

Problem Plastikmeer: Lösungsvorschlag – Bioplastik als Ersatz für Mikroplastik in kosmetischen Artikeln anhand des Beispiels Polylactide



## **Bundesumweltwettbewerb 2016**

**Annette Kleeberg, 19 Jahre**

**Janne Nissen, 16 Jahre**

# Inhaltsverzeichnis

<b>Problem Plastikmeer: Lösungsvorschlag – Bioplastik als Ersatz für Mikroplastik in kosmetischen Artikeln anhand des Beispiels Polylactide</b> .....	1
1. Einleitung.....	4
1.1. Warum gerade dieses Thema? .....	4
1.2. Welche Bedeutung hat diese Problem für uns.....	4
2. Beschreibung des Themas und des konkreten Umweltproblems .....	5
2.1. Wie ist das Problem entstanden? Wer hat es verursacht? Wer ist betroffen? .....	5
2.2. Zusammenhänge .....	7
2.2.1. ökologische Zusammenhänge.....	7
2.2.2. gesellschaftliche und politische Zusammenhänge .....	8
2.2.3. wirtschaftliche Zusammenhänge .....	8
2.3. lokale und globale Bezüge .....	9
2.4. bisherige Schritte zu Problemlösung .....	10
2.4.1. politische und gesellschaftliche Lösungsansätze.....	10
2.4.2. biologische Lösungsansätze .....	11
3. Polymilchsäure als Lösung.....	11
3.1. Was ist Polymilchsäure? .....	11
3.2. Wie wird Polymilchsäure hergestellt?.....	12
3.2.1. Herstellung von Milchsäure .....	12
3.2.2. Synthese von Polymilchsäure .....	12
3.3. Eigenschaften der Polymilchsäure .....	13
3.3.1. Chemische Eigenschaften .....	13
3.3.2. Physikalische Eigenschaften.....	13
3.3.3. biologische Abbaubarkeit .....	13
3.4. Verwendung der Polymilchsäure .....	14
3.5. Ökonomie der Polymilchsäure .....	14
3.6. Experiment: Reaktion von Polymilchsäure auf verschiedene Stoffe .....	15
3.6.1. Material.....	15
3.6.2. Versuchsbeschreibung .....	15
3.6.3. Beobachtungen .....	16
3.6.4. Ergebnisse .....	17
3.6.5. Schlussfolgerungen .....	17
3.6.6. Allgemeinnutzen .....	17

3.6.6.1. Nutzen des Mikrogrnaultats .....	17
3.6.6.2. Nutzen des Wassers .....	18
4. Öffentlichkeitsarbeit .....	18
4.1. Idee .....	18
4.2. Umsetzung.....	18
5. Zusammenfassung und Reflexion .....	19
5.1. Zusammenfassung der Ergebnisse .....	19
5.2. Diskussion unseres Lösungsansatzes.....	20
5.3. Selbstreflexion .....	21
6. Quellen .....	21
6.1. Textquellen .....	21
6.2. Bildquellen .....	22

## 1. Einleitung

### 1.1. Warum gerade dieses Thema?

Jedes Jahr werden laut des Umweltbundesamtes rund 500 Millionen Mikropartikel aus Polyethylen in kosmetischen Artikeln wie Peelings, Zahnpasta oder Duschgels verwendet. Diese Partikel haben eine Größe von einigen Mikrometern oder Nanometern, heutzutage sogar bereits wenige Millimeter, und erscheinen uns daher kaum präsent. Die Folgen des Plastiks sind jedoch extrem und werden zu einem rasch wachsenden Problem. Dies betrifft in erster Linie das Meer. Sowohl in Süßwassern als auch Salzwassern nimmt die Verschmutzung durch Mikroplastik rasant zu. Dabei sind vor allem diejenigen Lebewesen betroffen, die sich im maritimen Bereich finden lassen, bisher ist von 663 Arten bekannt, dass diese negativ von dem Plastikmüll betroffen sind. Dies bezieht sich unter anderem auf viele Fische, aber beispielsweise auch Lebewesen wie kleine Krebse oder sogar Kegelrobben. Genauso sind Tiere wie Vögel betroffen, die aus dem Meer ihre Nahrung beziehen. Die Bedrohung für das Ökosystem Meer findet sich beinahe im gesamten Nahrungsnetz wieder. Zudem gelangen die Mikropartikel in die Nahrungskette bis hin zu menschlichen Nahrungsmitteln, wodurch auch wir von dem Mikroplastik negativ betroffen sind. Bereits im letzten Jahr haben wir aus diesem Grund ein Semesterprojekt zu dem Thema „Bioplastik als Ersatz für herkömmliches Plastik“ erarbeitet, wobei wir auch auf das Problem Mikroplastik und Makroplastik im Meer gestoßen sind. Dies hat uns in besonderer Weise dazu bewegt, uns genauer darüber zu informieren und eine mögliche Lösung für das Problem zu finden, sowie auf das Problem aufmerksam zu machen, um einen geringen Beitrag zur Verhinderung weiterer Meeresverschmutzung zu leisten.



### 1.2. Welche Bedeutung hat diese Problem für uns



Direkt vor unserer Haustür befinden sich zwei große Meere, die Ostsee und die Nordsee. Auch diese sind seit einigen Jahren immer schwerer von dem Problem Mikroplastik betroffen. Es wird geschätzt, dass sich auf dem Boden der Nordsee bereits 600.000 Kubikmeter Mikroplastikmüll befinden, wobei diese Entwicklung viele Lebewesen einschränkt. Auch hier sind Fischarten

betroffen, zudem auch deutlich kleinere Lebewesen wie die Wattwürmer, die an den Stränden das Plastik aufnehmen, welches sich im Sand sammelt und deutlich größere Lebewesen wie Robben, in dessen Nahrungskette die Mikropartikel gelangt sind. In der

Ostsee ist dieses Problem zwar geringer, da das Brackwasser von anderen Teilen relativ stark abgespalten ist, jedoch nehmen auch hier diese Probleme zu. Gerade erst waren zwei Große Tümmler in der Flensburger Förde, die auch in dieser gejagt haben und wohl ebenso Mikroplastik aufgenommen haben. Wir sind mit diesen Ökosystemen aufgewachsen und haben aus diesen gelernt, daher sehen wir uns in der Pflicht eine drohende Zerstörung der Gewässer mit ihrer Fauna aufzuhalten sowie die aktuelle, bereits vorhandene Verschmutzung zu minimieren. Wir wollen auch lokal gesehen auf dieses Thema aufmerksam machen, um unsere heimischen Gewässer zu retten und die Tiere darin zu schützen.

## 2. Beschreibung des Themas und des konkreten Umweltproblems

2.1. Wie ist das Problem entstanden? Wer hat es verursacht? Wer ist betroffen? Das gesamte Ökosystem Meer ist bedroht durch Makro- und Mikroplastik. Die Abfälle dominieren mittlerweile die Ozeane und Binnengewässer, denn jedes Jahr gelangen fast sieben Millionen Tonnen Plastik in die Ozeane. Oftmals bilden sie dann durch Strudel in der Mitte der Ozeane sogenannte Müllstrudel, die teilweise eine enorme Größe aufweisen. So treibt im Nordpazifik ein Müllstrudel, der etwa die Größe Zentraleuropas hat und stetig wächst.

Insgesamt gibt es fünf Müllstrudel über nahezu jedes Weltmeer verteilt, welche sogar schon von der NASA untersucht worden. Aber nicht nur in den Meeren auch an den Stränden sammelt sich das Plastik und verschmutzt diese.

Grundsätzlich wird zwischen Mikroplastik, welches kleiner als fünf Millimeter ist, und Makroplastik, welches größer als fünf Millimeter ist, unterschieden. Beide Arten können gravierende Auswirkungen auf die Lebewesen im und am Wasser haben.

Das Mikroplastik im Meer unterscheidet sich in zwei Arten. Zum einen in das primäre Mikroplastik, welches also in dieser Größe hergestellt und gebraucht wird wie bspw. In Kosmetikprodukten, zum anderen in das sekundäre Mikroplastik, das entsteht, wenn größere Plastikteile im Meer spröde werden und zerfallen. Das sekundäre Mikroplastik, mit dem wir uns hier nur kurz beschäftigen wollen, entsteht in erster Linie durch chemische und physikalische Alterungs- und Zerfallsprozesse. Dies sind in erster Linie Thermoplaste wie Polyethylen, Polypropylen, Polystyrol und Polyester, jedoch auch einige Elastomere und Duroplaste. Ein bekanntes Beispiel sind Fleece-Fasern, die sich bei Waschvorgängen von Polyestern oder Polyacryl lösen und im Wasser in die Umwelt gelangen oder der Abrieb von Autoreifen auf unseren viel befahrenen Straßen.

Dieses sekundäre Mikroplastik stellt den Großteil der Umweltverunreinigungen durch Mikroplastik dar, wir wollen uns jedoch mit dem primären Mikroplastik beschäftigen, da dieses bewusst verwendet wird und man mit einer Lösung, sowohl den Standard und die Verwendung wahren kann, als auch die Umweltverschmutzung drastisch reduzieren könnte. Damit wäre das Problem Plastik im Meer zwar nicht gelöst, aber es wäre ein vermeidbarer Teil keine Umweltbelastung mehr.

**Tabelle 7: Tabellarische Darstellung der Quellen von primären und sekundären Mikropartikeln aus Kunststoff in Deutschland**

Quellen von Mikropartikeln aus Kunststoff in Deutschland	Quantifizierung der Quellen in Tonnen Mikropartikel pro Jahr
<b>Primäre Mikropartikel</b>	
- Kosmetische Produkte	500
- Wasch-, Reinigungs- und Pflegemittel im Gewerbe und der Industrie	< 100
- Strahlmittel zum Entgraten von Oberflächen	< 100
- Mikronisierte Kunststoffwache in technischen Anwendungen	100.000
<b>Sekundäre Mikropartikel</b>	
- Fragmentierung von Kunststoffabfällen	unbekannt
- Synthetische Chemiefasern aus Kleidungsstücken und sonstigen Textilien	80 bis 400
- Verlust von Pellets in der Herstellung und Weiterverarbeitung von Kunststoffen	21.000 bis 210.000
- Reifenabrieb	60.000 bis 111.000

Quelle: Umweltbundesamt

Abbildung 1 Quellen von Mikroplastik, herausgegeben vom Umweltbundesamt

Primäres Mikroplastik ist also bewusst hergestelltes Plastik in Form von Pellets oder Mikrogranulaten mit einer Größe von durchschnittlich 5 mm.

Hierbei werden sehr unterschiedliche Kunststoffe verwendet, beispielsweise Polyethylen, Polypropylen, Polystyrol sowie Polyethylenterephthalat besser bekannt als PET oder Polyvinylchlorid (PVC) oder Polyamid, im Volksmund Nylon genannt. Alle diese Kunststoffe nennt man synthetische Polymere, welche aus Zellulose und fossilen Brennstoffe, also Erdöl, hergestellt werden. Dabei werden oft Additive, sogenannte Phtalate, zugesetzt, die die Eigenschaften des Plastiks verändern sollen und es robuster machen. Diese sind jedoch toxisch gegenüber Mensch und Umwelt, wenn sie unter bestimmten Bedingungen z.B. im Meer freigesetzt werden.

Das primäre Mikroplastik gelangt dabei durch zwei Wege in die Umwelt und vor allem die Meere. Zum einen durch Unfälle, wenn z.B. Container mit Mikropellets ins Meer stürzen. Der weitaus größere Teil des primären Mikroplastiks gelangt jedoch über die Abwasser in die Meere, wenn Granulate aus Peelings, Zahnpasta oder Duschgels über das Wasser in die Klärwerke gegangen sind. Die Klärwerke haben jedoch keine Filter bzw. Prozesse, die das Mikroplastik abfangen könnten, weshalb es durch die Klärwerke in die Meere gelangt.

Dieses Problem wurde maßgeblich von der Plastikindustrie und den Konsumenten verursacht. Es werden auch jetzt noch immer höhere Mengen an Plastik produziert, die im Endeffekt die Umwelt zerstören. Industrien wie die Verpackungsindustrie profitieren von der billigen Herstellung des Endprodukts sowie den praktischen Eigenschaften wie der großen Variabilität und der langen Haltbarkeit.

Jedoch betrifft das Problem der Plastikmeere große Teile des Ökosystems Meer, insbesondere kleine Lebewesen. Dadurch landet das Mikroplastik in der Nahrungskette, ein Beispiel ist die Aufnahme des Plastiks durch Zooplankton bzw. die Verwechslung der Partikel mit Plankton, welches beispielsweise vom Hering als Nahrung aufgenommen wird, diese wiederum sind eines der Hauptnahrungsmittel des Kabeljau, diese werden von vielen Robbenarten gefressen, welche von Schwertwalen und Haien gefressen werden.

Dabei muss ebenfalls bedacht werden, dass das Mikroplastik über diese Nahrungskette in vielen Speisefischen, die größtenteils im Meer gefangen werden, landet, wodurch auch der Mensch das Mikroplastik aufnimmt. Zusätzlich wird vermutet, dass es aufgrund der fehlenden Filtermöglichkeiten in Klärwerken bei der Aufbereitung des Wassers in das Trinkwasser gelangt.

Dies ist zum einen aufgrund der bereits erwähnten toxischen Additive problematisch, zum anderen weil das Mikroplastik eine verhältnismäßig große Oberfläche hat zum Beispiel im Vergleich zu Makroplastik, welche zudem zu großen Teilen hydrophob ist, wodurch sich viele persistente toxische Schadstoffe an der Plastikoberfläche anlagern können, die in hohem Maße toxisch für die Umwelt sind und zudem kaum abbaubar. Manche Forscher gehen davon aus, dass bis 2050 jeder Meeresvogel mit Mikroplastik verseucht sein werde. Allein heute sollen schon zwei Drittel der Vögel betroffen sein.

## 2.2. Zusammenhänge

### 2.2.1. ökologische Zusammenhänge

Von einem ökologischen Standpunkt aus ist das Mikroplastik höchst gefährdend und stellt eine große Bedrohung für das Ökosystem Meer dar, wobei resultierend daraus weitere Ökosysteme beeinflusst werden. Insbesondere durch die enormen Mengen an Plastikmüll, die ihren Weg in die Gewässer finden, ist die Gefahr durch dieses in der Zukunft noch einmal wesentlich größer. Dies resultiert auch daraus, dass Plastik bis zu 400 Jahre benötigt, bis es komplett zersetzt ist. Bis zu diesem Zustand wird das Plastik in immer kleinere Partikel zersetzt, es entsteht das sekundäre Mikroplastik. Man geht davon aus, dass sich in einigen Gewässern ca. sechsmal mehr Mikroplastik als Plankton befindet. Dieses lagert sich gemeinsam mit dem primären Mikroplastik im Meer und an vielen Stränden an.

Dabei ist momentan von 663 Arten bekannt, dass diese negativ von den Auswirkungen der Plastikpartikel betroffen sind. Dies zeigt, dass ein sehr großer Teil der Biozönose betroffen ist, wobei viele Arten bezüglich ihrer Reaktion auf das Plastik noch nicht erforscht sind.

Das Mikroplastik entfaltet dabei seine toxische Wirkung, die durch Additive und die Oberflächenbeschaffenheit des Granulats entsteht, sowie teilweise eine hormonelle Wirkung. Auch kann das Mikroplastik die Verdauungswege oder die Nahrungsaufnahme sowie innere Organe erheblich behindern oder gar beschädigen und so die unbewussten Konsumenten stark schaden.

Insgesamt geht man davon aus, dass sechs bis zehn Prozent der weltweiten Kunststoffe ihren Weg ins Meer finden.

Dabei stellt das primäre Mikroplastik wie bereits erwähnt den geringeren Teil der Meeresverschmutzung dar, jedoch ist auch dieser Teil nicht unerheblich. Dennoch sollte man sich nicht ausschließlich auf das primäre Mikroplastik fokussieren. Man kann letztendlich schlussfolgern, dass die Nachhaltigkeit und damit die Entwicklung

des Meeres nicht nur stark eingeschränkt ist, sondern in naher Zukunft durch das Mikroplastik nicht mehr möglich sein wird.

### 2.2.2. gesellschaftliche und politische Zusammenhänge

Leider wird kaum über diese Problematik gesprochen. Sie gerät durch Aktuelleres in den Hintergrund, obwohl sie stetig wächst. So kümmert sich auch unsere Gesellschaft nur in kleinem bis gar keinem Umfang um die von uns verschmutzten Meere. Zwar gibt es einzelne Initiativen gegen das Plastik im Meer wie zum Beispiel ein Projekt des Niederländers Boyan Slat, näheres dazu unter dem Punkt 2.4, die Projekte finden aber oft nur bei einem kleinen Teil der Gesellschaft Anklang, da das Problem Plastik insbesondere von den Medien in den Hintergrund gerückt wird und so nicht im Bewusstsein der Bevölkerung steht. Aus diesem Grund sind kleinere Projekte wenig effizient, wenn nicht auch in den heutzutage wichtigen Medien wie Fernsehen, Zeitungen oder im Internet beispielsweise in sozialen Netzwerken, auf das Problem aufmerksam gemacht wird. Dabei sind jedoch besonders gesellschaftliche Zusammenhänge vorhanden, da die Gesellschaft zum einen für das Problem mitverantwortlich ist, zum anderen aber auch die Folgen tragen muss. Daher ist es besonders wichtig die Gesellschaft auf die selbst verursachte fehlende Nachhaltigkeit aufmerksam zu machen.

Auf nationaler Ebene jedoch wird wenig für den Meeresschutz vor Mikroplastik getan, da die Meere in den meisten Fällen von vielerlei Staaten genutzt werden und für größere Meeresabschnitte oft keine Zuständigkeiten herrschen. Die Europäische Union als Staatenbund hat 2008 eine Richtlinie namens „Richtlinie 2008/56/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt“ (kurz MSRL) verabschiedet, die jedes Mitgliedsland zu sechs Schritten verpflichtet. Diese Schritte teilen sich auf Erfassung und Beschreibung der vorhandenen Verschmutzung, die Festlegung des Ziels, die Erstellung und Durchführung eines Überwachungsplans der Ziele, einen Maßnahmenprogramms und dessen Umsetzung. Dabei soll ein „guter Umweltzustand“ herbeigeführt werden. Was dabei ein „guter Umweltzustand“ sein soll, ist nicht genauer definiert, allerdings spielt die Nachhaltigkeit mit Ausblick der Nutzung der Meere auch für kommende Generationen eine große Rolle. Trotzdem handelt es sich hierbei um eine Richtlinie, bei der die Mitgliedsstaaten nur das Ziel bis 2020 erreichen müssen, welches sie sich selbst gestellt haben (mehr dazu unter dem Punkt 2.4).

### 2.2.3. wirtschaftliche Zusammenhänge

Wirtschaftlich gesehen wurde mit MARPOL in den 70er Jahren ein Hemmnis gesetzt, welches heutzutage aber wohl für jeden Fischer und Schiffsbesatzungen Gang und Gebe sein sollte. MARPOL ist mit Kosten für die Seefahrer verbunden und der Erfolg des Abkommens ist umstritten (mehr dazu unter Punkt 2.4).



Zudem ist zu bedenken, dass die Entsorgung des Plastikmülls im Meer für viele Unternehmen und auch Haushalte erhebliche Kosten spart, da die Entsorgung theoretisch kostenfrei und oft auch legal ist.

Gleichzeitig ist die Plastikindustrie einer der größten und wichtigsten Industriezweige, insbesondere in Deutschland. So werden weltweit pro Jahr ca. 200 bis 250 Millionen Tonnen Plastik hergestellt, wobei in Deutschland alleine 11.7 Millionen Tonnen pro Jahr verbraucht werden. Vor allem in der Verpackungsindustrie kann man dabei von einem Monopol der Plastikindustrie sprechen, wobei die Verpackungen etwa 35% des Plastiks darstellen.

Gleichzeitig könnte das Mikroplastik bzw. das Plastik im Meer den Agrarindustriezweig der Fischerei bedrohen, da viele Fische von der toxischen Wirkung des Mikroplastiks sowie der mechanischen Wirkung des Makroplastiks stark negativ beeinflusst sind und sich so nicht nur die Erträge mindern, sondern auch die Konsumenten, also die Verbraucher von den Toxinen negative Folgen tragen.

### 2.3. lokale und globale Bezüge

Dadurch dass das Meer ein untrennbarer Raum ist, folgt, dass sich lokale und globale Bezüge nicht voneinander trennen lassen. So gut wie jedes Land der Erde hat direkte Anbindung an das Meer oder eine indirekte durch Flüsse, Kanäle o.ä. Da Wasser früher wie heute ein wichtiger Handelsweg ist, befinden sich Ballungszentren in der Nähe von diesen. Die Verschmutzung gelangt also nicht nur vom Strand aus sondern auch durch Flüsse ins Meer und verteilt sich durch die vorhandenen Meeresströme und auch durch Stürme etc. in die ganze Welt.

Nicht nur die hiesige Bevölkerung steht am Ende der Nahrungskette und könnte durch mit Mikroplastik belastete Meerestiere oder belastete Trinkwasser Schaden nehmen, in anderen Regionen wird Meereswasser viel direkter, zum Beispiel direkt zum Kochen oder Waschen benutzt. So kann Mikroplastik viel leichter in den Körper gelangen und auch dort Schaden hinzufügen.

Dabei stehen lokal gesehen insbesondere die jeweiligen Tierarten, die unter dem Plastik leiden im Fokus. So beispielsweise an den Küsten oder in Seen und Flüssen, die lokal überwacht und geschützt werden.

Von einem globalen Standpunkt aus sind vor allem die großen „Müllinseln“ zum Beispiel im Nordpazifik, die mittlerweile eine enorme, kaum zu erfassende Größe erreicht haben und stetig weiter wachsen.

Gleichzeitig sind auch die lokalen und globalen Schutzmaßnahmen sehr wichtig. Lokal können dabei insbesondere flache Gewässer geschützt werden, wenn Gemeinden oder Städte sich deren Schutz annehmen. Auf globalen Wege sind die Abkommen der EU sowie eine globale Zusammenarbeit aller Staaten wichtig, da jeder Staat bezüglich des Problems Plastikmüll im Meer wie auch die Gesellschaft gleichzeitig Verursacher wie auch Träger der Konsequenzen und damit besonders für die Bekämpfung des Problems verantwortlich ist.

## 2.4. bisherige Schritte zu Problemlösung

### 2.4.1. politische und gesellschaftliche Lösungsansätze

Zur Lösung des Problems gibt es verschiedene Ansatzmöglichkeiten.

MARPOL war das erste Abkommen, welches sich länderübergreifend mit der Umweltverschmutzung auf dem Wasser durch die Menschheit, hier durch Schiffe, auseinandersetzt. In der 5. Anlage wird Kunststoffmüll u. ä. erwähnt. Dieser darf laut Abkommen nur an Land entsorgt werden, sonst wird mit Bußgeldern zu rechnen sein. Der Erfolg des Abkommens ist aber umstritten und wird hauptsächlich in Hinblick auf andere Anlagen untersucht, die sich beispielsweise mit Erdöltankern beschäftigen. Zudem muss man sagen, dass in den 70er Jahren Plastikmüll in den Meeren noch nicht so gravierend war wie heute.

Wie schon erwähnt hat auch die Europäische Union 2008 die MSRL erlassen, die bis 2010 in nationales Recht umzusetzen war. Ein guter Zustand, der zu erreichen ist, wird folgend definiert: „ökologisch vielfältige und dynamische Ozeane und Meere [...], die sauber, gesund und produktiv sind“

Deutschland hat im Rahmen der MSRL sich folgende Ziele gesetzt:

- Reduzierung der Belastung durch Schiffe (z.T. durch MARPOL geregelt)
- Schutz der marinen Biodiversität durch Schutzgebiete
- Reduzierung von Unterwasserlärm durch Lärminderungsmaßnahmen und Grenzwerten
- Reduzierung der Müllbelastung

Ziel der Bundesregierung ist dabei, dass der Zustand der Meere sich nicht verschlechtert und ein guter Zustand erhalten wird bzw. bis 2020 hergestellt wird. Die Reduzierung der Müllbelastung soll durch „eine Kombination von Maßnahmen in Bezug auf Produktdesign, Abfallwirtschaft, Nachsorge und Öffentlichkeitsarbeit“ geschehen. Das heißt zwar, dass das Problem von mehreren Seiten behandelt wird, aber da die Zielsetzung sehr unkonkret formuliert ist, könnte das Ziel aus ökologischer Sicht im Endeffekt zu niedrig ausgelegt werden. Im Jahre 2014 haben alle Mitgliedsstaaten ein Maßnahmenprogramm erfasst und den Zustand gemeldet. Dabei fällt laut Zwischenbericht der Kommission auf, dass einige Länder Tatsachen schlichtweg ignoriert haben und solche in ihrem Bericht nicht vorzufinden sind. So wird kritisiert, dass die Mitglieder ihre Aufgabe nicht ausreichend ernstgenommen haben. Einen Vergleich der Auswertungen zum Zustand sei durch die gravierenden Unterschiede in der Anfertigung schwer möglich. Die Kommission warnt mit unübersichtlichen Kosten bei Verzögerung der umweltpolitischen Maßnahmen und hat das Verfahren zum Melden des Zustandes verbessert und zwingt Staaten, ihre Zielplanungen zu überprüfen, um das gemeinsame Ziel zu erreichen. Zugleich wollen sie das Tempo der Umsetzung erhöhen zum Erlanger der Umsetzung bis 2020. Nach 2014 wurde nichts Weiteres auf Seiten der EU zu diesem Thema veröffentlicht. Des Weiteren gibt es Initiativen von Privatpersonen aber auch von Firmen gegen Plastik im Meer allgemein.

Der schon erwähnte Niederländer Boyan Slat möchte mit großen Flößen das Plastik aus dem Meer fischen, da das Abfangen mit Netzen die Meeresböden zerstört und Meerestiere gefährdet. Wie bei den meisten Aktionen findet auch diese nur an einem Tag im Jahr statt und zeigt somit auch durch ihre Unbekanntheit keine nennenswerten Effekte.

Jedoch versuchen auch größere Umweltschutzorganisationen wie der BUND auf das Problem aufmerksam zu machen, beispielsweise im Internet, in sozialen Netzwerken. Auch bei einigen Unternehmen wird Plastikmüll vermieden, hauptsächlich im Verkauf. Dort werden seit wenigen Jahren keine kostenlosen Plastiktüten mehr angeboten, sondern nur noch kostenpflichtige. Manche Händler sind auf wiederverwendbare Tüten aus Papier oder stabilerem Plastik umgestiegen, die dem Konsumenten verdeutlichen sollen, dass Plastik einen schädlichen Einfluss auf die Umwelt hat und dieser mit Wiederverwendung reduziert werden kann. Zudem soll es in naher Zukunft ein Gesetz geben, dass es Privatpersonen untersagt ihren Müll in Gewässern zu entsorgen.

Dieser Wandel ist jedoch im Bereich der Kosmetikprodukte noch nicht bei den Verbrauchern angekommen und wird hier auch politisch wenig beachtet.

#### 2.4.2. biologische Lösungsansätze

In diesem Jahr wurde ein Bakterium entdeckt, welches Kunststoffe zersetzt. Das Bakterium *Ideonella sakaiensis* 201-F6 zerlegt dabei PET durch zwei Enzyme ähnlich eines biologischen Abbaus. Das Bakterium wurde im Sediment einer Kläranlage gefunden. Der Abbauprozess sei jedoch relativ langsam. Dennoch ist dies eine Möglichkeit das Plastik aus der Umwelt zu entfernen.

Auch einige Pilze können erdölbasiertes Plastik zersetzen, jedoch müssen dafür sehr besondere Bedingungen herrschen.

Auch stellten Mitte 2014 Forscher Biowachspartikel als Alternative zu dem primären Mikroplastik in kosmetischen Mitteln vor, dies hat wie das Bioplastik eine organische Herkunft und ist weder toxisch noch gesundheitsgefährdend und zudem unverdaulich.

### 3. Polymilchsäure als Lösung

#### 3.1. Was ist Polymilchsäure?

Polymilchsäure, die fachsprachlich als Polylactid oder Polylactat (PLA) bezeichnet ist ein synthetisches Polymer und gehört zu den Polyestern. Er wird hergestellt durch die Polymerisation von Milchsäure, auf Basis von pflanzlicher Stärke.

Sie wurden erstmals beschrieben im Jahre 1845 als der französische Chemiker Théophile-Jules Pelouze (geb. 1807, gest. 1867), welcher beim Erhitzen der Milchsäure die Bildung von Oligomeren und Polymeren.

Ein Verfahren um PLA aus Lactiden herzustellen wurde jedoch erst 1932 von dem Chemie-Konzern *E.I. du Pont de Nemours and Company* (DuPont) entwickelt. Polymilchsäure bildet dabei eine Grundlage für thermoplastische Kunststoffe.

### 3.2. Wie wird Polymilchsäure hergestellt?

#### 3.2.1. Herstellung von Milchsäure

Milchsäure (2-Hydroxypropansäure) entsteht nach dem Prinzip der milchsäuren Vergärung. Da bei wird Stärke durch das Enzym Diastase zu Maltose katalysiert. Dabei gibt man Milchsäure-bakterienkulturen hinzu, wodurch die Maltose bei 37° Celsius zunächst in Glucose, dann in Milchsäure umgewandelt. Dabei stellen Milchsäurebakterien ihre Tätigkeit jedoch in einer sauren Umgebung ein, weshalb man Calciumcarbonat hinzu gibt. Die Milchsäure fällt dann als Calciumlactat aus, lässt sich jedoch durch Zugabe von Schwefelsäure wiedergewinnen. Dabei ist die Milchsäure ein nachwachsender Rohstoff, da die biologische Quelle leicht zugänglich ist.

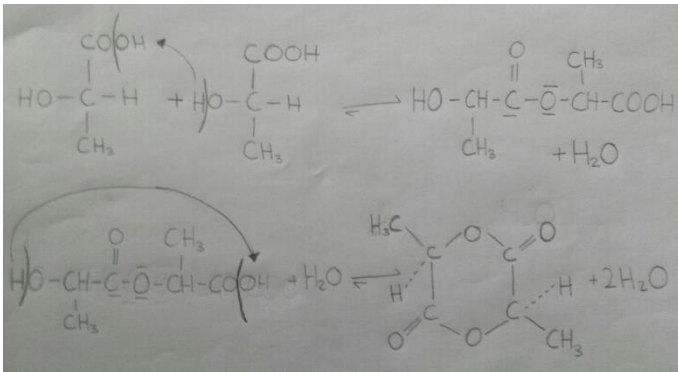


Abbildung 2 Esterbildung zu dimeren Lactiden

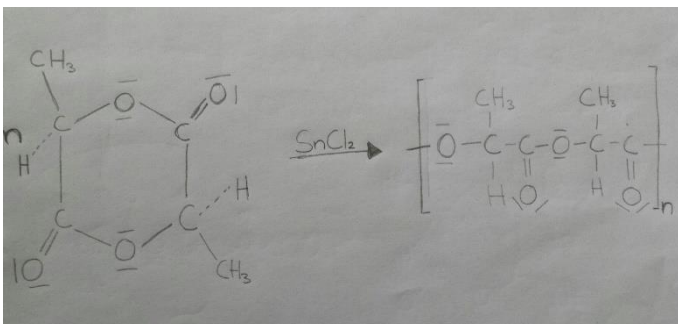


Abbildung 4 Ringöffnungspolymerisation

#### 3.2.2. Synthese von Polymilchsäure

Die Polyesterbindung entsteht bei der Polymilchsäure durch eine besondere Form der Kondensationspolymerisation. Die Milchsäure wird hierbei als einziges Monomer benötigt, da sie sowohl eine Hydroxylgruppe als auch ein Carboxylgruppe besitzt.

Grundsätzlich wird bei der folgenden Veresterung die Hydroxylgruppe eines Milchsäuremoleküls mit der Carboxylgruppe eines anderen Milchsäuremoleküls verestert. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass Milchsäuremoleküle selten frei vorliegen, da eine spontane primäre cyclische Esterbildung stattfindet, wobei sich dimere Lactide bilden (Lactone). Durch das Erhitzen der Lactone wird

mithilfe eines Katalysators (Metallsalze), z.B. Zinn-(II)-Chlorid eine Ringöffnungspolymerisation. So entstehen lange Molekülketten aus Milchsäure, die Polylactide.

### 3.3. Eigenschaften der Polymilchsäure

#### 3.3.1. Chemische Eigenschaften

Die chemischen Eigenschaften der Polymilchsäure sind stark abhängig von der Molekülmasse, welche die Schmelztemperatur (60-180° C), die Zugfestigkeit (10-60MPa) sowie die Bruchdehnung (1.5-380%) beeinflusst. Die Polymilchsäure befindet sich in einem festen Aggregatzustand. Zudem ist sie aufgrund ihrer Methylgruppen hydrophob. Methylgruppen sind unpolar, daher kann sich die Polymilchsäure nicht in polaren Lösungsmitteln wie Wasser lösen.

Jedoch lässt die Polymilchsäure sich leicht in unpolaren organischen Lösungsmitteln lösen.

#### 3.3.2. Physikalische Eigenschaften

Polymilchsäure weist nahezu identische physikalische Eigenschaften zu herkömmlichen, erdölbasiertem Plastik auf. Durch die Hydrophobie entsteht eine geringe Feuchtigkeitsaufnahme. Zusätzlich hat PLA eine geringe Flammbarkeit sowie eine hohe Beständigkeit gegen UV-Strahlen.

Die Dichte von Polymilchsäure liegt bei 1210-1430kg/m<sup>3</sup>.

Zudem ist Polymilchsäure transparent und weist eine mittlere Sprödigkeit auf. Jedoch ist es möglich, dass durch Copolymerisation oder durch den Zusatz von Füllstoffen und Naturfasern eine höhere Temperaturbeständigkeit zu erreichen.

#### 3.3.3. biologische Abbaubarkeit

Der biologische Abbau der Polymilchsäure lässt sich in zwei Schritte aufteilen, den Primärabbau und den Endabbau.

Im Primärabbau finden Oxidations- und Hydrolyseprozesse statt, da die Mikroorganismen, die im Endabbau die Polymilchsäure aufnehmen und spalten, zu klein sind, um die Polymilchsäure direkt durch ihre Zellwände aufzunehmen. Daher stellen die Mikroorganismen extrazelluläre Enzyme her, die wiederum zu groß sind, um in die Polymerstruktur einzudringen, weshalb der primäre Abbau hauptsächlich an der Oberfläche der Moleküle stattfindet. Um in das aktive Zentrum des Enzyms zu passen und dieses zu aktivieren, muss die Polymerkette der Milchsäure flexibel sein. Es entsteht wiederum das Monomer Milchsäure.

Es folgt der Endabbau durch die mikroorganismische Aufnahme, die die Spaltung in Kohlenstoffdioxid, Wasser und Biomasse auslöst. Die Milchsäure dient den Mikroorganismen so als Nahrungsquelle.

Dabei spielen auch einige abiotische Vorgänge wie z.B. die abiotische Hydrolyse eine Rolle und beeinflussen die Schnelligkeit des biologischen Abbaus.

Grundsätzlich kann der biologische Abbau von Polymilchsäure zwischen einigen Wochen und mehreren Jahren variieren, dies ist abhängig von den Umweltvoraussetzungen

während des Zersetzungsvorgangs sowie dem Molekulargewicht und in besonderer Weise dem Kristallisierungsgrad abhängig. Ist der Stoff hochkristallin, so braucht er mehrere Monate bis Jahre, um vollständig abgebaut zu werden. Ist der Stoff dagegen amorph, wird er in wenigen Wochen abgebaut.

Grundsätzlich bieten industrielle Kompostierungsanlagen die besten Voraussetzungen zum Abbau, also feuchte Bedingungen und eine Temperatur über 55°C.

Dabei ist es in der Medizin üblich die biologische Abbaubarkeit zeitlich zu steuern. Dort wird durch die Copolymerisation von Milchsäurelactid (schnelle Abbaubarkeit) und Glykolsäurelactid (langsame Abbaubarkeit) ein entsprechendes Mischverhältnis hergestellt.

Auch in der Landwirtschaft stellt Polymilchsäure bereits jetzt einen großen Gewinn dar. So können beispielsweise Mulchfolien aus Polymilchsäure nach Gebrauch einfach untergepflügt werden, was einen enormen zeitlichen Gewinn darstellt.

Zudem ist Polymilchsäure eines der häufigsten Materialien im 3D-Druck, da es vergleichsweise kostengünstig ist. Auch hier stellt die Polymilchsäure ein großes Potenzial dar

#### 3.4. Verwendung der Polymilchsäure

Aufgrund der Eigenschaften als thermoplastischer Kunststoff sowie der biologischen Abbaubarkeit wird Polymilchsäure oft in der Verpackungs- und Lebensmittelindustrie eingesetzt, jedoch aufgrund der hohen UV-Beständigkeit und der geringen Flammpunkt auch in der Bekleidungs- und Textilindustrie. Beispiele sind Joghurt- und Trinkbecher, Verpackungsfolien, Bekleidung, Tragetaschen und Möbelbezüge.

Insbesondere in der Medizintechnik findet Polymilchsäure Anwendung, beispielsweise als Nahtmaterial oder für Schrauben und Nägel, da man sich hier die biologische Abbaubarkeit zu Nutze macht. Die Fäden sowie die Schrauben und Nägel lösen sich so nach einiger Zeit von selbst auf ohne den Körper zu schädigen. Die Zeit lässt sich dabei durch Copolymerisation steuern. Zudem ist Polymilchsäure aufgrund der organischen Herkunft für den Körper sehr verträglich.



Abbildung 5 Verwendung als Schraube in der Medizintechnik

#### 3.5. Ökonomie der Polymilchsäure

Die aufwendigen Herstellungsverfahren machen Polymilchsäure teurer als herkömmliches erdölbasiertes Plastik. Dadurch hat Polymilchsäure nur einen geringen Marktanteil, jedoch wird prognostiziert, dass dieser in Zukunft steigen wird, besonders aufgrund der stetig sinkenden Vorkommen an Erdöl. Zudem ist der Stoff aufgrund seiner organischen Herkunft und seiner biologischen Abbaubarkeit sehr nachhaltig, was ihn zu einem wichtigen Ersatz für herkömmliches Plastik macht.

Einen Vorteil haben dabei jedoch Hersteller, die die Polymilchsäure nicht auf Basis von Zucker herstellen, da der Gewinn aus Nahrungsmitteln als problematisch angesehen wird.

Besonders im Bereich der Medizintechnik wird der Polymilchsäure ein großes ökonomisches Potenzial vorausgesagt.

Jährlich werden zurzeit etwa 140.000 Tonnen Polymilchsäure weltweit produziert. Für das Jahr 2020 wird bei gleichbleibender Entwicklung bereits ein Produktionsvolumen von 530.000-1.150.000 Tonnen pro Jahr erwartet.

### 3.6. Experiment: Reaktion von Polymilchsäure auf verschiedene Stoffe

#### 3.6.1. Material

Reagenzglasständer, 6 Reagenzgläser, Messzylinder, Pipette, Spatel, destilliertes Wasser, Salzwasser (Meerwasser), Ethanol, Seifenlösung, verdünnte Borsäure (10mM), Duschgel (gelöst), Polymilchsäure

#### 3.6.2. Versuchsbeschreibung

Das Ziel des Versuchs ist es, die Polymilchsäure auf ihre Anwendbarkeit als Ersatz für herkömmliches Plastik als Mikroplastik in kosmetischen Stoffen zu testen. Um dies festzustellen, wollen wir zunächst die Reaktion der Polymilchsäure mit destilliertem Wasser als Vergleichswert beobachten. Im nächsten Schritt wollen wir die Reaktion des Biokunststoffs auf verschiedene flüssige Stoffe beobachten, um die Polymilchsäure auf ihre Anwendungsmöglichkeiten zu testen.

Diese wollen wir in folgender Tabelle kurz erläutern:

<b>Stoff</b>	<b>Anwendung</b>
Destilliertes Wasser	Vergleichswert
Salzwasser (Meerwasser)	Simulation der Umgebung im Meer
Ethanol	Reaktion auf einfaches Lösungsmittel; praktischer Test auf Polarität der Polymilchsäure
Seifenlösung	Reaktion auf basische Umgebung, da Seifen und andere Anwendungsgebiet oft basisch sind
Verdünnte Borsäure (10mM)	Erweiterter Ansatz zur Simulation des natürlichen Säuremantels der Haut; näherungsweise ähnlicher pH-Wert (Borsäure (10mM) 5.62; Haut 5.5)

In unserem Versuch geben wir zunächst ein kleines Stück der Polymilchsäure in je eines der Reagenzgläser. Nun gibt man tröpfchenweise in die 5 Reagenzgläser je einen der fünf Stoffe destilliertes Wasser, Salzwasser, Ethanol, Natronlauge, verdünnte Borsäure/Salzsäure und Duschgel bis das jeweilige Stück Polymilchsäure vollständig bedeckt ist und beobachtet die Reaktion. Innerhalb der folgenden 72

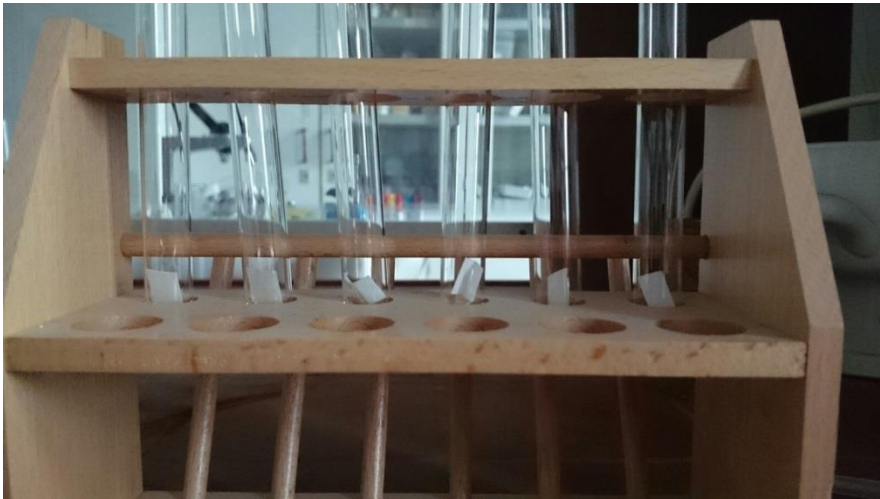


Abbildung 6 Aufbau des Experiments

Stunden werden erneut eventuelle Veränderungen beobachtet.

### 3.6.3. Beobachtungen

Zunächst haben wir das Bioplastik aus Polymilchsäure betrachtet, welches sich in seinen äußeren Eigenschaften nicht vom herkömmlichen, erdölbasierten Plastik unterscheidet. Sowohl die Oberfläche als auch die Elastizität unterscheiden sich in keiner ersichtlichen Weise.

Bei Zugabe der Stoffe haben wir keine unmittelbare Reaktion beobachten können.

Auch innerhalb der nächsten 72 Std. haben wir keine Veränderung feststellen können. Nach 72 Stunden haben wir ebenfalls die Oberfläche des Mikroplastiks überprüft, wobei diese sich nicht verändert hat.



Abbildung 7 Reaktion direkt nach Zugabe der Stoffe

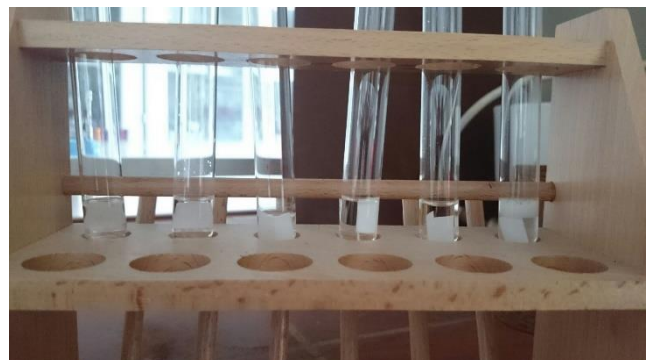


Abbildung 8 Reaktion 72 Stunden nach Zugabe der Stoffe



#### 3.6.4. Ergebnisse

Die Polymilchsäure hat sich in keinem Stoff gelöst und ist unverändert zu dem Zustand vor dem Versuch.

Da sich die Polymilchsäure weder in dem destillierten Wasser noch in dem Salzwasser gelöst oder verändert hat, kann man schließen, dass diese hydrophob ist. Dies lässt sich durch die Methylgruppe erklären, welche unpolar ist. Daraus folgt, dass die Wasserstoffbrückenbindungen geringer sind als die Van-der-Waals-Kräfte. Dadurch löst sich die Polymilchsäure nicht in dem polaren Wasser, obwohl sie zu den Carbonsäureestern zählt.

Auch Ethanol ist ein polarer Stoff, da er eine Hydroxylgruppe besitzt, die hydrophil und polar ist. Daher verhält sich auch in diesem Fall die unpolare Polymilchsäure abweisend.

Auch mit der Seifenlösung hat die Polymilchsäure nicht reagiert, jedoch würde die Polymilchsäure von sehr starken Basen gespalten werden, da es zwar keine Säure aber ein Carbonsäureester ist. Ester sind CH-acide Verbindungen, daher können sie wie auch Brönstedt-Säuren die Funktion eines Protonendonators erfüllen, dies jedoch nur bei sehr starken Basen.

Gleichzeitig können Carbonsäureester nicht mit Säuren wie der Borsäure reagieren, da sie nur Protonendonatoren und keine Protonenakzeptoren sind.

Wie die Seifenlösung ist auch das gelöste Duschgel eine zu schwache Base, um die Polymilchsäure zu spalten.

#### 3.6.5. Schlussfolgerungen

Zwar ist die Polymilchsäure beständig gegenüber einer sauren und einer schwach basischen Umgebung, wie sie in dem Anwendungsgebiet in kosmetischen Mittel vorzufinden ist, jedoch ist sie auch sehr hydrophob und eine geringe Hydrolyserate. Dies bedeutet, dass die Polymilchsäure auch in einem längeren Zeitraum nicht vom Wasser gespalten wird.

#### 3.6.6. Allgemeinnutzen

##### 3.6.6.1. Nutzen des Mikrogranulats

Das Mikrogranulat wird in einem Großteil der Kosmetika verwendet und ist wegen seines Peelingeffekts in der Gesellschaft sehr beliebt. Die schädliche Wirkung des Mikroplastiks wird dabei nicht bedacht bzw. kaum jemand kennt diese. Oft ist nicht einmal bekannt, dass Plastik enthalten ist.

Die Konsumenten wollen daher auch nicht auf den Peelingeffekt verzichten, dementsprechend würde ein Abbau oder Verbot des Mikrogranulats in Kosmetika zu erheblichen wirtschaftlichen Einbußen führen.

Ein Ersatz durch Polymilchsäure könnte diese Verluste verhindern.

#### 3.6.6.2. Nutzen des Wassers

Das Meerwasser sowie oftmals Wasser aus Seen und Flüssen wird aufbereitet zu Trinkwasser sowie für Wasserwerke.

Für viele Städte und Gemeinden stellen die Gewässer damit eine wichtige Grundlage dar, ebenso für viele Unternehmen, die das Wasser in ihrem Herstellungsprozess oder ihrem Endprodukt nutzen.

Insbesondere in sehr heißen Regionen wird dabei das stark verunreinigte Meerwasser entsalzt, wodurch das Mikrogranulat bei den Menschen die Möglichkeit hat, großen Schaden zu verursachen.

### 4. Öffentlichkeitsarbeit

#### 4.1. Idee

Um auf das Problem des Plastiks in der Umwelt und damit im Meer aufmerksam zu machen, haben wir uns überlegt insbesondere das Medium Internet und damit verbunden Plattformen wie soziale Netzwerke zu nutzen.

Wir haben uns für dieses Medium entschieden, da es einen einfachen und gleichzeitig sehr effizienten Weg bietet, möglichst viele Menschen auf unser Projekt aufmerksam zu machen, und uns zudem große Freiheiten lässt.

Zusätzlich ist das Medium Internet mittlerweile generationenübergreifend und für einen Großteil der weltweiten Bevölkerung erreichbar.

Wir haben uns dabei konkret entschlossen, auf der Video-Plattform Youtube ein Video zum Problem der Verschmutzung der Meere durch Plastik zu veröffentlichen. Dieses soll einfach gestaltet sein, um vor allem jüngere Zuschauer zu erreichen und so eine Form der Nachhaltigkeit zu erreichen.

#### 4.2. Umsetzung

Das Video haben wir in Form eines Explainity-Videos umgesetzt. Ein Explainity-Video soll auf einfachem Weg, in unserem Fall durch kleine Abbildungen und eine kurze Geschichte, die Informationen über unser Problem darzustellen und dem Zuschauer nahezubringen.

Dabei wollen wir zunächst auf den Weg des Mikroplastiks von den Kosmetika zu Hause bis ins Meer eingehen, um dann den Einfluss des Mikroplastiks auf die Lebewesen, in der Nahrungskette und damit auch auf uns zu erläutern. Auch wollen wir auf die Gefahren des Makroplastiks hinweisen und zum Schluss dem Verbraucher einige Alternativen aufzeigen, die die Umwelt schützen.

Um dies zu verdeutlichen haben wir zunächst kleine Bilder erstellt, die wir bei den jeweiligen Textstellen ins Bild legen, sodass die Informationen leichter zu erfassen sind.

Zudem haben wir eine Geschichte gewählt, die für den Zuschauer möglichst nachvollziehbar sein soll.

Dafür haben wir den Weg des Mikroplastiks von einer Konsumentin (Sabine) gezeigt. Dies stellt auch die nötigen Bezüge zur Realität her. Das Video ist unter folgendem Link zu erreichen:

<https://youtu.be/pCB62oi2vu4>

Um das Video zu verbreiten, haben wir es auf anderen sozialen Netzwerken wie Facebook und Twitter geteilt und darauf aufmerksam gemacht.

## 5. Zusammenfassung und Reflexion

### 5.1. Zusammenfassung der Ergebnisse

Das Problem, dass durch Mikro- und Makroplastik entsteht, ist weitaus größer, als vielen Menschen bekannt ist. Nicht nur das Ökosystem Meer ist extrem negativ von dem Plastik betroffen, auch andere Ökosysteme und sogar wir werden von dem Plastik beeinflusst. Wir sind dabei gleichzeitig Verursacher des Problems und müssen die Konsequenzen tragen. Aus diesem Grund sind wir auch besonders dafür verantwortlich, die weitere Belastung durch erdölbasiertes Plastik zu verhindern. Dabei müssen lokale wie auch globale Maßnahmen veranlasst werden, um wirklich effizient zu dagegen zu arbeiten.

Bisher wurden leider wenig effiziente Schritte gegen die Verunreinigung durch Plastik unternommen, jedoch versuchen die Staaten beispielsweise in der EU gemeinsam gegen das Problem zu wirken. Dem entgegen steht die Plastikindustrie, die pro Jahr rund 200-250 Millionen Tonnen Plastik produziert, 11.7 Millionen Tonnen davon werden in Deutschland verbraucht.

Jedoch gibt es einige vielversprechende biologische Lösungsansätze, die sich mit der Zersetzung des Plastiks durch Mikroorganismen beschäftigen, diese müssen jedoch erst weiter erforscht werden.

Polymilchsäure ist als biologisch abbaubarer Thermoplast organischer Herkunft ein weiterer Lösungsansatz für das Problem des Plastiks.

Polymilchsäure wird aus dem nachwachsenden stärkebasierenden Rohstoff Milchsäure in einem relativ aufwendigen Verfahren hergestellt.

Dabei hat diese sehr ähnliche Eigenschaften wie erdölbasierte Thermoplaste. Einen Nachteil bietet die Polymilchsäure nur in ihrem Schmelzpunkt der im Normalfall bei etwa 60°C liegt und damit eher niedrig ist.

In seinen übrigen chemischen Eigenschaften sowie den physikalischen Eigenschaften unterscheidet sich die Polymilchsäure aber kaum von beispielsweise PET.

Zusätzlich ist Polymilchsäure biologisch abbaubar. Der Zersetzungsprozess geschieht in zwei Schritten durch Mikroorganismen und deren eigens produzierten extrazellulären Enzymen. Dieser Zerfallsprozess kann wenige Wochen bis mehrere Jahre dauern, wird jedoch am schnellsten in einer industriellen Kompostieranlage aufgrund der dort gegebenen feuchten und sehr warmen Bedingungen, vollzogen.

Bisher wird Polymilchsäure zwar bereits in vielen Bereichen angewendet, jedoch insgesamt nur zu einem kleinen Teil, da die Herstellungsverfahren vergleichsweise aufwendig und teuer sind.

Jedoch hat die Polymilchsäure insbesondere in der Verpackungsindustrie, der Medizintechnik und der Landwirtschaft sowie der 3D-Drucktechnik großes Potenzial. Wir haben das Bioplastik auf die Anwendungsmöglichkeiten in kosmetischen Mitteln getestet, das Ergebnis wollen wir im folgenden Punkt diskutieren.

## 5.2. Diskussion unseres Lösungsansatzes

In unserem Versuch haben wir die Polymilchsäure auf eine mögliche Anwendung als Mikroplastik in kosmetischen Mitteln überprüft.

Zunächst ist dabei zu sagen, dass die Eigenschaften der Polymilchsäure auch hier mit denen des herkömmlichen Plastiks übereinstimmen.

So haben wir schnell herausgefunden, dass die Polymilchsäure hydrophob ist und auch nach längerer Zeit nicht vom Wasser gespalten wird. Dadurch und durch die Tatsache, dass im Meer sehr ungünstige Bedingungen zur biologischen Abbaubarkeit der Polymilchsäure herrschen, bietet sich das Bioplastik zunächst nicht als Ersatz für Mikroplastik in kosmetischen Mitteln an. Jedoch richtet die Polymilchsäure weniger Schaden bei Aufnahme durch beispielsweise Fische an, da keine Additive enthalten sind.

Zudem ist zu bedenken, dass dieses Problem durch das rasche Vorankommen der Forschung auf diesem Gebiet bald gelöst sein werden könnte.

In jeder anderen Hinsicht wäre die Polymilchsäure sehr geeignet, das Mikroplastik in Kosmetika darzustellen.

So reagiert die Polymilchsäure weder mit basischen noch mit sauren Stoffen.

Zudem ist der Stoff organischer Herkunft und damit sehr hautfreundlich.

Aber nicht zu vergessen ist der momentan noch erhöhte Preis der Polymilchsäure aufgrund der Herstellung.

Dieses Problem könnte man jedoch durch Massenproduktion lösen, welche den Preis um bis zu 2€ pro Kilogramm senken könnte.

Daher ist die Polymilchsäure in naher Zukunft als Ersatz für herkömmliches Mikroplastik in Kosmetika heranzuziehen.

Ein weiterer Ersatz wäre dabei jedoch zum einen die breites erwähnten Wachse, die ebenfalls organischer Herkunft sind, sowie Sand, denn insbesondere feinkörniger Sand von Stränden oder aus dem Meer hat einen ebenso peelingartigen Effekt wie das Mikroplastik, ist dabei aber weder für die Umwelt noch für den Menschen schädlich und enthält keine toxischen Additive.

Wir kommen also zu dem Schluss, dass Polymilchsäure in der Zukunft durchaus als Ersatzstoff verwendet werden kann, es jedoch noch viele weitere Alternativen zu dem Mikroplastik gibt, die weder toxisch noch gesundheitsgefährdend sind und dennoch eine ähnliche Wirkung haben.

### 5.3. Selbstreflexion

Zusammengefasst hat die Arbeit am Projekt sehr gut funktioniert, insbesondere durch die Aufteilung der Aufgaben.

Dadurch konnte das Geschriebene auch immer noch einmal korrigiert werden und es wurden mehrere Betrachtungsebenen herangezogen.

Die Arbeit verlief dabei strukturiert, was wir uns durch den am Anfang erstellten roten Faden, ermöglicht haben. Zeitlich hat die Organisation ebenfalls gut funktioniert, jedoch hätte am Anfang mehr gemacht werden können.

Dadurch war auch die Beobachtung unseres Experiments sehr eingeschränkt, dort hat uns die nötige Zeit gefehlt, so hätte man die Reaktion beispielsweise über einen Zeitraum von 2-4 Wochen beobachten können.

Zudem hätten wir im Experiment mehr Vergleichswerte aufstellen können.

Die Arbeit an dem Video dagegen hat sehr gut funktioniert, wobei wir natürlich in unseren Möglichkeiten eher begrenzt sind. Dennoch sind wir mit dem Ergebnis zufrieden.

## 6. Quellen

### 6.1. Textquellen

<http://www.zeit.de/wissen/umwelt/2015-09/seevoegel-plastik-muell-meeresverschmutzung>

letzter Zugriff am 11.03.16 um 17:08

<http://exploredoc.com/doc/5461893/msrl-maßnahmenprogramm--rahmentext---2-7-mib->

letzter Zugriff am 11.03.16 um 17:25

[http://userpage.fu-berlin.de/ffu/download/rep\\_01-05.PDF](http://userpage.fu-berlin.de/ffu/download/rep_01-05.PDF)

letzter Zugriff am 11.03.16 um 17:45

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex:52014DC0097>

letzter Zugriff am 11.03.16 um 18:00

<http://www.saubere-meere.de/plastik/showArticle/3>

letzter Zugriff am 11.03.16 um 18:22

<http://www.bmub.bund.de/> letzter Zugriff am 13.03.16 um 21:16

[https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/baltic\\_21\\_877.htm](https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/baltic_21_877.htm) letzter Zugriff am 12.03.16 um 21:02

<http://www.meeresschutz.info/> letzter Zugriff am 12.03.16 um 18:05

<http://www.chemieunterricht.de/> letzter Zugriff am 13.03.16 um 23:20

<http://www.wikipedia.de/> letzter Zugriff am 13.03.16 um 23:56

<http://www.chids.de/> letzter Zugriff am 12.03.16 um 16:30  
<http://www.umweltbundesamt.de/> letzter Zugriff am 13.03.16 um 22:18  
<http://www.bio-plastics.org> letzter Zugriff am 11.03.16 um 15:43  
<http://www.tu-braunschweig.de> letzter Zugriff am 12.03.16 um 17:34  
<http://www.werkstoffzeitschrift.de> letzter Zugriff am 10.03.16 um 12:20  
<http://www.chemie.de> letzter Zugriff am 13.03.16 um 20:10  
<http://www.uni-stuttgart.de> letzter Zugriff am 13.03.16 um 14:34  
<http://www.seilnacht.com> letzter Zugriff am 09.03.16 um 17:30  
<http://www.chemieonline.de> letzter Zugriff am 09.03.16 um 17:48  
<http://www.materialarchiv.ch> letzter Zugriff am 14.03.16 um 00:38  
<http://www.iap-fraunhofer.de> letzter Zugriff am 13.03.16 um 19:20  
<http://www.nat-schuelerlabor.de> letzter Zugriff am 13.03.16 um 18:45  
<http://www.verpackungen.de> letzter Zugriff am 13.03.16 um 13:04  
<http://www.plastikbecher.de> letzter Zugriff am 12.03.16 um 13:30  
<http://www.bund.net> letzter Zugriff am 14.03.16 um 00:11  
<http://www.biologie-schule.de> letzter Zugriff am 08.03.16 um 10:28  
<http://www.lanco.de> letzter Zugriff am 08.03.16 um 11:56

## 6.2. Bildquellen

Bild 1: <https://sumofus-production-media.s3.amazonaws.com>

Bild 2: <http://www.dincertco.de>

Bild 3: [http://www.gluecksburg.de/uploads/pics/flensburg-hafen-02\\_09.jpg](http://www.gluecksburg.de/uploads/pics/flensburg-hafen-02_09.jpg)

Abbildung 1: <http://www.umweltbundesamt.de>

Abbildung 2: Annette Kleeberg

Abbildung 3: Annette Kleeberg

Abbildung 4: Annette Kleeberg

Abbildung 5: Janne Nissen

Abbildung 6: Janne Nissen

Abbildung 7: Janne Nissen

Abbildung 8: Janne Nissen