. Besorgnis über die Auswirkungen von Plastikabfall auf die Gesundheit und Besorgnis über die Auswirkungen von Plastikabfall auf die Umwelt

			F16worry_ health	F11worry_ environment
Spearman-Rho	F16worry_ health	Korrelationskoeffizient	1,000	,433**
		Sig. (2-seitig)	.	,000
		N	475	475
	F11worry_ environment	Korrelationskoeffizient	,433**	1,000
		Sig. (2-seitig)	,000	.
		N	475	478

- c. Mehr Gedanken über die Auswirkungen von Plastikabfall auf Gesundheit und Zustimmung: positive Auswirkungen durch Reduzierung des Einwegplastiks

			F18morethoughts_ agreement	F17reduction_ agreement
Spearman-Rho	F18morethoughts_ agreement	Korrelationskoeffizient	1,000	,424**
		Sig. (2-seitig)	.	,000
		N	467	460
	F17reduction_ agreement	Korrelationskoeffizient	,424**	1,000
		Sig. (2-seitig)	,000	.
		N	460	469

- d. Maßnahme Stärkung des Bewusstseins über Auswirkungen von Plastik auf die menschliche Gesundheit/Umwelt und Zustimmung: Positive Auswirkungen durch Reduzierung des Einwegplastiks

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	44,346 ^a	4	,000
Likelihood-Quotient	38,224	4	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	38,630	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	469		

Symmetrische Maße

		Wert	Näherungsweise Signifikanz
Nominal- bzgl. Nominalmaß	Phi	,307	,000
	Cramer-V	,307	,000
	Kontingenzkoeffizient	,294	,000
Anzahl der gültigen Fälle		469	

Soziodemografie: Zusammenhänge und Unterschiede

- a. Bereits vor der Befragung über Auswirkungen von Plastikabfall auf die menschliche Gesundheit nachgedacht und Geschlecht

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)	Punkt-Wahrscheinlichkeit
Chi-Quadrat nach Pearson	15,434 ^a	8	,051	,047		
Likelihood-Quotient	16,116	8	,041	,025		
Exakter Test nach Fisher	18,400			,016		
Zusammenhang linear-mit-linear	8,845 ^b	1	,003	,003	,002	,001
Anzahl der gültigen Fälle		466				

Symmetrische Maße

		Wert	Näherungsweise Signifikanz	Exakte Signifikanz
Nominal- bzgl. Nominalmaß	Phi	,182	,051	,047
	Cramer-V	,129	,051	,047
Anzahl der gültigen Fälle		466		

Statistik für Test^a

F15thoughts_health	
Mann-Whitney-U	14899,000
Wilcoxon-W	20677,000
Z	-3,563
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000

b. Besorgnis über die Auswirkungen von Plastikabfall auf die Gesundheit und Geschlecht

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)	Punkt-Wahrscheinlichkeit
Chi-Quadrat nach Pearson	24,249 ^a	8	,002	,008		
Likelihood-Quotient	22,550	8	,004	,003		
Exakter Test nach Fisher	23,106			,001		
Zusammenhang linear- mit-linear	10,146 ^b	1	,001	,001	,001	,000
Anzahl der gültigen Fälle	465					

Symmetrische Maße

		Wert	Näherungsw eise Signifikanz	Exakte Signifikanz
Nominal- bzgl. Nominalmaß	Phi	,228	,002	,008
	Cramer-V	,161	,002	,008
Anzahl der gültigen Fälle		465		

Statistik für Test^a

F16worry_health	
Mann-Whitney-U	15405,500
Wilcoxon-W	21183,500
Z	-3,091
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,002

c. Besorgnis über die Auswirkungen von Plastikabfall auf die Gesundheit und Altersgruppen

Mann-Whitney-Test

Ränge

	F2age	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
F16worry_health	18-30 Jahre	338	177,35	59945,50
	Über 60 Jahre	24	239,90	5757,50
	Gesamt	362		

Statistik für Test^a

F16worry_healthy	
Mann-Whitney-U	2654,500
Wilcoxon-W	59945,500
Z	-3,047
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,002

Mann-Whitney-Test

Ränge

F2age		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
F16worry_healthy	31-45 Jahre	71	44,39	3151,50
	Über 60 Jahre	24	58,69	1408,50
	Gesamt	95		

Statistik für Test^a

F16worry_healthy	
Mann-Whitney-U	595,500
Wilcoxon-W	3151,500
Z	-2,338
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,019

- d. Besorgnis über die Auswirkungen von Plastikabfall auf die Gesundheit und Bildungsgrad

Mann-Whitney-Test

Ränge

F3education		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
F16worry_healthy	Realschulabschluss/Fachgebundene Hochschulreife	15	136,23	2043,50
	Allgemeine Hochschulreife	181	95,37	17262,50
	Gesamt	196		

Statistik für Test^a

F16worry_healthy	
Mann-Whitney-U	791,500
Wilcoxon-W	17262,500
Z	-2,912
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,004

Mann-Whitney-Test

		Ränge		
	F3education	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
F16worry_health	Realschulabschluss/Fac hgebundene Hochschulreife	15	96,60	1449,00
	Abgeschlossenes Bachelorstudium/Zwisch endiplom (oder gleichwertig)	122	65,61	8004,00
	Gesamt	137		

Statistik für Test^a

		F16worry_he alth
Mann-Whitney-U		501,000
Wilcoxon-W		8004,000
Z		-3,068
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,002

Mann-Whitney-Test

		Ränge		
	F3education	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
F16worry_health	Realschulabschluss/Fac hgebundene Hochschulreife	15	58,13	872,00
	Abgeschlossenes Masterstudium/Diplom/St aatsexamen (oder gleichwertig)	76	43,61	3314,00
	Gesamt	91		

Statistik für Test^a

		F16worry_he alth
Mann-Whitney-U		388,000
Wilcoxon-W		3314,000
Z		-2,076
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,038

Mann-Whitney-Test

		Ränge		
	F3education	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
F16worry_health	Realschulabschluss/Fac hgebundene Hochschulreife	15	16,23	243,50
	Promotion (Doktor) oder höherwertig	10	8,15	81,50
	Gesamt	25		

Statistik für Test^a

	F16worry_he alth
Mann-Whitney-U	26,500
Wilcoxon-W	81,500
Z	-2,866
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,004
Exakte Signifikanz [2*(1- seitige Sig.)]	,005 ^b

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit „Eine Untersuchung der Auswirkungen von Plastik auf die menschliche Gesundheit“ ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

Hamburg, den 12. August 2021

Ronja Rohr