

## **Abstract**

Since about 60 years plastic is industrially produced and used in a plethora of different applications worldwide, due to the different characteristics of the different plastic polymers and their easy and cheap production. This leads to large amounts of plastic waste, which is now even regarded as the geological marker of the Anthropocene and often ends up in marine environments, thus leading to various environmental problems. The plastic waste often accumulates in coastal areas or in oceanic gyres, where it then becomes brittle due to UV radiation and is reduced to microplastic defined as particles between 5 mm and 1  $\mu\text{m}$  in size. The impact of these and other microplastics from terrestrial sources on the environment are yet unknown, but it is suspected that the particles can be incorporated into the food chain and have detrimental effects on organisms, as well as might function as rafts in the distribution of potentially invasive species around the globe. Therefore, marine plastic pollution has become a major global problem and several legally binding and non-binding frameworks have been put into action. However, none of which includes microplastic specifically or is globally ratified and legally binding. Therefore, many countries, including Argentina and Chile, rely on local legislation to combat microplastic pollution, which often does not exist as of today. In the legislative process necessary to establish protective laws, scientific evidence can play a major role as they are used as arguments in the process and the decision making.

Therefore, the qualitative and quantitative investigation on microplastic in marine systems is vital for the understanding of the environmental impact of the pollution, as well as to provide scientifically sound data to provide political entities, like non-governmental organisations with arguments to establish laws and regulations to prevent the pollution. This leads to the following research questions investigated in this thesis:

*How many microplastic particles (10-300  $\mu\text{m}$ ) made of which polymers are in Argentinian and Chilean waters and harbors?*

*In what ways are scientific publications on marine plastic pollution shaping the political agendas of NGOs focussed on environmental protection, in Argentina and Chile, in 2022?*

The research was done during the One Ocean Expedition in March/April 2022 on board the sailing ship Statsraad Lehmkuhl. Microplastic between 10 and 300  $\mu\text{m}$  in size was sampled from the surface water. The samples were analysed using a SperoQT 340 infrared microscope upon return at the Institute for Marine Research in Bergen, Norway to achieve the quantification as well as the

polymer type analyses of the samples taken off the coast of Argentina and Chile, as well as in Punta Arenas Harbour (Chile). In addition, semi-structured interviews were conducted with three non-governmental organisations from Argentina and Chile respectively using ten questions to address the usage of scientific data in the work of the NGOs towards legislation regarding plastic pollution in the ocean.

The quantitative analyses resulted in particle abundances between 329 and 31307 pieces per m<sup>3</sup> and where significantly higher in Chilean waters. These are very high numbers compared to earlier studies, thus showing the need to compare and standardize methods. One reason might be the finding of mostly very small particles between 20 and 1000 µm<sup>2</sup> in size. The main polymers found were polyvinylchloride and polyethylene in Argentina, whereas polystyrene, polyacetate, and polyethylene were more abundant than polyvinylchloride in Chilean waters. Both regions are remote and little populated, thus implying that in Chile considerable amounts of microplastic could have been transported there by the South Pacific gyre and the Humboldt Current, whereas in Argentina a fishing fleet could be the main source of microplastic.

The interviews conducted in Argentina and Chile informed on the data situation and the usage of scientific evidence in the work of the questioned non-governmental organisations, with most of them voicing their appreciation of scientific data in their work and also by the respective decision makers in both countries. However, only very limited data are available for Argentina and Chile, as well as data on the effect of fish, the fishing industry, and human health, which hampers their work. Furthermore, access to politicians is difficult for the non-governmental organisations and it was implied that the interest of politicians is not unanimous. Therefore, more data on the effects of microplastic in the environments and solutions for the problems are important for the future work in the legislative process in these countries.

**Keywords:** Microplastic, South America, Legislation, One Ocean Expedition, marine pollution

### **Zusammenfassung**

Seit etwa 60 Jahren wird Kunststoff industriell hergestellt und aufgrund der unterschiedlichen Eigenschaften der verschiedenen Kunststoffpolymere und ihrer einfachen und kostengünstigen Herstellung weltweit in einer Vielzahl unterschiedlicher Anwendungen eingesetzt. Dies führt zu großen Mengen an Plastikmüll, der mittlerweile als geologischer Marker des Anthropozäns gilt und häufig im Meer landet, was zu verschiedenen Umweltproblemen führt. Der Plastikmüll sammelt sich häufig in Küstengebieten oder in ozeanischen Wirbeln an, wo dieser dann durch UV-Strahlung brüchig gemacht wird und zu Mikroplastik zerfällt. Dies wird definiert als Partikel mit

einer Größe zwischen 5 mm und 1 µm. Die Auswirkungen dieser und anderem Mikroplastik aus terrestrischen Quellen auf die Umwelt sind noch nicht bekannt, es wird jedoch vermutet, dass die Partikel in die Nahrungskette gelangen und schädliche Auswirkungen auf Organismen haben. Außerdem spielen sie potentiell eine Rolle bei der globalen Verteilung invasiver Arten. Daher ist die Verschmutzung der Meere durch Plastik zu einem großen globalen Problem geworden und es wurden mehrere rechtsverbindliche und rechtsunverbindliche Rahmenwerke in die Tat umgesetzt. Keines davon bezieht sich jedoch speziell auf Mikroplastik oder ist weltweit ratifiziert und rechtsverbindlich. Daher sind viele Länder, darunter Argentinien und Chile, auf lokale Gesetze zur Bekämpfung der Mikroplastikverschmutzung angewiesen, die es bis heute oft nicht gibt. Im Gesetzgebungsprozess, der zur Schaffung von Gesetzen zum Schutz der Umwelt erforderlich ist, können wissenschaftliche Erkenntnisse eine wichtige Rolle spielen, da sie als Argumente im Prozess und bei der Entscheidungsfindung verwendet werden.

Daher ist die qualitative und quantitative Untersuchung von Mikroplastik in den Weltmeeren von entscheidender Bedeutung für das Verständnis der Umweltauswirkungen der Verschmutzung sowie für die Bereitstellung wissenschaftlich fundierter Daten, um politischen Einheiten wie Nichtregierungsorganisationen Argumente für die Festlegung von Gesetzen und Vorschriften zu liefern. Dies führt zu den folgenden Forschungsfragen, die in dieser Arbeit untersucht werden:

*Wie viele Mikroplastikpartikel (10-300 µm) und aus welchen Polymeren befinden sich in argentinischen und chilenischen Gewässern und Häfen?*

*Auf welche Weise prägen wissenschaftliche Veröffentlichungen zur Meeresverschmutzung durch Plastik im Jahr 2022 die politische Agenda von NGOs, die sich auf den Umweltschutz konzentrieren, in Argentinien und Chile?*

Die Forschung wurde während der One Ocean Expedition im März/April 2022 an Bord des Segelschiffs Statsraad Lehmkuhl durchgeführt. Aus dem Oberflächenwasser wurden Mikroplastikproben mit Partikeln zwischen 10 und 300 µm entnommen. Die Proben wurden nach ihrer Rückkehr am Institute for Marine Research in Bergen, Norwegen, mit einem SperoQT 340-Infrarotmikroskop analysiert, um die Quantifizierung sowie die Polymertypanalyse der vor der Küste Argentiniens und Chiles sowie im Hafen von Punta Arenas (Chile) entnommenen Proben zu erreichen. Darüber hinaus wurden semistrukturierte Interviews mit jeweils drei Nichtregierungsorganisationen aus Argentinien und Chile durchgeführt. Dabei wurden zehn

Fragen gestellt, um die Verwendung wissenschaftlicher Daten bei der Arbeit der NGOs bei der Gesetzgebung zur Plastikverschmutzung im Meer zu erörtern.

Die quantitativen Analysen ergaben Häufigkeiten zwischen 329 und 31307 Partikel pro m<sup>3</sup>, wobei diese in chilenischen Gewässern signifikant höher waren. Das sind im Vergleich zu früheren Studien sehr hohe Zahlen und zeigen damit die Notwendigkeit, die verfügbaren Methoden zu vergleichen und Standards zu etablieren. Ein Grund dafür könnte der Nachweis meist sehr kleiner Partikel mit einer Größe zwischen 20 und 1000 µm<sup>2</sup> sein. Die wichtigsten Polymere waren Polyvinylchlorid und Polyethylen in Argentinien, wohingegen Polystyrol, Polyacetat und Polyethylen in chilenischen Gewässern häufiger vorkamen als Polyvinylchlorid. Beide Regionen sind abgelegen und wenig besiedelt, was darauf hindeutet, dass in Chile erhebliche Mengen an Mikroplastik durch den Südpazifikwirbel und den Humboldtstrom dorthin transportiert worden sein könnten, während in Argentinien eine Fischereiflotte die Hauptquelle für Mikroplastik sein könnte.

Die in Argentinien und Chile durchgeführten Interviews informierten über die Datenlage und die Verwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse in der Arbeit der befragten Nichtregierungsorganisationen. Die meisten von ihnen drückten ihre persönliche Wertschätzung wissenschaftlicher Daten für ihre Arbeit aber auch von den jeweiligen Entscheidungsträgern zum Ausdruck. Allerdings liegen für Argentinien und Chile nur sehr begrenzte Daten vor. Außerdem fehlen Daten zur Auswirkungen von Mikroplastik auf Fische, die Fischereiindustrie und die menschlich Gesundheit, was die Arbeit der Nichtregierungsorganisationen erschwert. Darüber hinaus ist der Zugang zu Politikern für die Nichtregierungsorganisationen schwierig und es wurde angedeutet, dass zum Teil das Interesse der Politiker an Mikroplastik fehle. Daher sind weitere Daten zu den Auswirkungen von Mikroplastik in der Umwelt und Lösungen für die Probleme wichtig für die zukünftige Arbeit in den Gesetzgebungsprozessen in diesen Ländern.

**Schlüsselwörter:** Mikroplastik, Südamerika, Gesetzgebung, One Ocean Expedition, Meeresverschmutzung