

# Gefahren von Mikroplastik

## Auswirkung von Mikroplastik

Diplomarbeit im Rahmen der Reife- und Diplomprüfung von:

JONAS SCHMIDT

LENA KITZLER

HANNA LEBINGER

eingereicht am ...

Betreuer:innen der Diplomarbeit:  
PROF. DR HANNES HAUBNER,

Partner der Diplomarbeit: PARTNERFIRMA



# Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe bearbeitet und verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus anderen Quellen entnommenen Stellen als solche gekennzeichnet habe.

Freistadt, am \_\_\_\_\_

Datum

Vorname Nachname

## Kurzfassung

Diese Arbeit untersucht die Auswirkungen von Mikroplastik auf den Menschen und deren Einflussfaktoren auf die Umwelt. Sie richtet sich gezielt an die Personengruppe der Umweltschützer:innen, Klimaschützer:innen, Gesundheitsfachleute, politische Entscheidungsträger:innen und Pädagog:innen. Angesichts der vorliegenden Erkenntnisse besteht eine dringende Notwendigkeit, neben bewusstseinsbildenden Maßnahmen, auch Schritte zur Eindämmung dieser Verschmutzungsform zu ergreifen. Der Eintrag von Mikroplastik muss in Zukunft minimiert werden, um so deren schädlichen Auswirkungen langfristig einzudämmen.

Im ersten Punkt beleuchtet die Einleitung den Hintergrund der Pionierforschung in diesem Zusammenhang. Es wird auf die ersten Erkenntnisse zur Präsenz von Mikroplastik in Küstengewässern, bis zur verstärkten Forschung in den letzten Jahrzehnten, eingegangen. Der Fokus liegt im Besonderen auf die gesundheitlichen Auswirkungen im menschlichen Körper, wobei die Effekte auf Fruchtbarkeit und Schwangerschaft im Zentrum stehen. Dies umfasst den Einfluss von Additiven auf die Spermienqualität sowie deren Auswirkungen auf Neugeborene. Mikroplastik im Blut wird detailliert betrachtet und durch Diagramme veranschaulicht.

Abschnitt drei behandelt die Auswirkungen auf die Natur, wobei in diesem Kapitel vor allem auf den Bereich der Meeresgewässer eingegangen wird. Eine umfassende Betrachtung zeigt die Verbreitung und Anreicherung von Mikroplastik, im Bauch von Meeresbewohnern mit besorgniserregender Menge. Auch die Auswirkungen auf das Festland werden thematisiert, wobei Tiere als besonders Betroffene hervorgehoben werden. Im Schlussteil werden die zentralen Erkenntnisse zusammengefasst.

## Abstract

This study examines the effects of microplastics on humans and their influencing factors on the environment. It is specifically targeted at the group of environmentalists, climate advocates, health professionals, political decision-makers, and educators. In light of the existing findings, there is an urgent need to take steps to curb this form of pollution, in addition to awareness-raising measures. The entry of microplastics must be minimized in the future to mitigate their harmful effects in the long term.

The introduction, as the first section, sheds light on the background of pioneering research in this context. It delves into the initial discoveries regarding the presence of microplastics in coastal waters, progressing to intensified research in recent decades. The focus lies particularly on the health effects within the human body, with emphasis on fertility and pregnancy. This includes the influence of additives on sperm quality and their effects on newborns. Microplastics in the blood are examined in detail and illustrated through diagrams.

Section three addresses the impacts on nature, with a primary focus on marine environments. A comprehensive examination reveals the distribution and accumulation of microplastics in the stomachs of marine creatures, reaching alarming levels. The effects on the mainland are also discussed, emphasizing animals as particularly affected. The concluding section summarizes the key findings.

## Danksagung

Wir bedanken uns bei unseren Eltern für ihr Vertrauen und ihre unermüdliche Unterstützung während unserer Ausbildungszeit. Ebenso danken wir unseren Geschwistern für ihre anhaltende Ermutigung und Unterstützung. Ein besonderer Dank geht an unseren Projektbetreuer, Herrn Professor Hauber, dessen fachliche Expertise und Anleitung unser Projekt sehr bereichert haben.

Unser Dank gilt auch den engagierten Korrekturlesern, die dazu beigetragen haben, die Qualität dieser Arbeit zu gewährleisten. Ihre wertvollen Beiträge haben das Endprodukt verbessert. Ein herzliches Dankeschön richten wir auch gegenseitig an uns, für die gute Zusammenarbeit und fairen Umgang mit der Verteilung von Projektaufgaben. Gemeinsam haben wir Höhen und Tiefen gemeistert, was zu einem bereichernden und erfolgreichen Ergebnis geführt hat.

# Inhaltsverzeichnis

|   |  |
|---|--|
| Erklärung .....   | ii   |
| Kurzfassung.....  | iii  |
| Abstract.....   | iv   |
| Danksagung .....  | v  |
| Inhaltsverzeichnis .....                                    | vi   |
| Einleitung.....   | i  |
| 1 Auswirkung auf den Menschen.....                          | 2  |
| 1.1 Fruchtbarkeit .....                                     | 3-4  |
| 1.1.1 Auswirkungen von Additiven auf die Spermienqualität.. | 5-6  |
| 1.1.2 Auswirkung von Additiven auf das Neugeborene.....     | 7-8  |
| 1.2 Mikroplastik im Blut (Diagramme) .....                  | 9  |
| 2 Das Meer .....  | ii1  |
| 2.1 Meer im Überblick.....                                  | 1vi  |
| 2.2 Plastik im Bauch.....                                   | <b>1Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> -15 |
| 3 Auswirkung auf das Festland.....                          | i6   |
| 3.1 Boden .....   | 17   |
| 3.2 Landwirtschaft .....                                    | 18-19  |
| 3.3 Verunreinigte Luft (insbesondere Tiere).....            | 20-21  |
| 4 Schluss.....  | 22   |
| <br>  |  |
| Abbildungsverzeichnis .....                                 | xxi  |
| Tabellenverzeichnis.....                                    | ixxxiv   |
| Diagrammverzeichnis .....                                   | <b>iiFehler! Textmarke nicht definiert.</b>    |
| Literaturverzeichnis .....                                  | xxxv   |
| Anhang A .....  | xlii   |

## Abkürzungsverzeichnis

|                 |  |
|-----------------|--|
| µm .....        | Mikrometer (1.000 µm = 1 mm)                       |
| ATR-FT-IR ..... | abgeschwächte Totalreflexion FT-IR                 |
| BMNT .....      | Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus |
| ECHA .....      | Europäische Chemikalienagentur                     |
| EFSA .....      | Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit     |
| FPA-FT-IR ..... | Focal Plain Array FT-IR                            |
| FT-IR .....     | Fourier-Transformation Infrarot Spektroskopie      |
| IR .....        | Infrarot Spektroskopie                             |
| ISO .....       | International Organisation for Standardisation     |
| mm .....        | Millimeter (1.000 mm = 1 m)                        |
| nm .....        | Nanometer (1.000 nm = 1 µm)                        |
| PA .....        | Polyamid   |
| PAA .....       | Polyacrylsäure (Polyacrylic acid)                  |
| PAN .....       | Polyacrylonitril                                   |
| PE .....        | Polyethylen  |
| PES .....       | Polyester  |
| PET .....       | Polyethylenterephthalat                            |
| PLA .....       | Polymilchsäure (Polylactic acid)                   |
| PMMA .....      | Polymethylmethacrylat                              |
| PP .....        | Polypropylen                                       |
| PS .....        | Polystyrol   |
| PU .....        | Polyurethan  |
| PVC .....       | Polyvinylchlorid                                   |
| Pyr-GC/MS ..... | Pyrolyse Gaschromatographie-Massenspektrometrie    |
| TM .....        | Trockenmasse                                       |

## Einleitung

Die Einleitung wird im Team gemeinsam verfasst und beinhaltet eine Kurzdarstellung der Motivation und Ziele der Arbeit sowie gegebenenfalls die Vorstellung des Auftraggebers. In diesem Teil der Arbeit kann auch dargestellt werden, wie sich das Team zusammenfasst und für welchen Aufgabenbereich das jeweilige Teammitglied in der Diplomarbeit verantwortlich ist. Dazu wurden im Exposé bereits Inhalte verfasst, deren angepasste Verwendung möglich ist.

# 1 Auswirkung von Mikroplastik auf den Menschen

In den frühen 1970er Jahren wurde bereits in wissenschaftlichen Untersuchungen, durchgeführt von Carpenter et al., das Vorhandensein von Mikroplastik in Küstengewässern festgestellt und auf potenzielle Risiken in Bezug auf die Anhaftung von Schadstoffen an diese Partikel, sowie deren Aufnahme durch Fische hingewiesen. (Edward J. Carpenter, 1972)

Weitere Forschungsarbeiten zur Untersuchung des gesteigerten Auftretens von Mikroplastikpartikeln im menschlichen Organismus, in der Tierwelt und in der natürlichen Umwelt wurden durchgeführt. Jedoch erst gegen Ende des Jahrtausends erlebte die Plastikpartikelforschung einen bedeutsamen Fortschritt. Dieser Fortschritt wurde durch wissenschaftliche Studien des US-amerikanischen Ozeanographen Charles J. Moore eingeleitet und führte zu einer drastischen Verschärfung der Situation hinsichtlich Plastik- und Planktonvorkommen im Nordpazifik. (C.J Moore, 2001)

Parallel dazu beschäftigten sich Umweltmediziner und Epidemiologen mit diesem Themenbereich und entdeckten Verbindungen zwischen hormonaktiven Substanzen, wie sie in Plastik vorkommen und Fällen von Unfruchtbarkeit. Dr. Klaus Rhomberg von der Universität Innsbruck war einer der Wegbegleiter dieser Erkenntnisse im Jahr (C.J Moore, 2001)

Die folgende **Abbildung** veranschaulicht zum Beispiel eine mikroskopische Aufnahme von Mikroplastik, das von der Darm-Mikrobiota besiedelt wird.

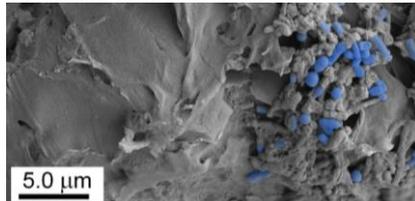


Abbildung 1 Aufnahme von Mikrobiota im Darm,  
Quelle: (naturheilkunde-kompakt.de)

**Kommentiert [HH1]:** ...Abbildung (vgl. Abb.1) oder nur (Abb.1) oder (siehe Abbildung 1) veranschaulicht...  
„Bitte einigt euch diesbezüglich im gesamten DA-Team auf eine einheitlich Form!  
Achtet darüber hinaus auf eine korrekte Beschriftung unterhalb der Abbildung! Nutzt hierfür die Beispiele, die in der Formatvorlage angeführt sind!  
Bitte integriert die Abbildungen auch nicht in den Textfluss, sondern positioniert sie immer zwischen den Absätzen!

## 1.1 Fruchtbarkeit

Es ist bekannt, dass Mikroplastik, vor allem bei schwangeren Menschen, oft verheerende Auswirkungen auf das sich entwickelnde Kind haben kann. Bei dem Verzehr eines Apfels wird bereits mehr als das Achtfache (über 1 000 000 Teilchen) an Mikropartikeln in den Körper aufgenommen welche unter anderem durch Transport, Verpackung und Lagerung auf die Äpfel abfärben. Untersuchungen nach wird dieser Wert als kritisch angenommen. Demnach ist dies bei schwangeren Menschen, welche sich in der Schwangerschaft „gesund“ ernähren sollten, ein bedenklicher Wert, wenn bedacht wird, dass das von Cox ermittelte Jahrespensum bei 121 000 Teilchen liegt. (Donner Susanne, Deutscher Bundestag, 2022)

Bei einer Studie an schwangeren Frauen aus den Vereinigten Staaten wurde festgestellt, dass durchschnittlich 56 verschiedene Industriechemikalien im Blut nachweisbar waren. Eine Vielzahl dieser identifizierten Chemikalien findet sich auch in Produkten aus Kunststoff. Deutsche Untersuchungen legen nahe, dass insbesondere bei Kindern vermehrt Weichmacher im Blut vorhan-

den sind, von denen angenommen wird, dass sie sich negativ auf die Fortpflanzungsfähigkeit auswirken können oder sogar Fehlbildungen begünstigen. (Mariana Segovia-Mendoza, 2020) (Rachel Morello-Frosch, 2016)

Die erhöhte Gefährdung von Kindern resultiert aus verschiedenen Faktoren. Kinder spielen häufig auf dem Boden und atmen im Verhältnis zu ihrem Körpergewicht mehr Luft und Hausstaub ein, in dem Mikroplastikpartikel vorhanden sein können. Zudem kommen Kinder durch den Kontakt mit abgelagertem Mikroplastik auf Oberflächen tendenziell häufiger in Berührung als Erwachsene. Die insgesamt höhere Stoffwechselrate bei Kindern verstärkt diese Gefährdung. Besonders problematisch sind Schadstoffe in Plastikspielzeugen und Säuglingsflaschen, die eine Bedrohung für die körperliche Gesundheit darstellen. (Mariana Segovia-Mendoza, 2020)

Forschungen haben darüber hinaus ergeben, dass Frauen stärker mit Kunststoffen und ihren Zusätzen belastet sind als Männer. Dies lässt sich zunächst durch die biologischen Unterschiede zwischen den Geschlechtern erklären. Frauen haben in der Regel einen höheren Körperfettanteil als Männer, was dazu führt, dass fettlösliche Chemikalien, wie der Weichmacher Phthalat vermehrt im Körperfettgewebe gespeichert werden. Abgesehen von diesen biologischen Unterschieden haben Frauen häufiger Kontakt mit Hygieneprodukten, die Mikroplastik enthalten, wie beispielsweise Tampons oder Menstruationstassen, die oft die bedenklichen Phthalate enthalten. Kosmetikprodukte, insbesondere dekorative Kosmetik, werden ebenfalls häufiger von Frauen als von Männern verwendet. In vielen Kosmetikprodukten, ist Mikroplastik enthalten, das vom Menschen aufgenommen werden kann. (Jürgen Bertling, 2018) (Fuhr L., 2019)

### 1.1.1 Auswirkung von Additiven auf die Spermienqualität

Zwei Studien, veröffentlicht von Hagai Levine und seinem Team an der Hebrew University of Jerusalem, haben gezeigt, dass die Spermienkonzentration bei Männern in den letzten Jahrzehnten deutlich abgenommen hat (vgl. Abbildung 2). Die erste Studie erschien 2017, gefolgt von einer zweiten im November des darauffolgenden Jahres. Insgesamt wurden fast 43.000 Männer aus 50 verschiedenen Ländern in diese Untersuchungen einbezogen. (Schönberger, 2023)

#### Sinkflug der Spermien

Die Auswertung schließt 288 Studien mit rund 57.000 Männern aus dem Zeitraum 1973 bis 2018 ein.

■ Mio. Spermien pro ml ■ Mio. Spermien pro Ejakulat

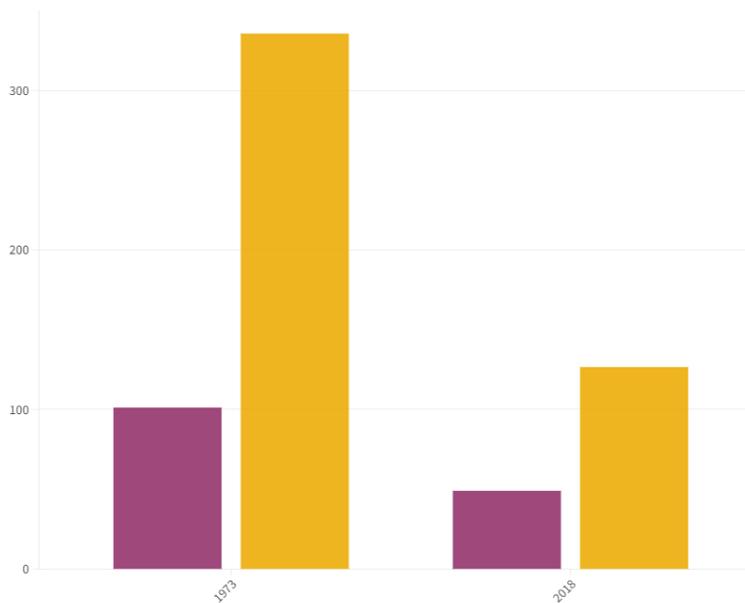


Abbildung 2 Spermienqualität 1973 und 2018 in Mio. Spermien pro ml, Quelle: (profil.at)

Die Anzahl der Spermien pro Milliliter Samenflüssigkeit hat seit den 1970er-Jahren um mehr als 50 Prozent abgenommen. Dieser Trend hat sich global verbreitet und im Laufe der Jahre verstärkt. Die Gründe für diesen Rückgang der Spermienzahl sind vielfältig und komplex. Es handelt sich um eine Kombination von Faktoren, zu denen unter anderem auch Umweltbelastungen gehören. Vermutungen bestehen, dass Chemikalien, insbesondere Weichmacher in Plastikprodukten, das Problem verschlimmern. (Schönberger, 2023)

Eine weitere besorgniserregende Entwicklung ist der Anstieg von Hodenkrebsfällen, wenngleich die genauen Ursachen dafür noch nicht ausreichend erforscht sind. Experten betonen die Notwendigkeit weiterer Studien, um die Ursachen für den Rückgang der Spermienzahl und die Auswirkungen auf die männliche Fruchtbarkeit besser zu verstehen. (Schönberger, 2023)

### 1.1.2 Auswirkung von Additiven auf das Neugeborene

Häufig ist nicht der Kunststoff selbst gesundheitsschädlich, sondern die beigefügten Additive. Diese finden zum Beispiel Anwendung in Trinkflaschen, Kinderspielzeug oder Mikrowellengeschirr. Oft kann es vorkommen, dass aus den festen Mikroplastikpartikeln einzelne bedenkliche Zusatzstoffe freigesetzt werden. Die Beifügung von Weichmachern (Additive) stellt eine potenzielle Gefahr für die menschliche Fruchtbarkeit dar. (Fath, 2019)

Neueste Studien zeigen, dass Neugeborene und Säuglinge Mikroplastik und dessen Schadstoffe auch schon vor der Geburt in sich tragen können und sogar stärker betroffen sind als Erwachsene. Dies wurde im Rahmen einer Studie festgestellt, die sowohl **Mekoniumproben** (1) von Neugeborenen als auch Stuhlproben von Säuglingen im ersten Lebensjahr und Erwachsenen analysierte. In sämtlichen Proben wurden Mikroplastikpartikel gefunden, wobei die Belastung bei Babys und Neugeborenen besonders hoch war. Einige Proben wiesen zudem den schädlichen Schadstoff **Bisphenol A** (2) auf. Bei Babys wurde im Stuhl etwa das Zehnfache der Menge an PET-Kunststoff im Vergleich zu Erwachsenen festgestellt. (Janine, 2021)

- (1) Mekonium ist der schwärzlich-grüne, geruchlose Stuhl des Kindes, der sich während der Schwangerschaft ansammelt und wird als erster Stuhl nach der Geburt bis zum vierten Tag ausgeschieden (vgl. Pettersen, C. et al, 2021).
- (2) Bisphenol A (BPA) wird in erster Linie als Baustein (Monomer) bei der Herstellung von Polycarbonat-Kunststoffen und Epoxidharzen durch Polymerisation (Reaktion, bei der sich Monomere miteinander verbinden und folglich Polymere entstehen) verwendet. (vgl. Shen, G. et al, 2001).

Obwohl die Ergebnisse der Studie aus New York nicht auf die gesamte Bevölkerung übertragbar sind, deuten sie auf eine verstärkte Exposition von Babys und Neugeborenen gegenüber verschiedener Plastikarten und deren Schadstoffen hin. Es ist alarmierend, dass Mikroplastik sogar in der menschlichen Plazenta nachgewiesen wurde, was darauf hinweist, dass es die Schutzbarriere für Ungeborene überwinden kann. (Janine, 2021)

Eltern sollten daher erwägen, ihren Babys weniger Plastikprodukte anzubieten, insbesondere Plastikspielzeug zum Nuckeln. Fläschchen aus Holz oder Edelstahl stellen sicherere Alternativen dar. Eine saubere Kreislaufwirtschaft ist unabdingbar, da besonders gefährdete Gruppen, wie Kinder und zukünftige Generationen, vermehrt giftigen Plastikchemikalien ausgesetzt sind. (Janine, 2021)

## 1.2 Mikroplastik im Blut

In einer aktuellen Untersuchung aus dem Jahr 2022, wurde das Blut von 22 freiwilligen Testpersonen auf das Vorhandensein von Kunststoffpartikeln hin analysiert. Das Ergebnis zeigte, dass in 77% der untersuchten Blutproben tatsächlich Kunststoffpartikel nachweisbar waren. (Heather A. Lesliea, 2022)

Interessanterweise variierten die festgestellten Arten von Kunststoffen erheblich zwischen den verschiedenen Blutproben. In keiner der Blutproben wurde PP gefunden, während PE in 23% der Proben vorkam. PS war in 36% der Proben nachweisbar, und der Stoff PET wurde am häufigsten im Blut der Teilnehmer gefunden, und zwar in 50% der Proben. Dies deutet darauf hin, dass, obwohl einige Mikroplastikpartikel den Körper über den Stuhl verlassen, ein gewisser Anteil im Blutkreislauf verbleibt und nachweisbar ist. Es scheint, dass PET, PS und PP als besonders relevante Kunststoffe betrachtet werden sollten, da sie bestimmte Additive enthalten. (Heather A. Lesliea, 2022)

Es ist wichtig zu beachten, dass selbst wenn die Additive an die Kunststoffe gebunden sind, sie sich im Laufe der Zeit aus dem Material lösen können und somit im menschlichen Körper freigesetzt werden. Diese Erkenntnisse sind seit dem Jahr 2018 bekannt. Einige Studien haben bereits auf die besorgniserregenden Auswirkungen von Additiven auf die menschliche Gesundheit hingewiesen. Je kleiner die Partikel sind, desto leichter können sich diese Additive aus den Kunststoffen lösen. So kann beispielsweise der Stoff BPA aus den winzigen Kunststoffpartikeln austreten und chronische Entzündungsprozesse im Darm auslösen oder bestehende Entzündungen verstärken. (Heather A. Lesliea, 2022)

## 2 Das Meer

### 2.1 Meer im Überblick

Angesichts der erheblichen Schwierigkeiten beim Einfangen von im Meer treibendem Plastik und seiner erstaunlichen Widerstandsfähigkeit in der Umwelt gestaltet sich die Rückgewinnung von Plastikmüll, der einmal ins Meer gelangt ist, als nahezu unmöglich. Erschwerend kommt hinzu, dass es im Wasser zerfällt: Große Plastikteile verwandeln sich in Mikroplastik, und Mikroplastik wird schließlich zu Nanoplastik. Dieser fortschreitende Zersetzungsprozess macht jegliche Bemühungen zur Beseitigung des Plastikmülls äußerst unwahrscheinlich. Selbst wenn ab heute kein weiteres Plastik in die Ozeane gelangen würde, sagen Wissenschaftler dass sich die Menge an Mikroplastik in den Ozeanen und an den Küsten zwischen 2020 und 2050 um mehr als das Doppelte erhöhen wird. Leider gibt es wenig Anzeichen dafür, dass der Eintrag von Plastikmüll in die Meere in absehbarer Zeit nachlassen oder sich verlangsamen wird. (Mathew Macleod, 2021)

Die Vorhersagen für das "Weiter so"-Szenario sind zwar uneinheitlich, deuten jedoch allesamt auf einen erheblichen Anstieg der Müllmenge hin. Beindruckende 180 Milliarden US-Dollar hat die Kunststoffindustrie seit 2010 in neue Fabriken investiert, was in den kommenden zehn Jahren voraussichtlich zu einer 40%igen Steigerung der Produktion führen wird. Es wird erwartet, dass die Kunststoffproduktion bis 2040 mehr als verdoppelt und die Verschmutzung der Meere durch Kunststoffe sich verdreifachen wird.

Bis 2050 könnte dies zu einer Vervierfachung der Makroplastikkonzentration in den Ozeanen und bis 2100 zu einem alarmierenden 50-fachen Anstieg des Mikroplastiks führen. Experten schlagen derzeit bei einer Konzentration von  $1,21 \times 10^5$  Mikroplastikpartikeln pro  $\text{m}^3$  ökologische Alarmglocken. Dieser Wert wurde bereits in bestimmten Hotspots wie dem Mittelmeer, dem Ostchinesischen Meer, dem Gelben Meer und im arktischen Meereis überschritten. Die ökologischen Risiken der Mikroplastikverschmutzung an der Meeresoberfläche werden bis zum Ende des 21. Jahrhunderts voraussichtlich weltweit erheblich ansteigen, selbst in den optimistischsten Szenarien. Ein Worst-Case-Szenario deutet darauf hin, dass gefährliche Schwellenwerte in einem Meeresgebiet, das mehr als doppelt so groß ist wie Grönland, überschritten werden könnten. (Laurent Lebreton, 2020) (G. Everaert a, 2020)

## 2.2 Plastik im Bauch

Während einer Forschungsexpedition mit dem irischen Forschungsschiff Celtic Explorer sammelten die Forscher eine Vielzahl von Tiefseefischen, darunter verschiedene Laternenfischarten, mithilfe eines Schleppnetzes. In einem Labor an Land führten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler detaillierte Untersuchungen durch, bei denen sie die Fische seziierten und den Mageninhalt auf Mikroplastik überprüften. Insgesamt wurden 233 Fische aus Tiefen von 300 bis 600 Metern analysiert, wobei bei 73% dieser Tiefseefische Plastik im Magen nachgewiesen wurde. Dieser hohe Anteil von Fischen mit Mikroplastik im Magen stellt einen der weltweit umfangreichsten Funde dar. Bei einer spezifischen Fischart aus der Familie der Borstenmäuler wurde sogar bei sämtlichen untersuchten Exemplaren Mikroplastik im Magen gefunden. (Alina Madita Wieczorek, 2018)

Die außerordentlich hohe Rate an Fischen, die Plastik im Magen aufwiesen (vgl. Abbildung 3), wird von den Forschenden damit erklärt, dass die Proben aus einem Ozeanwirbel im Nordatlantik stammen, in dem sich besonders viel Plastik ansammelt. (Alina Madita Wieczorek, 2018)

Doktorandin Alina Wieczorek von der NUI Galway erläutert, dass Fische aus mittleren Meerestiefen nachts zur Oberfläche aufsteigen, um Plankton zu fressen, und tagsüber wieder in tiefere Regionen abtauchen. Diese Fische spielen daher eine entscheidende Rolle beim schnellen Transport von Nährstoffen in größere Tiefen. Wieczorek vermutet, dass die Fische das Mikroplastik höchstwahrscheinlich mit der Nahrung an der Wasseroberfläche aufnehmen und es dann in tiefere Gewässer transportieren. Die Fische könnten das Mikroplastik entweder mit Beutetieren verwechseln oder kleinere Tiere fressen, die selbst Plastik konsumiert haben, so das Autorenteam. (Alina Madita Wieczorek, 2018)

Die Studie ergab, dass der Füllstand des Fischmagens zum Zeitpunkt der Probennahme, die Art des Fisches oder seine Lebens-Tiefenlage keinen Einfluss darauf hatten, wie viel Plastik ein Fisch im Magen trug. Im Durchschnitt enthielt jeder untersuchte Fischmagen 1,8 Mikroplastikfragmente, wobei 99% dieser Fragmente aus Kunststofffasern bestanden. Die durchschnittliche Länge der Fasern betrug etwa einen Millimeter. (Alina Madita Wieczorek, 2018)

Die möglichen Auswirkungen der Aufnahme von Mikroplastikpartikeln auf die untersuchten Fischarten und wie es zu einer möglichen Anreicherung in den Nahrungsketten kommt, werden die Forschenden in weiteren Untersuchungen ergründen. (Alina Madita Wieczorek, 2018)



Abbildung 3 Plastik im Fisch, Quelle: (gpn.greenpeace.de)

## 3 Auswirkung auf das Festland

### 3.1 Boden

Aufgrund der unnatürlichen Proportionen und der Langlebigkeit von Kunststoffen, können Verunreinigungen im Boden verschiedene Konsequenzen für Bodenorganismen haben und Veränderungen in der Bodenstruktur bewirken. Eine Analyse der Einflüsse von Mikroplastik auf die biophysikalische Umwelt im Boden zeigt, dass Mikroplastik die Lagerungsdichte, die Wasserhaltekapazität und die funktionale Beziehung zwischen mikrobieller Aktivität und wasserstabilen Aggregaten beeinflusst. Diese Erkenntnisse legen nahe, dass Mikroplastik langfristig als relevanter Stressfaktor und Treiber globaler Veränderungen in terrestrischen Ökosystemen fungieren kann. (De Souza Machado, 2017)

Die Auswirkungen auf tierische Organismen und den Menschen sind noch nicht ausreichend erforscht. Potenzielle Gefahren für Mensch und Umwelt können jedoch aufgrund der Vielfalt der verwendeten Kunststoffe sowie unterschiedlicher Größen und Formen nicht ausgeschlossen werden. Bisherige Studien haben mögliche negative Auswirkungen von Mikroplastik auf Bodenorganismen und die Akkumulation von Mikroplastik in diesen aufgezeigt. Beispielsweise wurden eine erhöhte Sterblichkeit und eine geringere Fitness bei Regenwürmern festgestellt. Zudem können sich additive aus Mikroplastik in Bodenorganismen anreichern. Es wurde auch gezeigt, dass Reaktionen von Bodenorganismen auf Mikroplastik Veränderungen von Bodeneigenschaften zur Folge haben können. Kunststoffe können zudem als Quelle von Chemikalien dienen. (Huerta Lwanga E, 2016) (Junyue Cao, 2017)

Neben dem reinen Polymer enthalten Kunststoffe chemische Substanzen, die während der Herstellung eines Kunststoffprodukts hinzugefügt werden. Zur Verbesserung der Produkteigenschaften werden Additive wie Weichmacher, Flammschutzmittel, Farbstoffe usw. zugesetzt, von denen viele toxisch oder hormonell wirksam sein können. Viele dieser zugesetzten Additive sind nur schwach oder gar nicht an die Polymermoleküle gebunden und werden im Laufe der Zeit aus dem Kunststoff ausgewaschen. (Alice A. Horton, 2017)

Beispiele für solche Substanzen sind polybromierte Diphenylether (PBDEs) und andere bromierte Flammschutzmittel sowie Nonylphenol, Bisphenol A (BPA) und Phthalate (de Souza Machado et al., 2017). Unterschiedliche Studien haben das Vorkommen von Phthalatestern in landwirtschaftlichen Böden durch den Einsatz von Mulchfolien, Kunststofffolien in Treibhäusern (Folientunneln) und Klärschlamm gezeigt (Li et al., 2016; Wang et al., 2013). EU-Risikoeinschätzungen für mehrere Phthalate haben gezeigt, dass Kunststoffe eine der Hauptquellen für die Freisetzung von Phthalaten in die Umwelt sind. (Carsten Lassen, 2015)

Kunststoffe können jedoch auch als Senke für Chemikalien dienen, indem sie persistente organische Schadstoffe (POPs) wie z.B. PCBs, PAHs, Organochlorpestizide und Metalle aus der Umwelt aufnehmen und anreichern. Diese Schadstoffe können krankheitserregend, giftig, kanzerogen oder hormonell aktiv sein und im Falle einer Aufnahme potenziell vom Organismus freigesetzt werden. (Guyu Peng, 2017)

Die genaue Gefährdung durch Mikroplastik ist aufgrund der begrenzten Datenlage aktuell schwer einzuschätzen. Dennoch sollten im Sinne des Vorsorgeprinzips Maßnahmen ergriffen werden, um den Eintrag von Kunststoffen in den Boden zu minimieren. (Guyu Peng, 2017)

## 3.2 Landwirtschaft

Die Kontaminierung der Weltmeere durch Kunststoffe und die symbolische Darstellung von Plastikinseln in den Ozeanen haben in der öffentlichen Wahrnehmung das Bewusstsein für Umweltverschmutzung durch Kunststoffe geschärft. Im Kontrast dazu erfährt die Präsenz von Kunststoffen im Erdreich erst seit Kurzem vermehrte Aufmerksamkeit. Laut einer Studie des Institute for European Environmental Policy könnte im Vergleich zu den Ozeanen das Vier- bis Zweiunddreißigfache an Mikroplastik an Land vorhanden sein. Geschätzt gelangen jährlich zwischen 63.000 und 430.000 Tonnen Mikroplastik über landwirtschaftlich genutzte Flächen in Europa in die Böden. Die Europäische Kommission (2018) gibt an, dass in Europa jährlich etwa 25,8 Millionen Tonnen Kunststoffabfälle entstehen, wovon weniger als 30 % für das Recycling gesammelt werden. Der Beitrag der Landwirtschaft zum gesamten Kunststoffabfallaufkommen in der EU liegt bei 5 % (vgl. Kalberer et al, 2019)

Die Verschmutzungen im Boden entstehen sowohl durch primäres als auch sekundäres Mikroplastik. Primäres Mikroplastik gelangt durch Klärschlamm und Düngemittel in den Boden, während sekundäres Mikroplastik durch den Abbau von in der Landwirtschaft verwendeten Kunststoffen (z.B. Mulche, Gewächshäuser) oder durch mit Kunststoff verunreinigten Biohausmüll in die Böden gerät. (Kalberer A., 2019)

Die Effekte von Mikroplastik auf terrestrische Ökosysteme sind noch weitestgehend unbekannt. Dennoch kann vermutet werden, dass Mikroplastik die Qualität des Bodens beeinträchtigt, die Fortbewegung von Bodenorganismen hindert und diese Kunststoffpartikel über ihre Nahrung aufnehmen. Neben der Schädigung von Ökosystemen mindert Mikroplastik auch die

Nutzbarkeit landwirtschaftlicher Böden. Der neue Aktionsplan der Europäischen Union für Kreislaufwirtschaft (2020) sieht vor, dass die EU verstärkt den Auswirkungen von Mikroplastik Beachtung schenken und diesbezüglich Maßnahmen und Regelungen erarbeiten wird. (Katharina Sexlinger, 2019)

(vgl. Abbildung 4) veranschaulicht eindrucksvoll die Belastung von Mikroplastik im Ackerboden am Beispiel Franken. Eine Studie der Universität Bayreuth zeigt, dass Ackerböden und Kompost mittlerweile erhebliche Mengen Plastikmüll enthalten. Auf einer 0,4 Hektar großen Ackerfläche in Franken fanden Forscher 206 Plastikstücke und durchschnittlich 0,35 Mikroplastikpartikel pro Kilogramm Boden. Selbst an Standorten ohne plastikhaltige Düngemittel und Folien ist die Belastung hoch. Polyethylen, Polystyrol und Polypropylen, gängige Verpackungsmaterialien, wurden am häufigsten identifiziert. Die Ergebnisse legen nahe, dass die Landwirtschaft ein bedeutender Eintragspfad für Mikroplastik in die Umwelt ist. (Katharina Sexlinger, 2019)

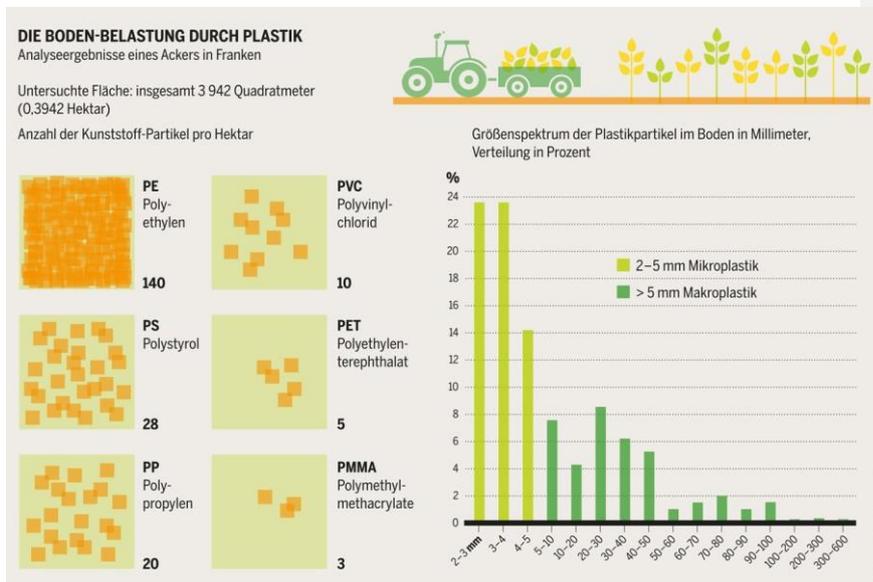


Abbildung 4 Bodenbelastung durch Plastik in der Landwirtschaft, Quelle: (ökolandbau.de)

### 3.3 Verunreinigte Luft

Luft, ebenso wie Wasser und Erdreich, erfährt ebenfalls die Präsenz von Mikroplastik-Kontaminationen. Bedingt durch ihre minimale Größe und Geringfügigkeit können die mikroskopischen Partikel mittels des Windes transportiert werden und verbleiben vergleichsweise lang in der Atmosphäre. Trotz begrenzter Datenlage konnte man sowohl in urbanen Zentren als auch in entlegenen Bergregionen Mikroplastik durch Untersuchungen atmosphärischer Niederschläge nachweisen. In Paris wurden an städtischen und vorstädtischen Standorten Mikroplastikbestandteile im atmosphärischen Niederschlag gemessen, und daraus wurde eine Depositionsrate von 2–355 Partikeln/m<sup>2</sup>/d abgeleitet, wobei 29 % davon synthetischer Herkunft oder eine Verbindung aus natürlichem und synthetischem Material waren. Eine alternative Untersuchung in Paris, betreffend Mikroplastik-Fasern in Innen- und Außenluft, identifizierte ebenfalls Verschmutzungen, wobei die Konzentration in der Außenluft erkennbar niedriger ausfiel (vergleiche Tabelle 1). Die durchschnittliche Depositionsrate in der Innenluft belief sich auf 1.586–11.130 Fasern/m<sup>2</sup>/d, wovon 33 % synthetischen oder halb-synthetischen Ursprungs waren. (Rachid Dris J. G., 2016) (Rachid Dris J. G., 2017)

In Shanghai konnten in gefilterter Außenluft 0–4,18 Einheiten/m<sup>3</sup> nachgewiesen werden. Aufgrund identifizierter Polymerarten (PET, PE, PES, PAN, PAA, Viskose) wird geschlossen, dass Bekleidung die Hauptquelle für Mikroplastik in der Luft darstellt. Modelle deuten darauf hin, dass durchschnittlich etwa 21 Mikroplastikpartikel pro Person und Tag aus der Außenluft aufgenommen werden. Abseits von urbanen Regionen konnte auch in den französischen Pyrenäen in einer entlegenen Gegend atmosphärischer Eintrag von Mikroplastik verzeichnet werden, mit einer durchschnittlichen

Depositionsrates von 365 Partikeln/m<sup>2</sup>/d über einen Zeitraum von 5 Monaten. In den Rocky Mountains wurden ebenso Mikroplastik-Fasern in der Nassdeposition gefunden, wobei die Untersuchung auf eine mögliche Verbindung zwischen Mikroplastik-Deposition, Niederschlag und Windgeschwindigkeit/-richtung hinweist. (Kai Liu, 2019)

Eine veröffentlichte Untersuchung aus dem Jahr 2019 konnte Mikroplastik sowohl im Schnee aus Europa sowie auch der Arktis feststellen, vorwiegend in Partikeln der kleinsten Größenklasse. Dies lässt darauf schließen, dass beträchtliche Mengen unterhalb der Nachweisgrenze von 11 µm lagen und daher nicht analysiert wurden. Die Forschungsergebnisse veranschaulichen somit, dass Mikroplastik auch über die Luft erhebliche Distanzen zurücklegen kann. Besonders Partikelgrößen kleiner als 10 µm sind in diesem Kontext von Bedeutung für die inhalative Aufnahme (Rachen, Luftröhre, Bronchien, Alveolen) und könnten eine eventuelle Gesundheitsbedrohung darstellen. (Kai Liu, 2019) (Wetherbee, 2019) (Steve Allen, 2019) (Melanie Bergmann, 2019)

| Ort                                | Durchschnittliche Menge   | Probenahme                   | Partikelgröße | Quelle                 |
|------------------------------------|---|------------------------------|---------------|------------------------|
| Paris (FR)                         | 2–355 Stk/m <sup>2</sup> /d<br>(29 % (halb-)synthetisch)        | Nass- und Trockendeposition  | > 50 µm       | DRIS et al. (2016)     |
| Paris (FR)                         | 1.586–11.130 Stk/m <sup>2</sup> /d<br>(33 % (halb-)synthetisch) | Innenluft (Pumpe und Filter) | > 50 µm       | DRIS et al. (2017)     |
|                                    | 0,3–1,5 Stk/m <sup>3</sup>                                      | Außenluft (Pumpe und Filter) | > 50 µm       |                        |
| Dongguan (CHN)                     | 36 ± 7 Stk/m <sup>2</sup> /d                                    | Nass- und Trockendeposition  | > 200 µm      | CAI et al. (2017)      |
| Shanghai (CHN)                     | 0–4,18 Stk/m <sup>3</sup>                                       | aktiver Schwebstoff-sammler  | > 23 µm       | LIU et al. 2019        |
| Pyrenäen (FR)                      | 365 Stk/m <sup>2</sup> /d                                       | Nass- und Trockendeposition  | > 5 µm        | ALLEN et al. (2019)    |
| Schweiz,<br>Deutschland,<br>Arktis | 24.600 ± 18.600 Stk/l   | Schnee                       | > 11 µm       | BERGMANN et al. (2019) |
|                                    | 1.760 ± 1.580 Stk/l   | Eisschollen                  |               |                        |

Tabelle 1 Depositionsrates pro m<sup>2</sup> oder m<sup>3</sup> in verschiedenen Ländern, Quelle: (Rachid Dris J. G., 2016)

## 4 Praxisteil

(Lena Text)

### 4.1 Adobe After Effects

Adobe After Effects ist eine professionelle Softwareanwendung für die digitale Postproduktion von Videos, Animationen und visuellen Effekten. Sie wird von Filmschaffenden, Motion-Designern, Grafikern und anderen Kreativprofis genutzt, um anspruchsvolle visuelle Inhalte zu erstellen.

#### 4.1.1 Erstellen einer neuen Komposition

Als erstes **findet** sich der Anwender in der Benutzeroberfläche von After Effects wieder, die aus verschiedenen Panels und Werkzeugen besteht. In der Mitte befinden sich zwei Schaltflächen, zum einen „Neue Komposition“. Hier kann bestimmt werden, wie groß, in welcher Framerate (Bildwiederholrate pro Sekunde) und wie lange das Video sein soll, zum anderen „Neue Komposition aus Footage“. Wenn auf diese Schaltfläche geklickt wird, öffnet sich der Windows-Explorer in welchem dann zu seinen gewünschten importierten Dateien navigiert wird, diese auswählt und einfügt.

**Kommentiert [HH2]:** ...findet sich der Anwender in der Benutzeroberfläche... „bitte sprich in dieser Arbeit den Leser nicht persönlich an sondern formulier ganz neutral!“

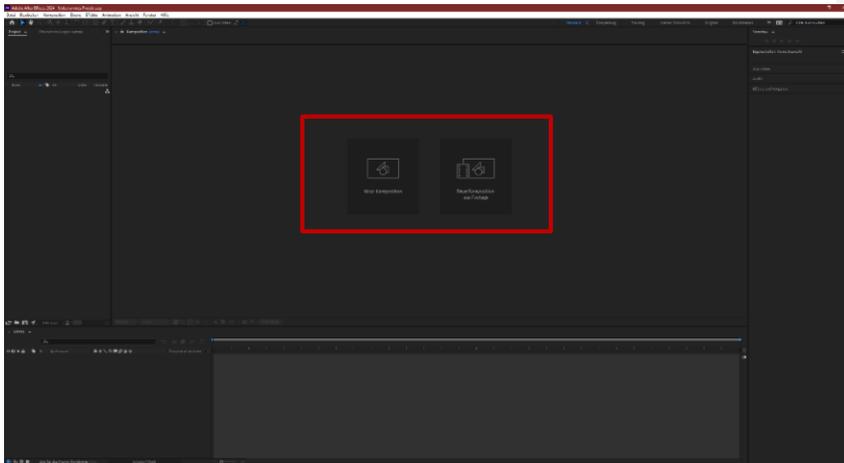


Abbildung 5 Erstellung einer Datei, Quelle (Jonas Schmidt)

Sobald diese Entscheidung getroffen wurde, kann mit der Erstellung einer neuen Komposition begonnen werden. Vorerst wird durch einen Rechtsklick auf eine Datei, in meinem Fall „Beginn2.ai“, und das darauffolgende Klicken auf „Neue Komposition aus Auswahl“ eine neue Komposition erstellt auf welcher gearbeitet wird.

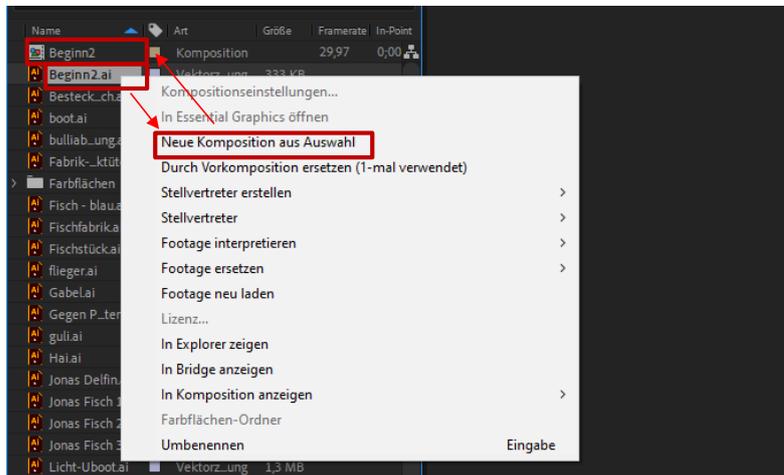


Abbildung 6 Erstellung einer neuen Komposition, Quelle: (Jonas Schmidt)

## 4.1.2 Hauptbereiche

### Panels

In After Effects ist es wichtig zu wissen wie gearbeitet und welcher Bereich wofür verwendet wird. Dafür gibt es, wie in Premiere Pro, drei Hauptbereiche. Der erste Bereich namens Panels (Bedienfelder) ist der Bereich, in welchem sich die gebrauchten Dateien sowie Kompositionen befinden.

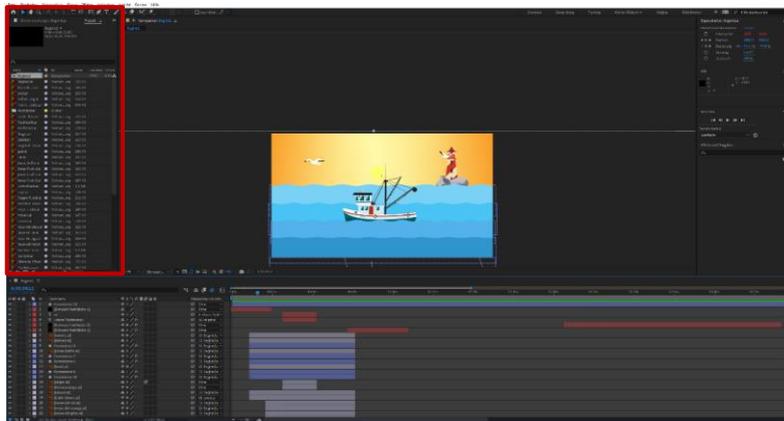


Abbildung 7 Hauptbereich Panels von Adobe After Effects, Quelle: (Jonas Schmidt)

## Timeline

Der zweite Bereich ist die Timeline (Zeitleiste). Am oberen Bereich der Timeline ist eine Zeit von 0 Sekunden bis zur vorher eingestellten Maximalzeit zu erkennen. In die Box unten links werden alle benötigten Dateien vom Panel mittels drag and drop System übertragen. Somit erstellt das Programm auf der gleichen Höhe wie die eingefügte Datei rechts einen bunten Block, welcher für die jeweilige Datei steht.

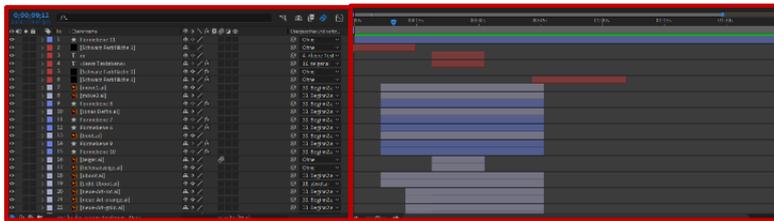


Abbildung 8 Hauptbereich Timeline von Adobe After Effects, Quelle: (Jonas Schmidt)

## Vorschau-Fenster

Der dritte Hauptbereich, das Vorschau-Fenster, ist sehr simpel. Hier kann eine Vorschau vom derzeitigen Video betrachtet und gleichzeitig Feinheiten am Video erkannt werden welche ansonsten nicht erkennbar wären.



Abbildung 9 Hauptbereich Vorschau-Fenster von Adobe After Effects, Quelle: (Jonas Schmidt)

### 4.1.3 Werkzeuge

Wie in allen Programmen von Adobe gibt es Werkzeuge, welche für verschiedenste Effekte und Gestaltungsmöglichkeiten verwendet werden.



- **Drehen Werkzeug (Rotation Tool)**

Ermöglicht das Drehen von Ebenen um ihren Achsenpunkt.



- **Ausschnitt-Werkzeug (Pan Behind Tool)**

Verschiebt den Ankerpunkt einer Ebene, ohne ihre Position zu ändern.



- **Rechteck-Werkzeug bzw. Formen (Rectangle Tool)**

Erlaubt das Erstellen von Rechtecken und anderen Formen, die als Masken oder Gestaltungselemente verwendet werden können



- **Zeichenstift-Werkzeug (Pen Tool)**

Zum Erstellen von Masken oder Pfaden für animierte Formen oder Bewegungen.



- **Text-Werkzeug (Text Tool)**

Ermöglicht das Hinzufügen und Bearbeiten von Text in der Komposition.



- **Pinsel (Brush Tool):**

Zum Malen oder Zeichnen von freihändigen Linien oder Masken.



- **Kopierstempel (Clone Stamp Tool):**



Funktioniert ähnlich wie in Bildbearbeitungsprogrammen, um Teile eines Bildes zu kopieren und an anderer Stelle zu platzieren.

- **Radiergummi (Eraser Tool):**

Löscht Teile von Ebenen oder Masken, um Transparenz zu erzeugen.



- **Roto-Pinsel (Roto Brush Tool):**

Wird verwendet, um komplexe Bereiche in einem Video zu isolieren, indem der Benutzer den Vordergrund vom Hintergrund trennt.



- **Marionetten-Positions-Pin-Werkzeug (Puppet Position Pin Tool):**

Ein Teil des Marionetten-Pinsel-Werkzeugs, das es ermöglicht, bestimmte Positionen auf einer Ebene festzulegen, um Animationen und Verformungen durchzuführen.



#### **4.1.4 Animation**

In meinem praktischen Teil der Diplomarbeit habe ich maßgeblich zur Erstellung des Animationsvideos in Adobe After Effects beigetragen. Der Fokus lag dabei darauf, die Illustrationen, die meine Kolleginnen in Adobe Illustrator erstellt haben, zum Leben zu erwecken und einen visuell ansprechenden sowie informativen Verlauf zu schaffen. Im Folgenden werde ich die verschiedenen Aspekte meiner Arbeit detaillierter erläutern.

##### **Import und Vorbereitung:**

Zunächst importierte ich die Illustrationen meiner Kolleginnen, die in Adobe Illustrator entstanden waren, in Adobe After Effects. Hierbei war es entscheidend, die verschiedenen Elemente so zu organisieren, dass ein reibungsloser Arbeitsablauf gewährleistet wurde.

##### **Animationskonzept und Szenenübergänge:**

Das Hauptziel war es, einen klaren und fesselnden Weg von der Entstehung einer Plastiktüte bis hin zum Marianengraben zu schaffen. Durch die Nutzung von After Effects wurde eine detaillierte Animation entwickelt, die nahtlose Szenenübergänge ermöglichte. Hierbei lag der Fokus insbesondere auf der Erstellung eines animierten Pfads, der den Weg der Plastiktüte durch verschiedene Stationen verfolgte.

### **Verwendung von Effekten und Verläufen:**

Um visuelle Tiefe und Atmosphäre zu schaffen, kamen verschiedene After Effects-Effekte und Verläufe zum Einsatz. Insbesondere wurden Lichtverhältnisse und Schatten genutzt, um eine dreidimensionale Wirkung zu erzeugen. Der Einsatz von Verläufen half dabei, den Sonnenuntergang, das Meer und andere Elemente realistisch darzustellen.

### **Bewegung und Positionierung:**

Mit After Effects habe ich Bewegungspfade erstellt, um die Position von Objekten im Laufe der Zeit zu animieren. Dies war entscheidend für die Bewegung der Plastiktüte vom Entstehungsort bis in den Marianengraben. Die präzise Positionierung und Bewegung sorgten für einen flüssigen und überzeugenden Ablauf.

### **Masken und Ebeneneffekte:**

Durch geschickte Anwendung von Masken wurden bestimmte Bereiche isoliert, um Effekte auf Ebenen anzuwenden. Dies war insbesondere wichtig, um den Prozess von der Produktion bis zur Ankunft im Meer darzustellen. Ebeneneffekte trugen dazu bei, die Darstellung realistischer zu gestalten.

### **Animation von Objekten und Mikroplastik:**

Die Animation von Objekten wie der Plastiktüte, dem Schiff und dem entstehenden Mikroplastik wurde durch geschickte Bewegungen, Positionierungen und Skalierungen erreicht. Effekte wie Wellen und Partikelbewegungen trugen zur Authentizität des Videos bei.

### **Integration von Text und Erklärungen:**

Um die Geschichte zu erzählen und zusätzliche Informationen zu bieten, wurden Textelemente in After Effects integriert. Hierbei wurden Animationen und visuelle Effekte genutzt, um den Informationsgehalt zu unterstreichen. Dabei ist anzumerken, dass wie bei der Veranschaulichung der Tiefe des Marianengrabens, auch Zahlenskalierungen (Schieberegler) verwendet wurden.

### **Feinabstimmungen für Realismus und Qualität:**

Um eine hochwertige Darstellung zu gewährleisten, wurden Feinabstimmungen in Bezug auf Lichtverhältnisse, Farben und Texturen vorgenommen. Dies trug dazu bei, die visuelle Qualität des Animationsvideos zu maximieren.

### **Fazit und Lösungsvorschläge:**

Der praktische Teil meines Beitrags endete mit einer eindringlichen Darstellung des Mikroplastik-Weges vom Mund bis zum Magen. Der Bildschirm wurde schwarz, und ein durchgestrichenes Plastiksackerl erschien, begleitet von klaren Empfehlungen, auf Plastikverpackungen zu verzichten oder diese fachgerecht zu entsorgen. Das Video diente somit nicht nur der Aufklärung

über das Problem von Mikroplastik im Meer, sondern lieferte auch Lösungsvorschläge für ein bewussteres Verhalten im Umgang mit Plastikprodukten.

#### **4.1.5 Texterzählung durch KI und Integration in das Animationsvideo**

Ein entscheidender Aspekt meines praktischen Beitrags bestand in der Integration einer Texterzählung durch Künstliche Intelligenz (KI) in das Animationsvideo. Dieser innovative Ansatz wurde als zusätzliches narratives Element genutzt, um die Geschichte von der Entstehung einer Plastiktüte bis zum Marianengraben auf eine mehr oder weniger dokumentarische Weise zu vertiefen. Im Folgenden werde ich detaillierter auf diesen spezifischen Aspekt eingehen.

##### **Konzept und Texterstellung:**

Als Team erarbeiteten wir zuerst den Text, den die KI-Stimme im Video erzählen sollte. Der Text umfasste Informationen zur Plastikproduktion, den Weg des Plastiks vom Ursprungsort bis ins Meer, sowie Auswirkungen auf die Umwelt und den Menschen. Die sprachliche Gestaltung erfolgte mit dem Ziel, den Zuschauern sowohl informative als auch emotionale Einblicke zu bieten.

**AI-Stimme und Premiere Pro Integration:**

Nachdem der Text erstellt wurde, nutzten wir eine KI-Text-to-Speech-Technologie, um eine mehr oder weniger dokumentarische KI-Stimme zu generieren. Dieser Text wurde dann von mir in Adobe Premiere Pro importiert, wo ich ihn sorgfältig geschnitten und an die verschiedenen Szenen des Animationsvideos angepasst habe.

**Präzise Synchronisation mit den Animationen:**

Die Herausforderung bestand darin, die KI-Stimme präzise mit den Animationen zu synchronisieren, um eine nahtlose Verbindung zwischen visuellen Elementen und erzähltem Text zu gewährleisten. Hierbei achtete ich darauf, dass die Betonung und Intonation der KI-Stimme den jeweiligen Szenen und Ereignissen angemessen waren.

**Kohärente Erzählstruktur:**

Die erarbeitete Texterzählung diente als roter Faden für das gesamte Animationsvideo. Durch eine sorgfältige Abstimmung zwischen der von der KI generierten Stimme und den visuellen Elementen schufen wir eine kohärente Erzählstruktur, die das Verständnis der Zuschauer für den Themenkomplex von Mikroplastik im Meer vertiefte.

### **Anpassung an Stimmung und Atmosphäre:**

Die KI-Stimme wurde bewusst an die Stimmung und Atmosphäre jeder Szene angepasst. Bei emotionalen Abschnitten wurde die Stimme einfühlsamer, während bei sachlichen Informationen eine klare und präzise Darbietung bevorzugt wurde. Diese Anpassungen trugen dazu bei, die Wirkung des Gesamtvideos zu verstärken.

### **Schlussfolgerung und Erkenntnisse:**

Die Integration einer Texterzählung durch KI erwies sich als effektives Mittel, um dem Animationsvideo eine zusätzliche informative Dimension zu verleihen. Durch diesen innovativen Ansatz konnten wir die Geschichte nicht nur visuell, sondern auch auditiv erzählen, was zu einer umfassenden und ansprechenden Darstellung des Themas Mikroplastik im Meer führte. Diese Integration von KI in den Erzählprozess betonte die Vielschichtigkeit unseres Ansatzes, um ein breiteres Publikum zu erreichen und für Umweltfragen zu sensibilisieren.

## 5 Herausforderungen

Zu Beginn hatte ich nur noch ein bisschen bis wenig Kenntnisse über Adobe After Effects, was sich nach einigen Stunden Frustration, YouTube-Tutorials und Konzentration änderte. Durch stetiges Wiederholen und Recherchieren konnte ich eine tolle Grundlage und mittlerweile schon vertieftes Wissen über das hauptsächlich von mir verwendete Programm erlangen.

Mein schwerwiegendstes Problem in After Effects lag bei der gleichzeitigen Animation von Pfaden und Hintergrund. Durch unterschiedliche Position zweier Objekte musste man die Position unterschiedlich ermitteln und verändern, sodass es am Ende einen flüssigen Übergang schaffte.

Die AI-Stimme machte auch einstweilen Probleme. Das Wort „Plankton“ wird sowohl im Deutschen als auch im Englischen gleich geschrieben, was die AI dazu brachte „Plankton“ auf Englisch auszusprechen und dann aber wieder auf Deutsch fortzufahren. Ich umging dieses Problem, indem ich in das Text-to-Speech Eingabefeld „Das deutsche Wort für Plankton“ eingab und somit durch die Wörter „Das deutsche...“ die KI zwang „Plankton“ deutsch auszusprechen. Anscheinend erkannte die KI, dass ich durch die Wörter „Das deutsche Wort für...“ eine deutsche Lautung brauchte und daraufhin auch „Plankton“ auf Deutsch aussprach.

## Abbildungsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Abbildung 1: Aufnahme von Mikrobiota im Darm, Quelle: (natur-heilkunde-kompakt.de) .....          | 2  |
| Abbildung 2: Spermienqualität 1973 und 2018 in Mio. Spermien pro ml, Quelle: (profil.at) .....    | 4  |
| Abbildung 3: Plastik im Fisch, Quelle: (gpn.greenpeace.de) .....                                  | 12 |
| Abbildung 4: Bodenbelastung durch Plastik in der Landwirtschaft, Quelle: (ökolandbau.de) .....    | 16 |
| Abbildung 5: Erstellung einer Datei, Quelle Jonas Schmidt .....                                   | 20 |
| Abbildung 6: Erstellung einer neuen Komposition, Quelle: (Jonas Schmidt) .....                    | 20 |
| Abbildung 7: Hauptbereich Panels von Adobe After Effects, Quelle: (Jonas Schmidt).....            | 21 |
| Abbildung 8: Hauptbereich Timeline von Adobe After Effects, Quelle: (Jonas Schmidt).....          | 22 |
| Abbildung 9: Hauptbereich Vorschau-Fenster von Adobe After Effects, Quelle: (Jonas Schmidt) ..... | 22 |

## Tabellenverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Tabelle 1: Mikroplastik in der Luft und atmosphärische Deposition, Quelle: (Rachid Dris J. G., 2016) (Melanie Bergmann, 2019)..... | 19 |
|--|----|

## Literaturverzeichnis

Alice A. Horton, A. W. (2017). *Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities*. Elsevier.

Alina Madita Wieczorek, L. M. (19. Februar 2018). *frontiers*. Von frontiers: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2018.00039/full> abgerufen

Appenzeller, H. S. (2019). *Ökolandbau*. Von Ökolandbau: <https://www.oekolandbau.de/bio-im-alltag/bio-fuer-die-umwelt/klima-und-natur/mikroplastik-belastet-unsere-boeden/> abgerufen

C.J Moore, S. M. (Dezember 2001). *ScienceDirect*. Von ScienceDirect: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://ftp.sccwrp.org/pub/download/DOCUMENTS/AnnualReports/1999AnnualReport/10\\_ar11.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://ftp.sccwrp.org/pub/download/DOCUMENTS/AnnualReports/1999AnnualReport/10_ar11.pdf) abgerufen

Carsten Lassen, S. F. (2015). *DTU Orbit*. Von DTU Orbit: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://orbit.dtu.dk/files/118180844/Lassen\\_et\\_al.\\_2015.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://orbit.dtu.dk/files/118180844/Lassen_et_al._2015.pdf) abgerufen

Charisse Petersen, D. L. (18. Mai 2021). *NIH National Library of Medicine*. Von NIH National Library of Medicine: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://www.cell.com/cell-reports-medicine/pdfExtended/S2666-3791\(21\)00076-8](chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://www.cell.com/cell-reports-medicine/pdfExtended/S2666-3791(21)00076-8) abgerufen

Cheng Li, J. C. (15. October 2016). *Phthalate esters in soil, plastic film, and vegetable from greenhouse vegetable production bases in Beijing, China: Concentrations, sources, and risk assessment*. Elsevier. Von ScienceDirect:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969716312505?via%3Dihub> abgerufen

De Souza Machado, A. A. (15. Dezember 2017). *Wiley Online Library*. Von Wiley Online Library:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gcb.14020> abgerufen

Donner Susanne, Deutscher Bundestag. (25. Januar 2022). *Adobe PDF*. Von Adobe PDF: chrome-

[extension://efaidnbmnnnibpajpcgglefindmkaj/https://www.bundestag.de/resource/blob/880118/cfd8399ae3644eb10f8b08d580902b5d/Mikroplastik-data.pdf](https://efaidnbmnnnibpajpcgglefindmkaj/https://www.bundestag.de/resource/blob/880118/cfd8399ae3644eb10f8b08d580902b5d/Mikroplastik-data.pdf) abgerufen

Edward J. Carpenter, K. L. (17. März 1972). *Science AAAS*. Science . Von Science:

<https://www.science.org/doi/10.1126/science.175.4027.1240#bibliography> abgerufen

Fath, A. (2019). *Mikroplastik – eine wachsende Gefahr für Mensch und Umwelt*. Berlin Heidelberg: Springer Verlag.

Fuhr L., B. R. (August 2019). *Heinrich Böll Stiftung*. Von Heinrich Böll Stiftung: chrome-

[extension://efaidnbmnnnibpajpcgglefindmkaj/https://www.boell.de/sites/default/files/2019-11/Plastikatlas\\_2019\\_3.\\_Auflage.pdf](https://efaidnbmnnnibpajpcgglefindmkaj/https://www.boell.de/sites/default/files/2019-11/Plastikatlas_2019_3._Auflage.pdf) abgerufen

G. Everaert a, M. D. (31. August 2020). *Research Gate*. Von Research Gate:  
[https://www.researchgate.net/publication/344009831\\_Risks\\_of\\_floating\\_microplastic\\_in\\_the\\_global\\_ocean](https://www.researchgate.net/publication/344009831_Risks_of_floating_microplastic_in_the_global_ocean) abgerufen

Guyu Peng, B. Z. (2017). *Microplastics in sediments of the Changjiang Estuary, China*. Elsevier.

Heather A. Lesliea, M. J.-V. (2022). *Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood*. Elsevier. Von Science Direct:  
chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/<https://pdf.science-directassets.com/271763/1-s2.0-S0160412022X00044/1-s2.0-S0160412022001258/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEsaCXVzLWVhc3QtMSJIMEYCIQDR085OTKRApbMF8FgqN16Qxc6rW9PERE6hNLz> abgerufen

Heinzelreiter, M. D., Straberger, J., & Walter, D. (2. Mai 2012). Diplomarbeit. *Genauigkeitsbetrachtung der GNSS-Echtzeitvermessung*. Linz, Österreich.

Huerta Lwanga E, G. H. (8. Februar 2016). *NIH National Library of Medicine*. Von NIH National Library of Medicine:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26852875/> abgerufen

J.H Shen, B. G. (14. September 2001). *Toxicology*. Elsevier. Von ScienceDirect. abgerufen

Janine, K. (30. November 2021). *BUND*. Von BUND:  
<https://www.bund.net/themen/aktuelles/detail-aktuelles/news/neue-studie-zeigt-kinder-bereits-vor-der-geburt-durch-mikroplastik-belastet/> abgerufen

Jun Wang, Y. L. (Juni 2013). *ResearchGate*. Von ResearchGate:  
[https://www.researchgate.net/publication/241692677\\_Soil\\_contamination\\_by\\_phthalate\\_esters\\_in\\_Chinese\\_intensive\\_vegetable\\_production\\_systems\\_with\\_different\\_modes\\_of\\_use\\_of\\_plastic\\_film](https://www.researchgate.net/publication/241692677_Soil_contamination_by_phthalate_esters_in_Chinese_intensive_vegetable_production_systems_with_different_modes_of_use_of_plastic_film)  
abgerufen

Junjie Zhang, L. W. (August 2021). *ACS Publications*. Von ACS Publications:  
chrome-  
extension://efaidnbmnnnibpajpcgclclefindmkaj/https://maba.mem-  
berclicks.net/assets/2022October/3%20acs.estlett.1c00559.pdf  
abgerufen

Junyue Cao, J. S. (18. August 2017). *Science*. Von Science:  
<https://www.science.org/doi/10.1126/science.aam8940> abgerufen

Jürgen Bertling, R. B. (21. Juni 2018). *Fraunhofer Institut*. Von Fraunhofer  
Institut: chrome-  
extension://efaidnbmnnnibpajpcgclclefindmkaj/https://www.umsic-  
ht.fraunhofer.de/content/dam/umsicht/de/dokumente/publikation-  
en/2018/kunststoffe-id-umwelt-konsortialstudie-mikroplastik.pdf  
abgerufen

Kai Liu, X. W. (2019). *Source and potential risk assessment of suspended  
atmospheric microplastics in Shanghai*. Elsevier.

Kalberer A., K.-W. D. (2019). *Agroscope*. Von Agroscope:  
<https://ira.agroscope.ch/en-US/publication/42595> abgerufen

Kappel, L. (3. August 2022). *MSH Medial School Hamburg*. Von MSH Medial  
School Hamburg: chrome-  
extension://efaidnbmnnnibpajpcgclclefindmkaj/https://opus.bsz-

bw.de/msh/frontdoor/deliver/index/docId/132/file/BA\_LauraKappe  
l.pdf abgerufen

Katharina Sexlinger, M. H. (Februar 2019). *Kunststoffe im Boden*. Von Adobe  
PDF: chrome-  
extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://vorarlberg.a  
t/documents/302033/472824/Kunststoffe+im+Boden.pdf/94e510ee  
-974e-c8db-0f0b-  
0b784d9f43ba#:~:text=Vorarlberg%20nur%20eine%20rechtliche%2  
0Regelung,TM%20bei%20landwirtschaftlicher%20Ausbr abgerufen

Laurent Lebreton, M. E. (30. Jan 2020). *scientific reports*. Von scientific  
reports: <https://www.nature.com/articles/s41598-019-49413-5>  
abgerufen

Mariana Segovia-Mendoza, K. E.-C.-A.-C.-M. (August 2020). *ResearchGate*.  
Von ResearchGate:  
[https://www.researchgate.net/publication/343502480\\_How\\_micro  
plastic\\_components\\_influence\\_the\\_immune\\_system\\_and\\_impact\\_  
on\\_children\\_health\\_Focus\\_on\\_cancer](https://www.researchgate.net/publication/343502480_How_microplastic_components_influence_the_immune_system_and_impact_on_children_health_Focus_on_cancer) abgerufen

Mathew Macleod, H. P. (2. Jul 2021). *Science*. Von Science:  
<https://www.science.org/doi/10.1126/science.abg5433> abgerufen

Melanie Bergmann, S. M. (14. August 2019). *Science Advances*. Von Science  
Advances: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aax1157>  
abgerufen

Rachel Morello-Frosch, L. C.-S. (November 2016). *ResearchGate*. Von  
ResearchGate:  
[https://www.researchgate.net/publication/310821520\\_Environmen](https://www.researchgate.net/publication/310821520_Environmen)

tal\_Chemicals\_in\_an\_Urban\_Population\_of\_Pregnant\_Women\_and\_Their\_Newborns\_from\_San\_Francisco abgerufen

Rachid Dris, J. G. (6. Januar 2016). *Research Gate*. Von Research Gate: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://pame.is/document-library/desktop-study-on-marine-litter-library/additional-documents/624-dris-2016-synthetic-fibers-in-atmospheric-fall/file abgerufen

Rachid Dris, J. G. (2017). *A first overview of textile fibers, including microplastics, in indoor and outdoor environments*. Elsevier.

Rachid Dris, J. G. (11. Mai 2018). *HAL science ouverte*. Von HAL science ouverte: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://enpc.hal.science/hal-01134553/document abgerufen

Rachid Dris, J. G. (6. Mai 2018). *HAL science ouverte*. Von HAL science ouverte: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://enpc.hal.science/hal-01418927/document abgerufen

Schönberger, A. (13. Juni 2023). *profil*. Von profil: https://www.profil.at/wissenschaft/spermienkrise-werden-maenner-unfruchtbar/402483173 abgerufen

Steve Allen, D. A. (22. November 2019). *HAL science ouverte*. Von HAL science ouverte: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://insu.hal.science/insu-02109784/document abgerufen

Wetherbee, G. B. (2019). *USGS science for changing world*. Von USGS science for changing world: <https://pubs.usgs.gov/publication/ofr20191048> abgerufen

Zürich, A. f. (2012). *Amtliche Vermessung*. Abgerufen am 22. Jänner 2012 von Kanton Zürich: <http://www.are.zh.ch/internet/audirektion/are/de/geoinformatio nen/fachstellervermessung/amtlichevermessung.html>

**Onlinequellen:**

Heinzelreiter, M. D., Straberger, J., & Walter, D. (2. Mai 2012). Diplomarbeit. Genau-iggkeitsbetrachtung der GNSS-Echtzeitvermessung. Linz, Österreich.

Zürich, A. f. (2012). *Amtliche Vermessung*. Abgerufen am 22. Jänner 2012 von Kanton Zürich. URL: <http://www.are.zh.ch/internet/audirektion/are/de/>.

# Anhang A

Inhalt des Anhangs: Rücksprache mit Betreuer/innen