

ISOE-Materialien Soziale Ökologie 57

**Carolin Völker, Johanna Kramm, Lukas Sattlegger, Lisa Zimmermann,
Patrick Bentheimer, Franziska Elfers, Paula Florides, Nils Feilberg,
Viktoria Feucht, Theresa Holzer, Katharina Höfner, Kevin Lenk, Kira Malcherowitz,
Wolf Munder, Judith Rahner, Sofiya Savelyeva**

Sozial-ökologische Exkursion „Plastik in der Umwelt“



ISOE-Materialien Soziale Ökologie, Nr. 57

ISSN 1614-8193

Die Reihe „ISOE-Materialien Soziale Ökologie“ setzt die Reihe „Materialien Soziale Ökologie (MSÖ)“ (ISSN: 1617-3120) fort.

Sozial-ökologische Exkursion

„Plastik in der Umwelt“

Bericht zur Exkursion im Seminar „Sozial- und naturwissenschaftliche Zugänge zu sozial-ökologischen Problemen. Interdisziplinäre Ansätze in der Sozialen Ökologie“ vom 3.–9. Juni 2019 in Norddeutschland (Bremen, Butjadingen, Bremerhaven)

Carolin Völker¹, Johanna Kramm¹, Lukas Sattlegger¹, Lisa Zimmermann², Patrick Bentheimer³, Franziska Elfers⁴, Paula Florides⁵, Nils Feilberg⁴, Viktoria Feucht⁶, Theresa Holzer⁶, Katharina Höfner⁷, Kevin Lenk⁸, Kira Malcherowitz⁹, Wolf Munder⁶, Judith Rahner⁸, Sofiya Savelyeva¹⁰

¹ ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung, Frankfurt am Main

² Goethe-Universität Frankfurt am Main, Abteilung Aquatische Ökotoxikologie

³ Studiengang M.Sc. Mathematik, Goethe-Universität Frankfurt am Main

⁴ Studiengang M.A. Soziologie, Goethe-Universität Frankfurt am Main

⁵ Studiengang B.A. Politikwissenschaften, Goethe-Universität Frankfurt am Main

⁶ Studiengang M.Sc. Umweltwissenschaften, Goethe-Universität Frankfurt am Main

⁷ Studiengang M.Sc. Physische Geographie, Goethe-Universität Frankfurt am Main

⁸ Studiengang M.A. Wirtschafts- und Finanzsoziologie, Goethe-Universität Frankfurt am Main

⁹ Studiengang B.A. Soziologie, Goethe-Universität Frankfurt am Main

¹⁰ Studiengang B.A. Theater-, Film- und Medienwissenschaft

(NF: Politikwissenschaft), Goethe-Universität Frankfurt am Main

Herausgeber:

Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE) GmbH

Hamburger Allee 45

60486 Frankfurt am Main



Namensnennung – Weitergabe unter gleichen
Bedingungen 3.0 Deutschland (CC BY-SA 3.0 DE)

Titelbild: Nils Feilberg

Frankfurt am Main, 2020

Zu diesem Text

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse einer sozial-ökologischen Exkursion nach Norddeutschland, die im Juni 2019 im Rahmen einer Lehrveranstaltung des ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung mit Studierenden aus unterschiedlichen natur- und sozialwissenschaftlichen Disziplinen der Goethe Universität Frankfurt stattfand. Im Fokus der Exkursion stand das Problem „Plastik in der Umwelt“, welches interdisziplinär untersucht wurde. So analysierten die Teilnehmer*innen zum einen die gesellschaftliche Nutzung von Kunststoffen inklusive Fragen der Produktion und Entsorgung, zum anderen betrachteten sie die ökologischen Folgen der Kunststoffverwendung. Dabei wurde ein Schwerpunkt auf die Interessen, Perspektiven und das Problemverständnis verschiedener gesellschaftlicher Akteure gelegt. Neben der eigenen Datenerhebung erhielten die Exkursionsteilnehmer*innen einen Einblick in Forschungsinstitute (Meeresbiologie, Nachhaltigkeit), Umwelt-NGOs, Abfallmanagement, Verpackungsunternehmen sowie Abwasserbehandlung und lernten die Besonderheiten des Küstenökosystems kennen. Ziel war, disziplinübergreifend sowohl ökologische Aspekte als auch gesellschaftliche Prozesse sowie deren Wechselwirkungen näher zu betrachten, die interdisziplinäre Kompetenz der Studierenden zu stärken und einen Zugang zur sozial-ökologischen Problemanalyse zu schaffen.

About this text

The report at hand documents the results of a social-ecological field trip to Northern Germany which took place in June 2019 as part of a university course given by ISOE – Institute for Social-Ecological Research at the Goethe University of Frankfurt. Participants were students from natural and social sciences. The field trip focused on the problem of “plastics in the environment” which was investigated interdisciplinarily. On the one hand, the students analyzed the societal use of plastics and dealt with questions concerning production and disposal, and on the other hand, they investigated the ecological consequences. Here, the interests, perspectives and the problem understanding of various societal actors were particularly taken into account. In addition to gathering their own data, the participants got on-site information about research institutes (marine biology, sustainability) packaging companies and environmental NGOs. They were thus able to get first-hand information on waste management, waste water treatment, and the characteristics of the coastal ecosystem. The overall objective was to take a closer look at ecological aspects and social processes and their interactions across disciplines with the aim to strengthen the interdisciplinary competence of the students and to create access to social-ecological problem analysis.

Inhalt

1	Einleitung	7
1.1	Soziale Ökologie und sozial-ökologische Systeme	9
1.2	Plastik in der Umwelt als sozial-ökologisches Problem	13
1.3	Kurzbeschreibung der Region	15
2	Charakterisierung des Küstenökosystems	17
2.1	Das Watt um Butjadingen	18
2.1.1	Steckbriefe der gefundenen Arten im Watt	23
2.2	Die Salzwiese in Langwarden	26
2.2.1	Steckbriefe der gefundenen Arten auf der Salzwiese	31
2.3	Einfluss des Menschen auf das Küstenökosystem	34
3	Küstenmonitoring „Marine Litter“ nach OSPAR-Leitfaden	36
3.1	OSPAR-Abkommen	36
3.2	Ort der Probenahme und Methodik	38
3.3	Ergebnisse	41
3.4	Zusammenfassung	46
4	Akteure in sozial-ökologischen Systemen	47
4.1.	Akteursperspektiven	47
4.1.1	Einführung in die Akteursanalyse	47
4.1.2	Akteursanalyse „Plastik in der Umwelt“	49
4.2	Wissenschaftler*innen im Problemkontext	50
4.2.1	Rolle der Wissenschaftler*innen	50
4.2.2	Alfred-Wegener-Institut	52
4.2.3	artec-Forschungszentrum Universität Bremen	55
4.3	Naturschutzorganisationen im Problemkontext	57
4.3.1	Organisation und Aktivitäten des BUND	57
4.3.2	Problemverständnis des BUND	57
4.3.3	BUND als Akteur	58
4.4	Kläranlagen im Problemkontext	59
4.4.1	Funktionsweise und Technik der Kläranlage Seehausen	59
4.4.2	Abwasserentsorgung als sozial-ökologisches System	61
4.4.3	Kläranlage Seehausen als Akteur	63
4.5	Müllheizkraftwerke im Problemkontext	65
4.5.1	Funktionsweise und Technik des Müllheizkraftwerks der BEG	65
4.5.2	Müllverbrennung als sozial-ökologisches System	67
4.5.3	Müllheizkraftwerk der BEG als Akteur	68
4.6	Verpackungsunternehmen im Problemkontext	69
4.6.1	Geschäftsmodell des Unternehmens Bionatic	69
4.6.2	Alternative Kunststoffherstellung als sozial-ökologisches System	71
4.6.3	Bionatic als Akteur	72
4.7	Zusammenfassung der Akteursanalyse	74

5	Konsument*innenbefragung zu Verpackungen	77
5.1	Methodik der Datenerhebung.....	77
5.2	Auswertung.....	80
5.3	Ergebnisse.....	80
5.4	Diskussion und Fazit.....	88
6	Fazit.....	90
7	Literaturverzeichnis	92

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Sozial-ökologisches System	11
Abbildung 2:	Ebbe an der Nordseeküste von Butjadingen	17
Abbildung 3:	Schematischer Aufbau des Wattenmeers	19
Abbildung 4:	Steine im Watt beim Tossener Deich	20
Abbildung 5:	Volllaufender Priel; Erosion des Sediments am Prallhang eines Priels	20
Abbildung 6:	Wurmhaufen am Ausgangsbereich d. Röhre d. Wattwürms (<i>Arenicola marina</i>)...	21
Abbildung 7:	Container-Tiefwasserhafen Jade-Weser-Port in Wilhelmshaven.....	21
Abbildung 8:	<i>Carcinus maenas</i>	23
Abbildung 9:	<i>Cerastoderma edule</i>	23
Abbildung 10:	<i>Pagurus bernhardus</i>	23
Abbildung 11:	<i>Mya arenaria</i>	24
Abbildung 12:	<i>Crassostrea gigas</i>	24
Abbildung 13:	<i>Ensis ensis</i>	24
Abbildung 14:	<i>Mytilus edulis</i>	24
Abbildung 15:	<i>Corophium volutator</i>	25
Abbildung 16:	<i>Nereis diversicolor</i>	25
Abbildung 17:	<i>Arenicola marina</i>	25
Abbildung 18:	<i>Phoca vitulina</i>	25
Abbildung 19:	<i>Haematopus ostralegus</i>	26
Abbildung 20:	Europäischer Queller (<i>Salicornia europaea</i>)	28
Abbildung 21:	Strandflieder (<i>Limonium vulgare</i>).....	28
Abbildung 22:	Pflanzenbestimmung auf der Salzwiese in Langwarden.....	30
Abbildung 23:	<i>Salicornia europaea</i>	31
Abbildung 24:	<i>Halimione portulacoides</i>	31
Abbildung 25:	<i>Festuca rubra</i>	32
Abbildung 26:	<i>Artemisia maritima</i>	32
Abbildung 27:	<i>Armeria maritima</i>	32
Abbildung 28:	<i>Limonium vulgare</i>	32
Abbildung 29:	<i>Plantago maritima</i>	33
Abbildung 30:	<i>Glaux maritima</i>	33
Abbildung 31:	<i>Spergularia marina</i>	33
Abbildung 32:	Meeresküste früher und heute.....	34
Abbildung 33:	Kuhweide hinter dem Deich in Langwarden.....	34
Abbildung 34:	OSPAR-Meeresschutzgebiete im Nordostatlantik.....	37
Abbildung 35:	Lokalisierung Tossens	38
Abbildung 36:	Sammelort Küstenmonitoring	39
Abbildung 37:	Sammlung des Mülls und Klassifizierung der Fundstücke.....	39
Abbildung 38:	Durchschnittliche Windgeschwindigkeiten Butjadingen.....	40
Abbildung 39:	Fundstücke Gruppe 1	41
Abbildung 40:	Fundstücke Gruppe 2	42
Abbildung 41:	Fundstücke Gruppe 3	42
Abbildung 42:	Fundstücke Gruppe 4	43

Abbildung 43: Fundstücke Gruppe 5	43
Abbildung 44: Fundstücke Gruppe 6	44
Abbildung 45: Zusammenfassung der fünf häufigsten Fundstücke aller Gruppen	45
Abbildung 46: Uthörn	53
Abbildung 47: Faultürme der Kläranlage Seehausen	60
Abbildung 48: Abwasserentsorgung als sozial-ökologisches System	61
Abbildung 49: Verfahrensschema des Müllheizkraftwerkes der BEG.....	65
Abbildung 50: Müllverbrennung als sozial-ökologisches System.....	67
Abbildung 51: Einwegschale aus Palmblättern	70
Abbildung 52: Alternative Kunststoffherstellung als sozial-ökologisches System	71
Abbildung 53: Übersicht der beobachteten Akteursbeziehungen	74
Abbildung 54: Idealtypen als Ergebnis der Konsument*innenbefragung	80

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Stationen der Exkursion	8
Tabelle 2: Klassifizierung der Fundstücke Gruppe 1	41
Tabelle 3: Klassifizierung der Fundstücke Gruppe 2	42
Tabelle 4: Klassifizierung der Fundstücke Gruppe 3	42
Tabelle 5: Klassifizierung der Fundstücke Gruppe 4	43
Tabelle 6: Klassifizierung der Fundstücke Gruppe 5	43
Tabelle 7: Klassifizierung der Fundstücke Gruppe 6	44
Tabelle 8: Klassifizierung der Fundstücke Gruppe 7	44
Tabelle 9: Akteursgruppen im Kontext „Plastik in der Umwelt“	49
Tabelle 10: Übersicht der Konsument*innenbefragung im Unverpackt-Laden und Alnatura ...	86
Tabelle 11: Übersicht der Konsument*innenbefragung im Rewe und zwei Discounter	87

1 Einleitung

Johanna Kramm, Carolin Völker

Mit Umweltbewegungen wie z.B. Fridays for Future sind Umweltthemen wieder in das Zentrum der öffentlichen Aufmerksamkeit gerückt. Sie betonen, dass unsere Gesellschaft in einem krisenhaften Verhältnis zur Natur steht. Die Soziale Ökologie, die sich als eine Wissenschaft der gesellschaftlichen Naturverhältnisse versteht, beschäftigt sich genau mit diesen krisenhaften Beziehungen von Gesellschaft und Natur und bearbeitet diese interdisziplinär. Vor dem Hintergrund drängender Umweltprobleme und den immer noch bestehenden Herausforderungen interdisziplinärer Zusammenarbeit ist es wichtig, bereits im Studium Kernkompetenzen wie die Analyse von sozial-ökologischen Problemen und ein Verständnis interdisziplinärer Zusammenarbeit zu fördern. Zu diesem Zweck wurde im Rahmen einer Lehrveranstaltung des ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung eine interdisziplinäre Exkursion zu einem viel diskutierten Umweltthema angeboten. Durch dieses Lehrformat kann theoretisches Wissen mit Beispielen verbunden und verschiedene Wissensbestände zu einem Thema aufeinander bezogen werden. Dieser Bericht gibt einen Einblick in das Vorgehen und die Themen der Exkursion.

Die Exkursion wurde im Rahmen der Lehrveranstaltung „Interdisziplinäre Ansätze in der Sozialen Ökologie. Sozial- und naturwissenschaftliche Zugänge zu sozial-ökologischen Problemen“ im Modul Soziale Ökologie des Masters Umweltwissenschaften an der Goethe-Universität Frankfurt durchgeführt. Insgesamt nahmen 14 Studierende unterschiedlicher natur- und sozialwissenschaftlicher Studiengänge an der Exkursion teil. Im Fokus stand das Problem „Plastik in der Umwelt“, welches von den Studierenden interdisziplinär untersucht wurde. So analysierten die Teilnehmer*innen zum einen die gesellschaftliche Nutzung von Kunststoffen inklusive Fragen der Produktion und Entsorgung, zum anderen betrachteten sie die ökologischen Folgen der Kunststoffverwendung. Dabei wurde auch ein Schwerpunkt auf die Interessen, Perspektiven und das Problemverständnis verschiedener gesellschaftlicher Akteure gelegt. Neben eigenen Datenerhebungen erhielten die Exkursionsteilnehmer*innen einen Einblick in Forschungsinstitute (Meeresbiologie, Nachhaltigkeit), Umwelt-NGOs, Abfallmanagement, Verpackungsunternehmen sowie Abwasserbehandlung und lernten die Besonderheiten des Küstenökosystems kennen (Tab. 1). Ziel war, disziplinübergreifend sowohl bestimmte ökologische Aspekte als auch gesellschaftliche Prozesse sowie deren Wechselwirkungen näher zu betrachten, die interdisziplinäre Kompetenz der Studierenden zu stärken und einen Zugang zur sozial-ökologischen Problemanalyse zu schaffen.

Tabelle 1: Stationen der Exkursion mit dem jeweiligen Lernziel

Datum	Station	Lernziel
3. Juni 2019	BUND Meeresschutzbüro, Bremen	Analyse Perspektive Naturschutz
4. Juni 2019	Kläranlage Seehausen, Bremen	Analyse Perspektive Entsorgung
	artec Forschungszentrum, Universität Bremen	Analyse Perspektive Sozialwissenschaften
5. Juni 2019	Bionatic GmbH & Co. KG, Bremen	Analyse Perspektive Wirtschaft
	Konsument*innenbefragung, Bremen	Anwendung sozialwissenschaftlicher Methoden
6. Juni 2019	Wattwanderung, Tossens	Verständnis Grundbegriffe Ökosystem
	Salzwiese, Langwarden	Verständnis Anpassung, ökolog. Nische
	Küstenmonitoring, Tossens	Anwendung naturwissenschaftlicher Methoden
7. Juni 2019	Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven	Analyse Perspektive Naturwissenschaften
	Müllheizkraftwerk, Bremerhaven	Analyse Perspektive Entsorgung
8. Juni 2019	Klimahaus, Bremerhaven	Sozial-ökologische Problemanalyse, Freizeit

Mit der eingesetzten Lehrmethodik wurde ein Schwerpunkt auf die Kompetenzen gelegt, die für die interdisziplinäre Zusammenarbeit erforderlich sind. Defila und Di Giulio (1996) definieren hier folgende Voraussetzungen:

1. Fachkompetenz in der eigenen Disziplin und das Wissen um deren Stärken, Schwächen und Bedingtheiten;
2. Toleranz und Akzeptanz gegenüber anderen Disziplinen;
3. Wissen um die „Handlungsformen“ anderer Disziplinen sowie
4. Teamkompetenz und kommunikative Kompetenz.

Die Studierenden arbeiteten daher in unterschiedlich zusammengesetzten Gruppen gemeinsam an Aufgaben, welche die interdisziplinäre Kompetenz fördern sollten. Dabei sollten Inhalte der eigenen Disziplin verständlich an die Studierenden anderer Disziplinen vermittelt, mit Methoden der fachfremden Disziplin gearbeitet sowie ein gemeinsamer interdisziplinärer Forschungsgegenstand erarbeitet werden.

Während der Exkursion waren die Studierenden in folgende thematische Gruppen eingeteilt: „Ökosysteme“ (Naturwissenschaftler*innen), „Akteure“ (Sozialwissenschaftler*innen), „Sozial-ökologische Systeme“ (interdisziplinäre Zusammensetzung). Je nach Themenbereich hielt die jeweilige Gruppe vor Besuch der Stationen Kurzreferate und leitete die Nachbesprechungen. Methodisch nahmen alle Studierenden ein Abfallmonitoring an der Küste inklusive Auswertung und Kategorisierung der Fundstücke vor. Außerdem befragten sie Konsument*innen zu Verpackungen in verschie-

denen Supermärkten mithilfe eines selbst erstellten, leitfadengestützten Interviews und werteten die Ergebnisse anschließend aus.

Der vorliegende Bericht ist die gemeinsame Arbeit von zwölf der 14 studentischen Teilnehmer*innen der Exkursion, der beiden Dozentinnen Johanna Kramm und Carolin Völker sowie der Betreuer*innen Lukas Sattlegger und Lisa Zimmermann. Die Verantwortlichkeiten für die Kapitel ergaben sich dabei aus der Gruppenzugehörigkeit der Teilnehmer*innen sowie der disziplinären Expertise der Autor*innen. Die drei ersten Abschnitte leiten in die Soziale Ökologie, das Problem „Plastik in der Umwelt“ sowie die Region ein. Danach folgt die Charakterisierung des Küstenökosystems inklusive Beschreibung der Wattwanderung und der Salzwiese, das von der Gruppe durchgeführte Küstenmonitoring von Plastikabfällen, die Perspektiven der unterschiedlichen Akteure sowie ihre Verortung im sozial-ökologischen System und schließlich die Ergebnisse der Konsument*innenbefragung.

1.1 Soziale Ökologie und sozial-ökologische Systeme

Judith Rahner

Die Soziale Ökologie ist ein Forschungsfeld, das sich seit den Umweltbewegungen der 1960er und 1970er Jahre entwickelt hat. Ausgangspunkt für die sozial-ökologische Forschung ist die Tatsache, dass die gesellschaftlichen Naturverhältnisse durch krisenhafte Entwicklungen geprägt sind. Durch das wachsende Bewusstsein um die Endlichkeit von Ressourcen entwickelten sich neue Forschungsprogramme; zunächst eher naturwissenschaftlich, später auch sozialwissenschaftlich und heute möglichst interdisziplinär. So sind Umweltprobleme nicht mehr reine Naturerscheinungen, sondern erhalten eine wichtige gesellschaftliche Komponente, deren Betrachtung für die Lösung derartiger Probleme oft unabdingbar ist. Dadurch entstehen Einsichten, die zuvor möglicherweise eher übersehen oder nur verkürzt betrachtet wurden. Die Wissenschaft erhält die Doppelrolle zwischen Grundlagenforschung und Lösungsfindung (Becker 2006: 34).

Die Soziale Ökologie zeichnet sich also durch ihre Interdisziplinarität von Natur- und Sozialwissenschaften aus und ist zusätzlich zwischen den vielseitigen Feldern Politik, Wirtschaft und Öffentlichkeit verortet. Die betrachteten Probleme sind außerakademischer Natur und besitzen einen gesellschaftlichen Anwendungskontext. Wie wohl in allen wissenschaftlichen Disziplinen gibt es dabei nicht das eine Verständnis von Sozialer Ökologie, sondern eine Vielzahl unterschiedlicher Ansätze (Bruckmeier 2013; Fischer-Kowalski/Weisz 2016; Lejano/Stokols 2013). Im Folgenden soll die Frankfurter Soziale Ökologie (Becker/Jahn 2006) im Vordergrund stehen. Ihr Ziel ist, die problematischen Entwicklungen im Verhältnis zwischen Mensch und Natur und deren Ursachen zu begreifen und zu nachhaltigeren Lösungen sozial-ökologischer Probleme beizutragen. Es handelt sich dementsprechend um einen normativen Ansatz. Forschungsgegenstand sind die gesellschaftlichen Naturverhältnisse, also die Beziehungen zwischen Menschen, Gesellschaft und Natur. Für diese werden in der Frankfurter

Sozialen Ökologie drei Grundannahmen getroffen: Natur und Gesellschaft sind unterschiedliche Dinge, dennoch können Natur und Gesellschaft nicht unabhängig voneinander betrachtet werden und gesellschaftliche Naturverhältnisse haben charakteristische Muster, welche historisch entstanden sind und sich über die Zeit transformieren (Hummel et al. 2017). Ein besonderer Fokus liegt auf den basalen gesellschaftlichen Naturverhältnissen, die essentiell für die individuelle und gesellschaftliche Reproduktion und Entwicklungsfähigkeit sind. Zu diesen gehören beispielsweise Ernährung, Landnutzung, Mobilität, Arbeit und Sexualität (Becker/Jahn/Hummel 2006: 193).

Eine Möglichkeit der Operationalisierung der gesellschaftlichen Naturverhältnisse sind sozial-ökologische Systeme (SES). Ein Beispiel für diese, und hier im Fokus liegend, sind Versorgungssysteme (Abb. 1) als Vermittler zwischen Natur und Gesellschaft (Hummel/Jahn/Schramm 2011). Mithilfe eines Schemas, welches die diversen sozialen und ökologischen Aspekte darstellt, lässt sich eine gemeinsame Sprach- und Verständnisebene zwischen den an einer Lösung beteiligten bzw. interessierten/forschenden Natur- und Gesellschaftswissenschaftler*innen schaffen. Das SES ist ein solches Modell, da es eine Struktur bzw. einen Rahmen bereitstellt, um Natur- und Sozialwissenschaftler*innen eine gemeinsame Diskussionsgrundlage für diverse komplexe Sachverhalte zu ermöglichen. Ganz allgemein sind SES dabei Modelle, die sozial- und naturwissenschaftliche Perspektiven und Themen in einen gemeinsamen Kontext stellen. Im SES des ISOE sind die beiden gegenüberstehenden Hauptelemente die Akteure – als Teil der Gesellschaft – und die Ökosystemfunktionen – als Teil der Natur (Abb. 1).

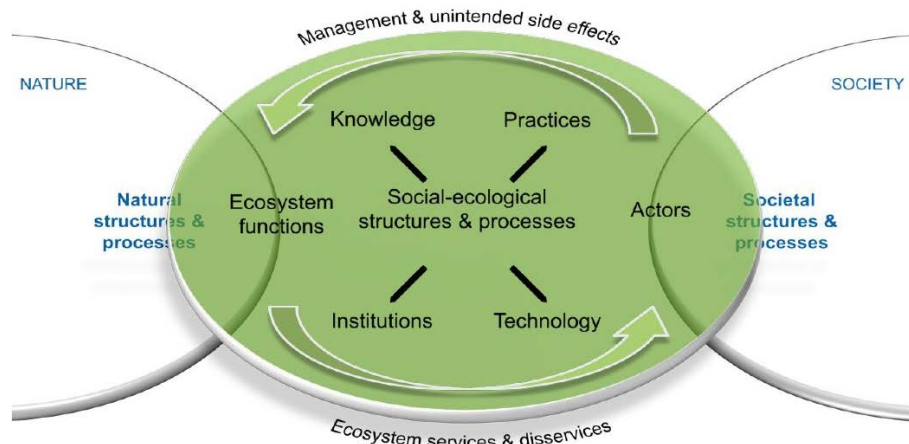


Abbildung 1: Sozial-ökologisches System

Quelle: Hummel/Jahn/Schramm 2011

Dieses Schaubild verdeutlicht die Vielfältigkeit der Beziehungen zwischen *Natur* und *Gesellschaft*. Auf der einen Seite findet sich die Natur mit ihren natürlichen Prozessen und Strukturen, auf der anderen Seite die Gesellschaft wiederum mit ihren eigenen Prozessen und Strukturen. Obwohl sie auf zwei unterschiedlichen Seiten stehen, sind sie nicht voneinander getrennt. Zwei Pfeile deuten die sich jeweils ergebenden Wechselwirkungen an: Während die Natur Ökosystemleistungen (und Fehlleistungen) für die Akteure bereitstellt, betreiben diese umgekehrt ein aktives Management der natürlichen Ressourcen (und ungewünschten Nebeneffekte). Hier wird deutlich, dass die Beziehungen zwischen Natur und Akteur nicht nur von positiven, gewollten Effekten, sondern auch von negativen Auswirkungen der Nutzung natürlicher Ressourcen sowie von Ökosystemfehlleistungen geprägt sein können. Diese Beziehungen zwischen Akteuren und Ökosystemfunktionen werden zusätzlich durch sozial-ökologische Strukturen und Prozesse als intervenierende Faktoren beeinflusst. Diese sind Wissen, Technologien, Praktiken und Institutionen.

Die *Akteure* im SES sind Teil der gesellschaftlichen Strukturen und Prozesse und können potentiell alle beteiligten Personen/Gruppen/Organisationen sein – im Kontext der Exkursion waren dies beispielsweise Naturschutzorganisationen, Wissenschaftler*innen, Unternehmen, Politiker*innen, Müllverbrennungsanlagen und Kläranlagen, aber auch Konsument*innen, Produzent*innen oder die Öffentlichkeit. Die konkrete Festlegung der relevanten Akteure in einem SES hängt auch hier von der Auswahl des Untersuchungsgegenstandes ab.

Ökosystemfunktionen sind Strukturen und Prozesse, die den Zustand eines Ökosystems beeinflussen bzw. ökologische Systeme aufrechterhalten, wie Energie- und Stoffflüsse. Dies kann beispielsweise die Sedimentation von Schwebeteilchen und folglich die Bildung einer Schlickschicht im ufernahen Watt sein, die von Salzpflanzen besiedelt wird.

Unter *Ökosystemleistungen* (und *Fehlleistungen*) wird allgemein das gefasst, was die Natur der Gesellschaft zur Verfügung stellt. Dies können beispielsweise die Bereitstellung von Trinkwasser, die Bestäubung von Nutzpflanzen oder die Bildung von

fruchtbaren Böden sein. In Abgrenzung zu den Ökosystemfunktionen, bei denen es um allgemeine Eigenschaften des Ökosystems geht, beziehen sich Ökosystemleistungen auf spezifische Leistungen, die die Natur in einem bestimmten Kontext für den Menschen erbringt. Hierzu gehören auch negative oder Fehlleistungen, wie beispielsweise Abfallprodukte oder Schadstoffe, die bei bestimmten natürlichen Prozessen entstehen.

Die aktive Einwirkung des Menschen auf das Ökosystem kann als *Management der Ökosystemfunktionen* verstanden werden – damit sind auch *unerwünschte Nebeneffekte* verbunden. Darunter fällt beispielsweise die Nutzung von Bakterien für Wasserreinigungsprozesse, die Verbrennung von Stoffen zur Wärmegewinnung oder das Zunutze machen bestimmter Ressourcen, um daraus Materialien wie Kunststoffe herzustellen. Dabei entstehen allerdings auch Schadstoffe oder Emissionen.

Auf das Verhältnis zwischen Akteuren und Ökosystemfunktionen wirken weitere Einflussfaktoren, die *sozial-ökologischen Strukturen und Prozesse*. Dazu gehört das *Wissen* über die Ökosystemleistungen und deren Management. Dieses umfasst verschiedene Wissensformen der Gesellschaft, z.B. das Erfahrungswissen um gegebene und angewendete Prozesse und Strukturen, wie die Förderung von Erdöl und die Synthese von Kunststoffen. Die *Praktiken* sind die daraus entwickelten und etablierten Anwendungen, wie die übliche Verwendung von Kunststoffen, die Entsorgung und Routinen. Zu *Institutionen* zählen sowohl gesetzliche als auch nichtgesetzliche Regelungen oder sonstige Strukturen in der Gesellschaft, wie z.B. Regulierungen bei der Verpackung von Lebensmitteln mit Kunststoffen. Auch *Technologien* beeinflussen die gesellschaftlichen Naturverhältnisse, indem sie beispielsweise die Herstellung von Kunststoffen effizienter machen und so die Verwendung von Kunststoffprodukten steigern. Daraus entstehen wieder neue Wechselwirkungen.

Grundsätzlich kann die Perspektive eines SES beliebig groß oder klein gewählt werden. So kann ein großer Themenkomplex wie der komplette Müllentsorgungs- und Verbrennungsprozess dargestellt werden, aber auch ein ganz spezifischer Aspekt wie beispielsweise ein Schritt im Rahmen der Rauchgasreinigung bei der Müllverbrennung. Es handelt sich in erster Linie um ein Analyseschema, das in Abhängigkeit des betrachteten Forschungsgegenstandes und -interesses gewählt werden sollte, ohne dass es eine „richtige“ oder „falsche“ Anwendung gibt, sondern nur eine dem Untersuchungsgegenstand angemessene bzw. hilfreiche Ebene.

1.2 Plastik in der Umwelt als sozial-ökologisches Problem

Paula Florides, Kevin Lenk

Plastik ist ein ambivalentes Material: Einerseits ist Kunststoff aufgrund seiner materiellen Eigenschaften vor allem als vielseitiges Verpackungsmaterial eng mit der Expansion eines auf Massenkonsum basierenden Lebensstils in der postfordistischen Periode des Kapitalismus verbunden und daher in unserem Alltag allgegenwärtig. Andererseits führt gerade diese Ubiquität in Kombination mit der Langlebigkeit des Materials zu Umweltproblemen. Über vielfältige Eintragswege gelangt Plastik in die Umwelt, wo es beständig akkumuliert. Plastik und insbesondere Mikroplastik findet sich fast überall in der Umwelt, etwa als Plastikstrudel in den Meeren, im Packeis der Pole, aber auch als Feinstaub in der Luft. Die damit verbundenen Folgen und Risiken für den Menschen und Ökosysteme weisen auf die Relevanz von Plastik als sozial-ökologisches Problem hin, welches wir im Rahmen unserer Exkursion aus verschiedenen Perspektiven betrachtet haben.

Global wurden im Jahr 2017 etwa 350 Mio. t Kunststoff produziert, wobei der Großteil für Verpackungszwecke genutzt wird (PlasticsEurope 2018). Im Verständnis der Theorie der gesellschaftlichen Naturverhältnisse ist Plastik Bestandteil von verschiedenen Versorgungssystemen, über welche die Gesellschaft durch die Extraktion und Bereitstellung von Ressourcen mit bestimmten Gütern und Ökosystemleistungen versorgt wird. Ein basales Versorgungssystem, in welches annähernd jeder Mensch als Konsument*in eingebunden ist, stellt beispielsweise das System der industriellen Nahrungsmittelproduktion dar, denn es ist für uns alltäglich, im Supermarkt Lebensmittel in Plastikverpackungen zu kaufen. Darüber hinaus sind Verpackungen im Rahmen der aktuellen Regulierung des Versorgungssystems Ernährung bei vielen Produkten unvermeidbar: Die langen Transportwege der Güter erfordern eine Aromabarriere, weshalb bestimmte Materialien von vornherein nicht als Ersatzstoffe infrage kommen. Bei unseren Konsument*innenbefragungen vor verschiedenen Supermärkten (vgl. Kapitel 5) hat sich gezeigt, dass das Bewusstsein für Plastik als sozial-ökologisches Problem ungleich verteilt ist: Während einige der Befragten das Ausmaß von Umweltverschmutzung durch Plastik kritisch sehen und ihr eigenes Kaufverhalten dahingehend anpassen, verweigern andere die eigene Handlungsmacht als Konsument*in oder erfassen aufgrund fehlender Informationen die Dimension des Problems nicht adäquat. Solche Aussagen stehen in Kontrast zur Konjunktur von öffentlichkeitswirksamen Kampagnen gegen die „Plastikflut“ oder „Vermüllung der Meere“, die seit einigen Jahren von Umweltschutzorganisationen lanciert werden. Beim Meeresschutzbüro des Bund für Umwelt und Naturschutz (BUND) wurde uns hierzu erklärt, die gestiegene Aufmerksamkeit für die Thematik sei vor allem auf die angesprochene Omnipräsenz und die damit einhergehende Anschlussfähigkeit an die Lebenswelt der Menschen zurückzuführen (vgl. Kapitel 4.3). In den Medien kursierende Bilder von verendeten Küstentieren und vermüllten Stränden entfalten bei vielen Konsument*innen eine Wirkung, da sie als ökologisches und ästhetisches Problem wahrgenommen werden. Diese Wahrnehmung wirkt dabei gewissermaßen komplexitätsreduzierend, denn die tatsächlichen ökotoxikologischen Auswirkungen sind, wie

wir beim Alfred-Wegener-Institut erfahren haben (vgl. Kapitel 4.2.2), aufgrund der Komplexität von Ökosystemen und artenspezifischen Faktoren schwer zu bestimmen.

Dass Kunststoffabfälle jährlich in einer Menge von ca. 4,8 bis 12,7 Mio. t in die Meeresumwelt eingetragen werden (Jambeck et al. 2015), lässt sich unter anderem an der Ansammlung von Plastikmüll in Müllstrudeln, etwa in der Nordsee, ablesen. Aber nicht nur in Meeren und Ozeanen, sondern auch an Stränden sammeln sich unsachgemäß entsorgte Plastikabfälle an. Dies ist dabei nicht ausschließlich auf Länder mit geringer Abfallentsorgungsinfrastruktur beschränkt, sondern auch an deutschen Küsten finden sich Abfälle, wie wir bei unserem Monitoring eines Küstenabschnitts feststellen konnten (vgl. Kapitel 3). Dies steht im Widerspruch zu der medialen Fixierung des BUND auf die Verwendung von Mikroplastik in Kosmetika, denn der Anteil von Rückständen, der über diesen Eintragsweg ins Wasser gelangt, ist verschwindend gering, wie wir bei der Kläranlage Seehausen erfahren haben (vgl. Kapitel 4.4). Dort können im Klärprozess 95–99 % der Mikroplastikrückstände herausgefiltert werden. Dennoch hat die zunehmende Belastung des anfallenden Klärschlamms (auch mit anderen Stoffen) zur Folge, dass dieser heutzutage nicht mehr als Dünger auf Felder gebracht werden kann und stattdessen verbrannt wird. Mit Verbrennung des Klärschlamms geht der knapper werdende Rohstoff Phosphor verloren anstatt zurück in das Ökosystem geführt zu werden. Auf diesem Weg beeinflussen Mikroplastik und andere Rückstände im Abwasser jene Versorgungssysteme, die Phosphor benötigen. Hieran zeigt sich erneut, wie Plastikmüll durch seine stofflichen Eigenschaften, insbesondere seine Persistenz, in Kombination mit seiner Ubiquität zum sozial-ökologischen Problem wird, was Folgen in anderen Versorgungssystemen nach sich zieht.

Aktuell wird ein Teil des Plastikmülls in Länder des Globalen Südens exportiert – allein aus Deutschland gingen im Jahre 2018 mehr als 100.000 t nach Malaysia (Süddeutsche Zeitung 2019). Der Großteil der in Deutschland verbleibenden Abfälle wird der thermischen Verwertung in Müllverbrennungsanlagen zugeführt. Zwar gelangen durch diesen Entsorgungsweg nahezu keine Abfälle in die Umwelt, doch zieht dies andere Probleme nach sich, sogenannte Probleme zweiter Ordnung. Die Verbrennung von Kunststoffen, die aus dem fossilen Rohstoff Erdöl hergestellt werden, setzt einerseits CO₂-Emissionen frei, andererseits können aber auch toxische Abgase entstehen. Letztere müssen mit aufwendigen Filtrierungsverfahren gereinigt werden, wie wir im Müllheizkraftwerk Bremerhaven erfahren haben (vgl. Kapitel 4.5).

Die zahlreichen, nicht intendierten Nebeneffekte der Nutzung von Kunststoffen machen evident, dass innerhalb der aktuellen Regulationsformen kein nachhaltiger Umgang mit diesem Stoff gegeben ist, was eine Reregulierung erforderlich macht. Ansatzpunkte hierfür sind im SES-Modell des ISOE die vier Kontextfaktoren Wissen, Praktiken, Institutionen und Technologie (vgl. Kapitel 1.1). Gesetze wie etwa das kürzlich erlassene EU-Verbot für Einwegplastik, welches ab 2021 in Kraft treten soll, stellen institutionelle Ansätze dar, während alternative Verpackungsmaterialien eher beim Kontextfaktor Technologie ansetzen. Beim Großhandelsunternehmen Bionatic konnten wir diese Alternativen, wie beispielsweise Verpackungsmaterial aus dem

biobasierten und bioabbaubaren Kunststoff Polymilchsäure (PLA), begutachten (vgl. Kapitel 4.6). Zweifel sind jedoch angebracht, denn die größtenteils privatwirtschaftlich betriebenen Kompostanlagen haben derzeit keine monetären Anreize, die langen Kompostzeiten der bioabbaubaren Verpackungen einzuhalten, sodass ein Großteil trotzdem thermisch verwertet wird. Es scheint, als wäre eine Reregulierung, die einseitig beim Kontextfaktor Technologie ansetzt, zum Scheitern verurteilt, wenn nicht gleichzeitig unsere Praxis der Wegwerfkultur angegangen wird, durch die überhaupt jene Massen an Abfall produziert werden.

Das Ausmaß der Verbreitung von Plastik im Zeitalter des Anthropozän, inklusive aller Nebenfolgen der defizitären Regulation im Umgang mit diesem Stoff, ist der Grund, weshalb Plastik ein sozial-ökologisches Problem darstellt. Denkt man dies weiter, lässt es sich auch Kramm und Völker (2018) folgend als zunehmendes „globales Risiko“ beschreiben: Erstens ist das Thema durch eine hohe Komplexität und Ambiguität charakterisiert, da oftmals keine klaren Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge erkennbar sind, was die Suche nach Lösungsansätzen erschwert. Zweitens entstehen aufgrund dieser Ambiguität unterschiedliche Risikowahrnehmungen, die eine konsensuelle Lösung weiterhin erschweren und in Deutungskämpfe münden können. Drittens entfaltet Plastik durch sein Austreten aus seinen ursprünglichen Versorgungssystemen eine Wirkung auf verbundene, natürliche oder soziale Entitäten bzw. Systeme, was es zu einem systemischen Risiko macht. Viertens, und das ist wohl charakteristisch für Umweltprobleme im Anthropozän, entstehen jene Risiken als nicht intendierte Nebeneffekte der kapitalistischen Regulation von Versorgungssystemen, also im regulären Modus Operandi unserer Gesellschaft (Kramm/Völker 2018: 223–225). Vor allem dies erschwert eine Lösung des Problems, denn Plastik ist so eng mit unserer Lebensweise verbunden, dass der Verzicht eine umfassende Neugestaltung unserer alltäglichen Versorgungssysteme erfordert, die sich nur in der lebensweltlichen Praxis vollziehen kann.

1.3 Kurzbeschreibung der Region

Nils Feilberg

Zielregion der sozial-ökologischen, interdisziplinären Exkursion waren die Mündungsregion der Weser, also die Stadt Bremerhaven und die Halbinsel Butjadingen an der Nordseeküste, sowie die Stadt Bremen. Die Städte Bremen und Bremerhaven liegen im Nordwesten der Bundesrepublik Deutschland und bilden gemeinsam Deutschlands kleinstes und ärmstes Bundesland (Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein 2019). In der Stadt Bremen lebten im Jahr 2018 ca. 570.000 Menschen, in Bremerhaven wohnten gleichzeitig ca. 114.000 Menschen (Statistisches Landesamt Bremen 2019). Die beiden Städte sind durch die Weser verbunden. Bremerhaven liegt an der Wesermündung zur Nordsee, Bremen liegt ca. 60 km südlich im Landesinneren.

Beide Städte sind geprägt von Handel und Industrie. Der Großteil der über den Seeweg transportierten Handelswaren wird in Bremerhaven umgeladen, dabei ist Bremer-

haven mit 2,2 Mio. Autos der weltweit größte Umschlagsplatz für Fahrzeuge (Backhaus et al. 2016). Im viertgrößten Containerhafen Europas werden pro Jahr etwa doppelt so viele Waren importiert (14,7 Mio. t) wie exportiert (6,3 Mio. t) (Statistisches Bundesamt 2019). Da die exportierten Waren etwa den doppelten Wert haben wie die importierten, liegt der Gesamtwert der exportierten Waren leicht über dem der importierten Waren.

Die Industrie der Städte ist geprägt von Stahl und stahlverarbeitenden Betrieben. Der neben dem Handel für die Region einst typische Industriezweig befindet sich in der Krise. Seit den 1970er Jahren haben viele Werften in Bremen und Bremerhaven den Betrieb eingestellt. Die verbleibenden Werften sind weniger im Schiffbau, sondern überwiegend im Reparaturbereich tätig oder stellen Spezialanfertigungen her. Um den Verlust der Werften auszugleichen, findet eine Umstrukturierung in Richtung Luft- und Raumfahrt statt (Gawin/Schulze 2017). Außerdem befindet sich im Stadtteil Seebaldsbrück ein Mercedes-Benz-Werk. Der derzeit größte Arbeitgeber in der Region Bremen ist die Automobilindustrie (Wirtschaftsförderung Bremen GmbH 2019). Zusätzlich hat sich der Tourismus als weiteres Standbein etabliert, so entstand z.B. das Tourismuszentrum „Havenwelten Bremerhaven“ am Weserdeich mit vielen Museen, darunter unter anderem das von uns besuchte Klimahaus.

Das kleine Dorf Tossens liegt ca. 20 km westlich von Bremerhaven auf der Halbinsel Butjadingen an der Nordsee. Auf Butjadingen übernachteten wir im Heu auf einem Bauernhof. Damit erlebten wir direkt die beiden wichtigsten Wirtschaftszweige der Halbinsel: Landwirtschaft und Tourismus (Gemeinde Butjadingen 2011).

Für den Tourismus sind die Küsten mit einigen Attraktionen ausgestattet: einem „Piratenstrand“, einem Freizeitpark sowie vielfältigen Möglichkeiten der Freizeitgestaltung. Butjadingen ist Teil des Nationalparks Niedersächsisches Wattenmeer. Bei Ebbe zieht sich das Meer so weit zurück, dass es zeitweise nicht mehr zu sehen ist. Auf geführten Wattwanderungen erkunden Gruppen den Lebensraum der an die Gezeiten angepassten Muscheln, Krebse und Wattwürmer.

Die in der Region vorkommenden Salzwiesen sind ebenfalls an die Gezeiten angepasst. Diese Wiesen werden bei Flut regelmäßig mit Meerwasser überschwemmt. Nur Pflanzen, die an einen hohen Salzgehalt angepasst sind, können unter diesen Bedingungen überleben. Durch die Errichtung von Deichen sind die überschwemmten Flächen immer kleiner geworden und den hinter den Deichen liegenden landwirtschaftlichen Feldern gewichen.

2 Charakterisierung des Küstenökosystems

Patrick Bentheimer, Katharina Höfner



Abbildung 2: Ebbe an der Nordseeküste von Butjadingen

Foto: Nils Feilberg

Ein Ökosystem ist ein Beziehungsgefüge zwischen einer Lebensgemeinschaft (Biozönose) und ihrem Lebensraum (Biotop) (Schaefer 2002), bei dem es zu stofflichem und energetischem Austausch zwischen den einzelnen Mitgliedern der Biozönose und deren anorganischer Umwelt kommt. Es ist ein Wirkungsgefüge, das offen, dynamisch, komplex und bis zu einem gewissen Grad zur Selbstregulierung fähig ist. Die Selbstregulation sorgt für Stabilität in den Ökosystemen, denn damit sind sie in der Lage, sporadisch auftretende Störungen zu regulieren (Wittig/Streit 2004). Wegen ihrer biotischen und abiotischen Elemente und Strukturen sind Ökosysteme komplex. Diese Strukturen sind durch Wechselwirkungen miteinander verbunden. Biotische Umweltfaktoren sind Elemente der belebten Umwelt, also die Wirkungen und Bedeutungen, die von Lebewesen ausgehen (beispielsweise Konkurrenz, Feinddruck und Nahrungsangebot). Die Organismen interagieren und konkurrieren um Nahrung, Raum und andere Ressourcen (inter- und intraspezifische Interaktion). Bei abiotischen Umweltfaktoren handelt es sich derweil um Elemente der unbelebten Umwelt (z.B. Licht, Wasser oder Temperatur), mit denen Individuen, Populationen oder Biozönosen in einer wechselseitigen Beziehung stehen. Organismen nutzen sie als Ressourcen und sind an die jeweilige Verfügbarkeit des abiotischen Faktors angepasst. Mit der ökologischen Potenz kann die ökologische Toleranz der Organismen gegenüber den natürlichen Schwankungen der abiotischen Faktoren angegeben werden (ebd.). So ist z.B. der Übergangsbereich zwischen Land und Meer durch die ständige Veränderung infolge von Ebbe und Flut, starke Schwankungen des Salzgehaltes und hohe Temperaturen im Sommer geprägt. Jeder Organismus besitzt eine eigene Lebensstrategie, um sich an bestimmte Umweltfaktoren, denen er ausgesetzt ist, anzupassen und wieder andere zu nutzen (Nationalpark Wattenmeer 2014b). So besitzen beispielsweise Halophyten (Salzpflanzen) spezifische Strukturen zur Anpassung an den

erhöhten Salzgehalt (siehe 2.2). Die Gesamtheit dieser biotischen und abiotischen Faktoren, die das Überleben einer Art beeinflussen, wird als ökologische Nische bezeichnet.

Ein schönes Beispiel für die komplexen biogeomorphologischen Prozesse und Zusammenhänge des Küstenökosystems ist der Wattwurm, der mit seinen typischen Sandkringeln das Landschaftsbild prägt. Zum einen ist er durch sein milliardenfaches Vorkommen Nahrungsgrundlage für Fische, Krebse und Vögel. Zum anderen destabilisiert er durch seine Wühltätigkeit die Wattoberfläche und verhindert damit, dass sich Arten dauerhaft ansiedeln können, die auf stabilere Verhältnisse angewiesen sind. Zusätzlich ist Dynamik, und damit Instabilität, ein wesentliches Merkmal des Ökosystems Wattenmeer, das ohne diese einen Teil seiner Funktionen verlieren würde (ebd.).

2.1 Das Watt um Butjadingen

Das Wattenmeer liegt im südöstlichen Teil der Nordsee und erstreckt sich entlang der niederländischen Küste, der Deutschen Bucht bis hin zur dänischen Küstenregion. Das Watt der Deutschen Bucht gehört naturräumlich zu der Großeinheit Norddeutsches Tiefland und ist Teil des Naturraums Watten im Elbe-Weser-Dreieck Jadebusen. Dieser Landschaftstyp „Wattenmeerlandschaft der Nordsee“ hat eine Gesamtfläche von 1.120 km². Das besuchte Watt beim Tossener Deich auf der Halbinsel Butjadingen gehört zum Solthörner Watt der Wesermarschen (Bundesamt für Naturschutz 2012; Bundesanstalt für Landeskunde und Raumordnung 1961).

Das Watt ist eine Küstenfläche, welche vom Wechsel der Gezeiten stark beeinflusst wird. Die Ebbe- und Fluteinwirkung wiederholen sich alle 12 Stunden und 25 Minuten. Als Watt wird der bei Ebbe trockenfallende Anteil bezeichnet. Der mittlere Tidenhub an der deutschen Küste beträgt 200–400 cm, wobei der Tidenhub des Jadebusens mit 360 cm zu einem der höchsten in der Deutschen Bucht gehört. Aufwindige Stürme aus dem Nordwesten können Sturmfluten mit Windstärken von bis zu 170 km/h verursachen.

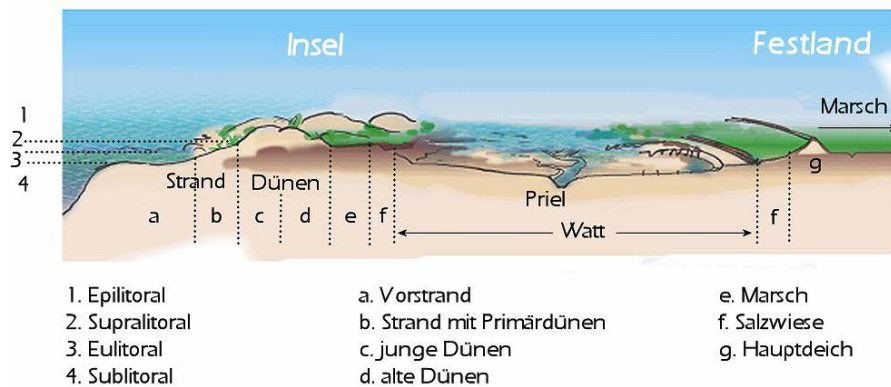


Abbildung 3: Schematischer Aufbau des Wattenmeers

Quelle: www.lebensraum-wattenmeer.de verändert nach Potts 2003

Im Bereich der Deutschen Bucht fällt der Meeresboden gleichmäßig flach ab, sodass sich das Schwemm watt als charakteristischer Lebensraum im Wattenmeer bilden konnte. Abhängig von der Strömungsgeschwindigkeit des Meeres werden die vom Wasser mitgeführten Sedimentteilchen mit unterschiedlicher Korngröße an unterschiedlichen Stellen im Watt abgelagert, sodass eine natürliche Zonierung des Watts stattfindet. Je feiner die Korngröße, umso näher werden die Partikel zur Küste transportiert, wo sie durch die Abnahme der Fließgeschwindigkeit absinken und sich ablagern können. Bei den Sedimentteilchen handelt es sich um schlickige bis sandige Sedimente aus dem Holozän. Das Watt lässt sich in vier Zonen unterteilen, dessen Grenzen durch die Gezeiten fließend ineinander übergehen (Abb. 3). Die unterste, meerseitige Wattzone ist das Sublitoral, welches dauerhaft von Wasser bedeckt ist. Darauf folgt das Eulitoral, welches zweimal täglich überflutet wird und den ständigen Veränderungen, bedingt durch Strömungs- und Windverhältnisse, unterliegt. Im Bereich des Eulitorals findet sich eine Abfolge von Sandwatt, Mischwatt und Schlickwatt. Das Sandwatt besteht aus größeren Sedimentteilchen und besitzt dadurch den geringsten Wassergehalt. Zwar ist der Boden nährstoffarm, jedoch ist er durch seine große Porengröße sauerstoffreich. Das Sediment bildet einen festen und wanderfreundlichen Untergrund. Das Mischwatt enthält feineres Substrat mit einem geringeren Sauerstoffgehalt als das Sandwatt. Das Schlickwatt setzt sich aus feinen Sedimentteilchen zusammen, welche sich in ruhigen und geschützten Bereichen absetzen können. Durch die geringe Korngröße besitzt das Schlickwatt den höchsten Wassergehalt und den niedrigsten Sauerstoffgehalt. Die sauerstoffreiche Schicht ist sehr dünn und geht in eine sauerstoffarme bis sauerstofffreie Schicht über. Daran anschließend folgt oberhalb der Flutlinie das Supralitoral, die Verlandungszone des Watts mit Küstenvegetation, gefolgt vom Epilitoral. Das Epilitoral steht durch das salzhaltige Grundwasser unter maritimen Einflüssen, wird jedoch nur bei Sturmfluten überflutet (Wittig/Streit 2004). Bei den Wattbereichen um Tossens handelt es sich um großflächiges Sandwatt. Entlang der Priele kann man Mischwatt und lokal zwischen den Prielen Treibsand vorfinden. Betrachtet man das Landschaftsbild des Watts, lassen sich vereinzelt größere Steinbrocken finden (Abb. 4). Die Gesteine haben keine

natürliche Herkunft und sind auf den letzten Weltkrieg zurückzuführen. Damals hatte man mithilfe schwerer Steine versucht, Munition in der Nordsee zu versenken.

Das Landschaftsbild des Watts ist durch den ständigen Wandel der Gezeiten geprägt. An der Oberfläche befinden sich Tiefs, Priele und Rinnen, die aus der Erosionskraft der Tidenströmungen entstehen. Ähnlich eines Flusses sind Priele Vertiefungen eines natürlichen Rinnensystems im Watt. Bei auflaufender Flut laufen sie als erstes voll und wachsen zu Flüssen mit hohen Strömungsgeschwindigkeiten heran. Die Priele sind ein dynamisches System mit Gleithängen (kurveninnere Ufer mit geringerer Strömung) und Prallhängen (kurvenäußere Ufer mit stärkerer Strömung), an denen Sediment akkumuliert und erodiert (Abb. 5).



Abbildung 4: Steine im Watt beim Tossener Deich (oben)

Foto: Nils Feilberg



Abbildung 5: Volllaufender Priel (links); Erosion des Sediments am Prallhang eines Priels (rechts)

Fotos: Nils Feilberg, Paula Florides



Abbildung 6: Wurmhaufen am Ausgangsbereich der Röhre des Wattwurms (*Arenicola marina*)



Abbildung 7: Container-Tiefwasserhafen Jade-Weser-Port in Wilhelmshaven

Fotos: Nils Feilberg

Der Wechsel zwischen ausgedehnter Wattfläche und Wasserbedeckung erfordert ein hohes Maß an Anpassung für die dort lebenden Organismen. Die abiotischen Faktoren, wie die Wasserhöhe, die Fließgeschwindigkeit und -richtung, Temperatur, Strahlungsintensität und Salzgehalt ändern sich im Gezeitenrhythmus. Die Bodentemperatur schwankt je nach Hoch- und Niedrigwasser und bei Ebbe kann eine starke Sonneneinstrahlung zur Austrocknung des Bodens führen. In den Sommermonaten kann die erhöhte Verdunstung eine Erhöhung der Salzkonzentration nach sich ziehen und heftige Niederschläge wiederum eine Aussüßung. Neben den anspruchsvollen abiotischen Faktoren einerseits, herrscht andererseits ein beträchtliches Nahrungsangebot. Der Gezeitenstrom spült täglich nährstoffreiche Sedimente mit organischen Substanzen ins Watt und bietet durch die Unmengen an Kieselalgen und Plankton einen idealen Nährboden. Aus den extremen Bedingungen im Watt resultiert eine geringe Artenvielfalt, jedoch mit einer dichten Besiedlung (ebd.). Nur wenige Arten wie die Gemeine Miesmuschel (*Mytilus edulis*) besiedeln die Oberfläche des Watts. Die Gemeine Strandkrabbe (*Carcinus maenas*) ist unter Steinen, in Prieln oder in der Wattfläche vorzufinden. Die Mehrzahl der Wattbewohner, darunter die Sandklaffmuschel (*Mya arenaria*) und die weit verbreitete Gemeine Herzmuschel (*Cerastoderma edule*) leben eingegraben im Wattboden. Die Arten sind meist an bestimmte Wattbodentypen angepasst. So findet man den adulten Wattwurm (*Arenicola marina*) vorwiegend im Sandwatt, wohingegen man die juvenile Form im Schlickwatt vorfindet. Ein typisches Merkmal des Wattwurms sind die Sandkringel, welche als Hinterlassenschaft an der Wattoberfläche anzutreffen sind (Abb. 6).

Als Neozoon (eingeschleppte oder eingewanderte Art) konnte sich die Pazifische Auster (*Crassostrea gigas*) im deutschen Wattenmeer etablieren. *Crassostrea gigas* verdrängt aufgrund von fehlenden Fressfeinden die geschwächte Population der Europäischen Auster (*Ostrea edulis*) sowie die Bestände der Miesmuschel (*Mytilus edulis*). *Ostrea edulis* ist in den 20er und 30er Jahren durch Überfischung und einem Parasitenbefall in Deutschland fast vollständig ausgestorben. Zwar fand eine Wiederansiedlung statt, jedoch konnte sich bis jetzt keine stabile Population bilden. Aufgrund des reichen Nahrungsangebots hat das Wattenmeer eine große Bedeutung für den inter-

nationalen Vogelzug und dient als Brut-, Rast- und Überwinterungsgebiet für viele heimische Vogelarten.

Eine Bedrohung des Wattenmeeres geht vor allem durch eine Anreicherung von Schadstoffen wie Pestiziden und Schwermetallen aus, welche vorwiegend über Flüsse eingetragen werden. Durch die Erwärmung des Wassers bilden sich Fäulnisgase, welche sich ebenfalls negativ auf das Ökosystem auswirken. Bis 1978 gelangte durch ein Chemiewerk bei Nordenham Dünnsäure in die Nordsee, mittlerweile konnte sich jedoch die Wasserqualität wieder verbessern. Gegenüber dem Wattenmeer bei Tossens befindet sich seit 2003 der Container-Tiefwasserhafen Jade-Weser-Port in Wilhelmshaven (Abb. 7). Eine weitere anthropogene Nutzung findet durch die Wattwanderungen statt, jedoch konzentriert sich der touristische Erholungsnutzen auf das Festland (Bundesamt für Naturschutz 2012).

Das Wattenmeer ist ein dynamischer Landschaftstyp und ist mit einer Vielzahl von verschiedenen Lebensräumen unverzichtbar für die Artenvielfalt. Aufgrund der Einmaligkeit des Watts wurde es im Jahr 2009 zum UNESCO Weltkulturerbe ausgezeichnet.

2.1.1 Steckbriefe der gefundenen Arten im Watt

Folgende Arten wurden von der Exkursionsgruppe auf der Wattwanderung am 6. Juni 2019 in Tossens gemeinsam mit dem Wattführer Matthias Schulz bestimmt.

 Abbildung 8: <i>Carcinus maenas</i> Foto: Nils Feilberg	Art:	Gemeine Strandkrabbe (<i>Carcinus maenas</i>)
	Familie:	Carcinidae
	Fundort:	Watt um Butjadingen, Strand Tossens
	Koordinaten:	53° 34'49.33" N 8°14'15.67" O
	Höhe:	0 m ü. NN
	Datum:	06.06.2019
	Bemerkungen:	Allesfresser (u.a. Fische, Muscheln)
 Abbildung 9: <i>Cerastoderma edule</i> Foto: Nils Feilberg	Art:	Gemeine Herzmuschel (<i>Cerastoderma edule</i>)
	Familie:	Cardiidae
	Fundort:	Watt um Butjadingen, Strand Tossens
	Koordinaten:	53° 34'49.33" N 8°14'15.67" O
	Höhe:	0 m ü. NN
	Datum:	06.06.2019
	Bemerkungen:	Fähigkeit, sich selbstständig einzugraben
 Abbildung 10: <i>Pagurus bernhardus</i> Foto: Katharina Höfner	Art:	Gemeiner Einsiedlerkrebs (<i>Pagurus bernhardus</i>)
	Familie:	Paguroidea
	Fundort:	Watt um Butjadingen, Strand Tossens
	Koordinaten:	53° 34'49.33" N 8°14'15.67" O
	Höhe:	0 m ü. NN
	Datum:	06.06.2019
	Bemerkungen:	besetzt Meeresschneckenhäuser



Abbildung 11: *Mya arenaria*

Foto: Carolin Völker

Art:	Sandklaffmuschel (<i>Mya arenaria</i>)
Familie:	Paguroidea
Fundort:	Watt um Butjadingen, Strand Tossens
Koordinaten:	53° 34'49.33" N 8°14'15.67" O
Höhe:	0 m ü. NN
Datum:	06.06.2019
Bemerkungen:	Lebensraum bis zu 30 cm unter der Wattoberfläche, filtert Plankton, speichert Giftstoffe und Schwermetalle



Abbildung 12: *Crassostrea gigas*

Foto: Carolin Völker

Art:	Pazifische Auster (<i>Crassostrea gigas</i>)
Familie:	Ostreidae
Fundort:	Watt um Butjadingen, Strand Tossens
Koordinaten:	53° 34'49.33" N 8°14'15.67" O
Höhe:	0 m ü. NN
Datum:	06.06.2019
Bemerkungen:	Neozoon (gebietsfremde Art)



Abbildung 13: *Ensis ensis*

Foto: Carolin Völker

Art:	Schwertförmige Scheidenmuschel (<i>Ensis ensis</i>)
Familie:	Pharidae
Fundort:	Watt um Butjadingen, Strand Tossens
Koordinaten:	53° 34'49.33" N 8°14'15.67" O
Höhe:	0 m ü. NN
Datum:	06.06.2019
Bemerkungen:	lebt senkrecht eingegraben im Sediment



Abbildung 14: *Mytilus edulis*

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nationalpark_Schleswig-Holsteinisches_Wattenmeer_-_bei_F%C3%B6hr_-_Miesmuschel.jpg

Art:	Gemeine Miesmuschel (<i>Mytilus edulis</i>)
Familie:	Mytilidae
Fundort:	Watt um Butjadingen, Strand Tossens
Koordinaten:	53° 34'49.33" N 8°14'15.67" O
Höhe:	0 m ü. NN
Datum:	06.06.2019
Bemerkungen:	lebt an der Wattoberfläche

 Abbildung 15: <i>Corophium volutator</i> Foto: Carolin Völker	Art:	Schlickkrebs (<i>Corophium volutator</i>)
	Familie:	Corophiidae
	Fundort:	Watt um Butjadingen, Strand Tossens
	Koordinaten:	53° 34'49.33" N 8°14'15.67" O
	Höhe:	0 m ü. NN
	Datum:	06.06.2019
	Bemerkungen:	hohe Siedlungsdichte von bis zu 100.000 Tieren pro m ²
 Abbildung 16: <i>Nereis diversicolor</i> Foto: https://www.schutzstation-wattenmeer.de/wissen/tiere/wuermer/seerin-gelwurm/	Art:	Seeringelwurm (<i>Nereis diversicolor</i>)
	Familie:	Nereididae
	Fundort:	Watt um Butjadingen, Strand Tossens
	Koordinaten:	53° 34'49.33" N 8°14'15.67" O
	Höhe:	0 m ü. NN
	Datum:	06.06.2019
	Bemerkungen:	baut verzweigte Gänge im Meeresboden
 Abbildung 17: <i>Arenicola marina</i> Foto: Nils Feilberg	Art:	Wattwurm (<i>Arenicola marina</i>)
	Familie:	Arenicolidae
	Fundort:	Watt um Butjadingen, Strand Tossens
	Koordinaten:	53° 34'49.33" N 8°14'15.67" O
	Höhe:	0 m ü. NN
	Datum:	06.06.2019
	Bemerkungen:	siedelt in horizontalen Röhren, hinterlässt charakteristische Sandkringel an der Wattoberfläche
 Abbildung 18: <i>Phoca vitulina</i> Foto: Nils Feilberg	Art:	Seehund (<i>Phoca vitulina</i>)
	Familie:	Phocidae
	Fundort:	Watt um Butjadingen, Strand Tossens
	Koordinaten:	53° 34'49.33" N 8°14'15.67" O
	Höhe:	0 m ü. NN
	Datum:	06.06.2019
	Bemerkungen:	Vorkommen an Felsküsten und Sandbänken

	Art:	Austernfischer (<i>Haematopus ostralegus</i>)
	Familie:	Haematopodidae
	Fundort:	Watt um Butjadingen, Strand Tossens
	Koordinaten:	53° 34'49.33" N 8°14'15.67" O
	Höhe:	0 m ü. NN
	Datum:	06.06.2019
	Bemerkungen:	ernährt sich von Muscheln, Borstenwürmern, Krebsen und Insekten

Abbildung 19: *Haematopus ostralegus*

Foto: Nils Feilberg

2.2 Die Salzwiese in Langwarden

„Als es am Ende der Wattführung heftig zu regnen anfing, fiel unser Plan direkt am Anschluss zur Salzwiese zu fahren und dort unser Referat zu halten im wahrsten Sinne des Wortes ins Wasser. Stattdessen suchten wir Unterschlupf auf einer Bühne in Ufernähe. Nachdem sich alle abgetrocknet und sich mit warmen Getränken und Essen versorgt hatten, wurde entschieden, erst einmal den Regen auszusitzen und das Referat zu halten. Damit kam der große Auftritt von Kathi, Theresa, Wolf und mir (Patrick). Da der Besuch der Salzwiese aufgrund des Wetters und der Kälte in Frage stand, entschieden wir uns bei der Salzwiese auch die Salzregulationsmechanismen der Pflanzen, die sich unsere Kommiliton*innen eigentlich auf der Salzwiese selbst hätten erarbeiten sollen, vorzustellen.“

Die Salzwiese liegt zwischen Watt und Deich und bildet den natürlichen Übergang zwischen Land und Meer. Sie befindet sich nur wenige Meter über dem mittleren Hochwasserstand und wird jährlich 10- bis 250-mal von Salzwasser überflutet. Außerdem ist sie Lebensraum für zahlreiche Pflanzen, für ca. 50 Vogelarten und insbesondere für fast 2.000 Insektenarten (ca. 800 endemische Arten). Salzwiesen entstehen, weil jede Flut Schwebeteilchen ins ufernahe Watt schwemmt. Wenn zur Hochwasserzeit die Strömung für kurze Zeit ruht, sinkt feines Material ab und bildet nach und nach eine Schlickschicht. Wenn der Schlick hoch genug angelandet ist, siedelt sich zunächst der Queller (*Salicornia*) an – eine sogenannte Pionierpflanze. Dies begünstigt die weitere Landbildung vor dem Deich (etwa 1 cm pro Jahr) und weil dieser Bereich dadurch weniger oft überflutet wird, können mehr und mehr Pflanzen Fuß fassen (Nationalpark Wattenmeer 2014a). Der Queller ist ein sogenannter obligater Halophyt (Salzpflanze), das heißt, eine Pflanze, die an den erhöhten Salzgehalt nicht nur angepasst ist und sich dort fortpflanzen kann, sondern sogar darauf angewiesen ist. Zusätzlich gibt es fakultative Halophyten wie den Strand-Wegerich (*Plantago maritima*). Diese können auf Salzboden überleben, sind aber nicht auf ihn angewiesen. Pflanzen, die meist in salzfreien Gebieten leben, aber auch leicht salzhaltigen Böden widerstehen können, nennt man indifferente Halophyten. Ein Beispiel dieser Art ist die Kröten-Binse (*Juncus bufonius*) (Künnemann 1997).

An folgende extreme Bedingungen haben die Halophyten der Salzwiese Anpassungsmechanismen entwickelt:

Erhöhte Bodensalinität

Die Halophyten regeln den Salzhaushalt in den einzelnen Pflanzenteilen über folgende Mechanismen:

1. Wurzel

- a. Abschirmung (z.B. Casparischer Streifen)
- b. Retranslokation

2. Spross

- a. Abschirmung
- b. Retranslokation
- c. Sukkulenz

3. Blatt

- a. Absalzhaare
- b. Absalzdrüse
- c. Sukkulenz
- d. Abwurf

Ausschluss/Abschirmung

Die Endodermis ist die wichtigste Barriere für die Salzaufnahme in der Wurzel. Sie bildet einen einschichtigen Zylinder aus Zellen, welcher den aus Leitungsgefäßen gebildeten Zentralzylinder umgibt. Die Zellenverdickungen werden in ihrer Gesamtheit Casparischer Streifen genannt. Durch Einlagerung von Lignin und Endodermin wird eine wasserundurchlässige Schicht gebildet. Diese verhindert einerseits das Austreten von Wasser durch die Zellen und in den Boden sowie den unkontrollierten Einstrom von gelösten Salzen. Letztere werden selektiv über Kanäle oder Carrier aufgenommen. Damit ist eine Regulierung der Salzaufnahme möglich (ebd.).

Verdünnung/Sukkulenz

Die Zellwände der Halophyten sind sehr elastisch und die Vakuolen können große Mengen an Wasser aufnehmen. Dies führt zu einer Verdünnung der Vakuolenlösungen und einer Verringerung der Salzkonzentration. Das Gewebe schwillt durch die Wasseraufnahme an und Sukkulenz (Dickfleischigkeit) ist die Folge, wie z.B. beim Queller (Abb. 20) (ebd.).



Abbildung 20:
Europäischer Queller (*Salicornia europaea*)

Foto: M. Buschmann,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=269039>



Abbildung 21:
Strandflieder (*Limonium vulgare*)

Foto: Katharina Höfner

Abwerfen salzgesättigter Pflanzenteile

Einige Pflanzen lagern an bestimmten Stellen in ihrem Gewebe so lange Salz ein, bis diese absterben. Die Strand-Aster (*Tripolium pannonicum*) speichert das Salz beispielsweise in ihren unteren Stengelblättern. Diese verfärben sich allmählich gelb und sterben ab. Ähnliches kann man beim Strand-Dreizack (*Triglochin maritima*) und beim Strand-Wegerich (*Plantago maritima*) beobachten. Vor dem Abwurf der abgestorbenen Pflanzenteile wird diesen der Stickstoff entzogen (ebd.). Dadurch entledigen sich die Pflanzen des für sie schädlichen Salzes, während sie gleichzeitig wertvolle Nährstoffe zurückhalten.

Salzdrüsen

Die Ausscheidung des Salzes in spezialisierten Drüsen ist der effektivste Regulationsmechanismus. Hierzu werden die Ionen gegen den osmotischen und elektrochemischen Gradienten nach außen transportiert. Dieser Vorgang benötigt sehr viel Energie. Salzdrüsen findet man beim Strandflieder (*Limonium vulgare*) (Abb. 21), der Strandnelke (*Armeria maritima*), dem Milchkraut (*Glaux maritima*) und dem Schlickgras (*Spartina anglica*) (ebd.).

Absalzhaare

Die Gänsefußgewächse (*Chenopodiaceae*) nutzen eine weitere Art der Salzspeicherung. Im Gegensatz zu Bottenbinse (*Juncus gerardii*) oder Aster lagern sie das Salz nicht in das Blattgewebe ein, sondern in kleine Blasenhaare auf der Blattoberfläche. Die Härchen sind zweizellige Gebilde aus einer mehr oder weniger runden Blaszelle, die einer dünnen Stielzelle aufsitzt. Bei hohen Salzkonzentrationen sterben die Blasenhaare ebenfalls ab, jedoch bleibt das Blattgewebe erhalten (ebd.).

Erhöhte Transpiration

Kräftige Winde und starke Sonneneinstrahlung in der Salzwiese erhöhen die Transpiration, wodurch Wasserverlust und Salzkonzentration steigen. Deswegen versuchen die Pflanzen, die Verdunstung an den Blattoberflächen zu reduzieren. Der Rot-Schwingel (*Festuca rubra*), der Andel (*Puccinellia maritima*) und die Strand-Quecke (*Elymus farctus*) verringern die dem Wind und der Sonne ausgesetzte Oberfläche durch Einrollen der Blätter. Zudem schließt das Einrollen die Spaltöffnungen ein. Andere Pflanzen reduzieren den Wasseraustritt aus den Epidermiszellen durch epikutikuläre Wachsschichten, so z.B. das Straußgras (*Agrostis alba*), die Strand-Quecke (*Elymus farctus*) und viele Dünenpflanzen. Auch durch „Behaarung“ der Blätter, welche die Luftbewegung einschränkt, wird die Verdunstung gesenkt. Dies machen sich z.B. das Strand-Salzkraut (*Salsola kali*) und der Strand-Beifuß (*Artemisia maritima*) zunutze (ebd.).

Starke mechanische Belastung

„Während der Sturmfluten versinkt oft die gesamte Salzwiese in einem windgepeitschten, tosenden Meer, die Wellen brechen sich an den erhöhten Stellen und die überwinternden Pflanzen müssen enormen Kräften standhalten.“ (ebd.)

Um mechanischen Belastungen standzuhalten, besitzen der Strandflieder (*Limonium vulgare*) und die Meerstrand-Binse (*Juncus maritimus*) ein besonderes Stützgewebe, welches aus abgestorbenen Zellen mit extrem verdickten Zellwänden besteht (Sklerenchym). Sie verleihen der Pflanze eine große Festigkeit. Durch die extremen Strömungsgeschwindigkeiten bei den Gezeitenströmen wird in den kleinen Rinnen der Salzwiese der Boden erodiert, und Pflanzen drohen freigespült zu werden. Kräftige und tiefgehende Ankerwurzeln helfen vielen Pflanzen, dies zu vermeiden (ebd.).

Sauerstoffmangel

Bei Überflutungen ist die Sauerstoffversorgung der Pflanze, oder zumindest die ihrer Wurzel, stark eingeschränkt oder komplett unterbunden. Denn im Wasser ist die Konzentration der Gase geringer, und sie diffundieren sehr viel langsamer als in der Luft. Vor allem das Wurzelsystem, das für die Anlieferung von Nährstoffen und Wasser verantwortlich ist, wird bei Sauerstoffmangel in Mitleidenschaft gezogen. Einerseits können Pflanzen für kurze Zeit einen anaeroben Stoffwechsel (ohne Sauerstoff) betreiben. Bei dieser Gärung wird der Zucker nicht vollständig oxidiert, sondern zu organischen Säuren oder Ethanol und Kohlendioxid abgebaut. Diesen kann die Pflanze zur Photosynthese nutzen und den dabei freiwerdenden Sauerstoff wieder veratmen. Dadurch können die Pflanzen ihre Überlebensdauer bei einer Überflutung verlängern. Andererseits entwickeln Salzpflanzen aufgrund des zum Teil mehrstündigen Sauerstoffmangels während der Überflutung ein spezielles Luftgewebe, das Aerenchym, welches die Sauerstoffzufuhr des Wurzelgewebes gewährleistet. Die „Lüftungsröhre“ werden von gasgefüllten Hohlräumen gebildet, welche zwischen auseinanderweichenden Zellen oder durch das Absterben von Zellen entstanden sind. Als

das beste Mittel gegen die erstickende Wirkung der fortwährenden Übersättigung mit Dünen sand haben sich lange Wurzelstöcke erwiesen. Gleichzeitig helfen zahlreiche Nebenwurzeln, den Dünen sand zu befestigen und die Nährstoffe, die er besitzt, besser zu nutzen (ebd.).

Gifte im anaeroben Boden

Nicht nur bei Sauerstoffmangel spielt das Aerenchym eine entscheidende Rolle, sondern auch bei der Entgiftung. Der Sauerstoffmangel hat nämlich nicht nur eine direkte Wirkung auf die Pflanzen, sondern auch auf die Bodenchemie, wie beispielsweise die Bildung giftiger Verbindungen. Wegen des Mangels an Sauerstoff verliert der Boden seinen oxidierenden Charakter und wirkt reduzierend. Durch die reduzierenden Bedingungen im überfluteten oder wassergesättigten Boden sind die Konzentrationen von Giften und Schwermetallen sehr hoch. Zudem ist die Verfügbarkeit von Nährstoffen verringert. Die Aerenchyme helfen den Pflanzen unter diesen erschwerten Bedingungen zu überleben, indem sie nicht nur die Wurzeln mit Sauerstoff versorgen, sondern auch den umgebenden Wurzelraum belüften. So stellen sie kleinräumig oxidierende Bedingungen her. Die Folgen der Durchlüftung sieht man bei den Böden deutlich durch die Verfärbung von schwarz auf hellgrau oder rot (ebd.).



Abbildung 22: Pflanzenbestimmung auf der Salzwiese in Langwarden

Fotos: Nils Feilberg, Katharina Höfner

„Da wegen der Kälte und des Windes einige nach dem Vortrag sehr durchgefroren und erschöpft waren, entschieden Caro und Johanna schweren Herzens, zurück zur Unterkunft zu fahren und die Salzwiese nicht zu besuchen. Jedoch nicht nur Caro, die sich besonders auf die Salzwiese gefreut hatte, sondern auch der Rest, waren darüber traurig. Zurück in der Unterkunft, nachdem sich alle aufgewärmt und warm angezogen hatten, hatte sich nicht nur der Himmel, sondern auch unsere Stimmung aufgehellt. Deswegen stieß Caros Vorschlag, doch noch kurz zur Salzwiese zu fahren und das fürs Nachmittagsprogramm geplante Küstenmonitoring etwas nach hinten zu verschieben, auf breite Zustimmung und Wohlwollen. An der Salzwiese angekommen, wurden die Bestimmungsbücher ausgeteilt, und alle machten sich fleißig ans Sammeln und Bestimmen der Pflanzen (vgl. Kapitel 2.2.1). Dabei erkannten wir auch manche der zuvor erwähnten Regulationsmechanismen wieder, wie z.B. die Sukkulenz beim Queller (*Salicornia europaea*) oder die eingerollten Blätter beim Rot-Schwingel (*Festuca rubra*).“

2.2.1 Steckbriefe der gefundenen Arten auf der Salzwiese

Folgende Arten wurden von der Exkursionsgruppe auf der Salzwiese am 6. Juni 2019 in Langwarden bestimmt.

 Abbildung 23: <i>Salicornia europaea</i> Foto: Katharina Höfner	Art:	Europäischer Queller (<i>Salicornia europaea</i>)
	Familie:	Amaranthaceae
	Fundort:	Salzwiese Langwarden, Butjadingen
	Koordinaten:	53° 36'47.31" N 8°17'01.36" O
	Höhe:	0–1 m ü. NN
	Datum:	06.06.2019
	Bemerkungen:	obligater Halophyt
 Abbildung 24: <i>Halimione portulacoides</i> Foto: Katharina Höfner	Art:	Strand-Salzmelde (<i>Halimione portulacoides</i>)
	Familie:	Amaranthaceae
	Fundort:	Salzwiese Langwarden, Butjadingen
	Koordinaten:	53° 36'47.31" N 8°17'01.36" O
	Höhe:	0–1 m ü. NN
	Datum:	06.06.2019
	Bemerkungen:	obligater Halophyt



Abbildung 25: *Festuca rubra*

Foto: Katharina Höfner

Art:	Rot-Schwingel (<i>Festuca rubra</i>)
Familie:	Poaceae
Fundort:	Salzwiese Langwarden, Butjadingen
Koordinaten:	53° 36'47.31" N 8°17'01.36" O
Höhe:	0–1 m ü. NN
Datum:	06.06.2019
Bemerkungen:	indifferenten Halophyt



Abbildung 26: *Artemisia maritima*

Foto: Katharina Höfner

Art:	Strand-Beifuß (<i>Artemisia maritima</i>)
Familie:	Asteraceae
Fundort:	Salzwiese Langwarden, Butjadingen
Koordinaten:	53° 36'47.31" N 8°17'01.36" O
Höhe:	0–1 m ü. NN
Datum:	06.06.2019
Bemerkungen:	fakultativer Halophyt



Abbildung 27: *Armeria maritima*

Foto: Katharina Höfner

Art:	Strandnelke (<i>Armeria maritima</i>)
Familie:	Plumbaginaceae
Fundort:	Salzwiese Langwarden, Butjadingen
Koordinaten:	53° 36'47.31" N 8°17'01.36" O
Höhe:	0–1 m ü. NN
Datum:	06.06.2019
Bemerkungen:	fakultativer Halophyt



Abbildung 28: *Limonium vulgare*

Foto: Katharina Höfner

Art:	Gewöhnlicher Strandflieder (<i>Limonium vulgare</i>)
Familie:	Plumbaginaceae
Fundort:	Salzwiese Langwarden, Butjadingen
Koordinaten:	53° 36'47.31" N 8°17'01.36" O
Höhe:	0–1 m ü. NN
Datum:	06.06.2019
Bemerkungen:	fakultativer Halophyt, gefährdet (Rote Liste der Gefäßpflanzen Deutschland)

 Abbildung 29: <i>Plantago maritima</i> Foto: Katharina Höfner	Art:	Strand-Wegerich (<i>Plantago maritima</i>)
	Familie:	Plantaginaceae
	Fundort:	Salzwiese Langwarden, Butjadingen
	Koordinaten:	53° 36'47.31" N 8°17'01.36" O
	Höhe:	0–1 m ü. NN
	Datum:	06.06.2019
	Bemerkungen:	fakultativer Halophyt
 Abbildung 30: <i>Glaux maritima</i> Foto: Katharina Höfner	Art:	Milchkraut (<i>Glaux maritima</i>)
	Familie:	Primulaceae
	Fundort:	Salzwiese Langwarden, Butjadingen
	Koordinaten:	53° 36'47.31" N 8°17'01.36" O
	Höhe:	0–1 m ü. NN
	Datum:	06.06.2019
	Bemerkungen:	fakultativer Halophyt
 Abbildung 31: <i>Spergularia marina</i> Foto: Katharina Höfner	Art:	Salz-Schuppenmiere (<i>Spergularia marina</i>)
	Familie:	Caryophyllaceae
	Fundort:	Salzwiese Langwarden, Butjadingen
	Koordinaten:	53° 36'47.31" N 8°17'01.36" O
	Höhe:	0–1 m ü. NN
	Datum:	06.06.2019
	Bemerkungen:	obligater Halophyt

2.3 Einfluss des Menschen auf das Küstenökosystem

Carolyn Völker

Neben den stofflichen, anthropogenen Einflüssen auf das Wattenmeer mit Auswirkungen auf die Wasserqualität in den letzten Jahrzehnten (vgl. Kapitel 2.1), prägt die menschliche Nutzung das Ökosystem der Küstenlandschaft, vor allem durch die errichteten Schutzdeiche gegen Fluten, schon seit Jahrhunderten. Gerade im Jadebusen, in dem der höchste Tidenhub an der deutschen Küste erreicht wird, sind die errichteten Deiche essentiell für den Schutz der menschlichen Siedlungen. Gleichzeitig stellt die Eindeichung der tideabhängigen Marschen einen gravierenden Eingriff in das Ökosystem dar. Noch bis ins frühe Mittelalter war das Wattenmeer der Nordsee geprägt von ausgedehnten Brackwasserröhrichten und Salzwiesen (Wittig/Streit 2004). Durch die Errichtung der Deiche, wurde das gesamte Gebiet trockener und das Salz langsam aus dem Boden gewaschen (Heitkamp et al. 2009), wodurch die ursprüngliche Küstenlandschaft einer reinen Kulturlandschaft wich (Abb. 32 und 33).

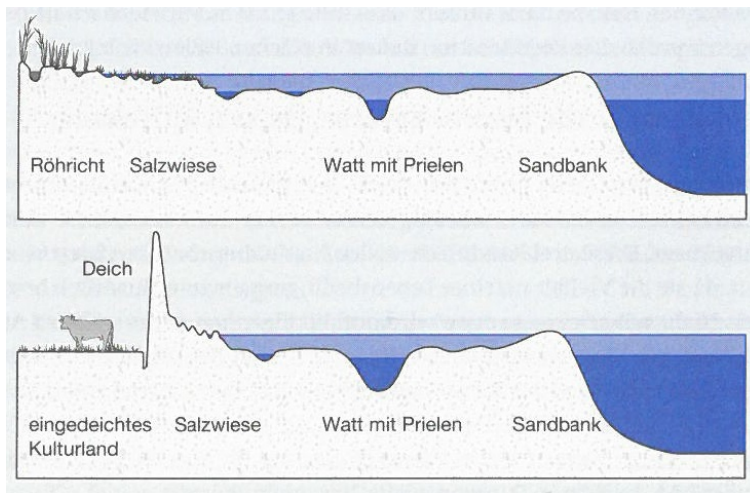


Abbildung 32: Meeresküste früher und heute. Durch die Errichtung von Deichen wurde der Wattbereich zurückgedrängt und Land gewonnen.

Quelle: Wittig/Streit 2004



Abbildung 33: Kuhweide hinter dem Deich in Langwarden

Foto: Nils Feilberg

Die artenreichen Lebensräume der Salzwiesen wurden durch die Deiche stark dezimiert – so führte beispielsweise die Eindeichung im Langwarder Groden in den 1930er Jahren dazu, dass ca. 140 ha Salzwiesen von der natürlichen Entwicklung abgeschnitten wurden (Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer 2014). Heute gehören Salzwiesen zu den gefährdeten Lebensräumen, weshalb deren Renaturierung zu einer wichtigen Aufgabe für den Naturschutz geworden ist. Eine Möglichkeit die Flächen der Salzwiesen zu vergrößern, bieten Vor- und Sommerdeichöffnungen, wodurch die Flächen wieder regelmäßig überflutet werden (ebd.). Auch die Lenkung von Besucher*innen der Salzwiesen spielt eine wichtige Rolle für deren Schutz, da so Störungen von Brut- und Rastvögeln sowie Schäden an der Vegetation vermieden werden können.

In Langwarden wurden Teile der Salzwiesen renaturiert, indem u.a. der Vordeich wieder geöffnet wurde. Ein Besucherkonzept lenkt Tourist*innen durch den Nationalpark (ebd.). Trotz der erhöhten Aufmerksamkeit für die Belange des Naturschutzes, spielen die Deiche und der Landgewinn nach wie vor eine wichtige Rolle für die menschliche Nutzung der Wesermarsch.

Ein weiterer, sichtbarer anthropogener Einfluss auf das Küstenökosystem – und im Fokus der Exkursion – stellt die Ansammlung von Abfällen, v.a. Plastikabfälle, an der Küste dar. Um diesen Einfluss näher zu untersuchen, führte die Exkursionsgruppe ein Monitoring der Abfälle an der Küstenlinie durch, welches im nächsten Abschnitt beschrieben wird.

3 Küstenmonitoring „Marine Litter“ nach OSPAR-Leitfaden

Theresa Holzer

Um die Zusammensetzung und die Menge des Mülls an der Küste in Butjadingen zu untersuchen, wurde am 6. Juni 2019 entlang eines Küstenabschnitts in Butjadingen ein Monitoring durchgeführt. Zum besseren Vergleich der Untersuchungsergebnisse der verschiedenen Gruppen, erfolgte das Monitoring in Anlehnung an den OSPAR-Leitfaden. Im Folgenden werden das OSPAR-Abkommen, die Methodik sowie die Ergebnisse des Küstenmonitorings beschrieben.

3.1 OSPAR-Abkommen

OSPAR setzt sich zusammen aus den Städten „Oslo“ und „Paris“, welche die Gastgeberstädte für die internationalen Konventionen 1972 und 1974 zum Schutz der Nordsee und des Nordostatlantiks waren. Das Kürzel steht seitdem für den dort unterzeichneten Vertrag und die gegründete Kommission. Diese setzt sich aus Vertreter*innen der 16 Mitgliedsstaaten und weiteren Bevollmächtigten mit beobachtender Funktion zusammen. Sie dient als höchste Entscheidungsinstanz und findet sich einmal jährlich zusammen. Bei den beteiligten Vertragsstaaten handelt es sich um Anrainerstaaten entlang der Nordsee und des Nordostatlantiks sowie um Länder, die sich im Einzugsgebiet des Rheins befinden (Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Großbritannien, Irland, Island, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und die Europäische Union). Diese haben sich zum Ziel gesetzt, die durch den Menschen verursachten Einflussfaktoren auf die maritimen Ökosysteme der Nordsee und des Nordostatlantiks zunächst zu erkennen und anschließend Maßnahmen auf nationaler Ebene durch entsprechende politische Strategie- und Programmführung durchzusetzen. Die sechs Strategien sind: „[...] Schutz und Erhaltung der biologischen Vielfalt und der Ökosysteme des Meeresgebietes, Eutrophierung, Schadstoffe, Offshore Öl- und Gasindustrie, radioaktive Substanzen sowie Monitoring und Bewertung.“ (Bundesamt für Naturschutz 2018). Ein weiteres Ziel ist die Wiederherstellung von maritimen Ökosystemen, welche bereits als Folge menschlicher Eingriffe negativ betroffen sind. Die Kommission verabschiedet allerdings nicht nur verbindliche Beschlüsse, welche nach 200 Tagen von allen Vertragsmitgliedern umgesetzt werden müssen, sondern spricht auch Empfehlungen aus. Diese sind nicht verpflichtend für die Vertragsparteien und dienen lediglich als Ratsschläge. Die Hauptaufgaben der OSPAR-Kommission bestehen demnach darin, den Ist-Zustand der maritimen Ökosysteme zu bestimmen sowie die Umsetzung der Strategien und deren Auswirkungen zu überwachen (EUR-Lex 2017). Mit der Unterzeichnung des Vertrags obliegen alle der aufgeführten Länder gleichermaßen der Verpflichtung, das Regelwerk und die darin vorgesehenen Maßnahmen zu akzeptieren und umzusetzen.

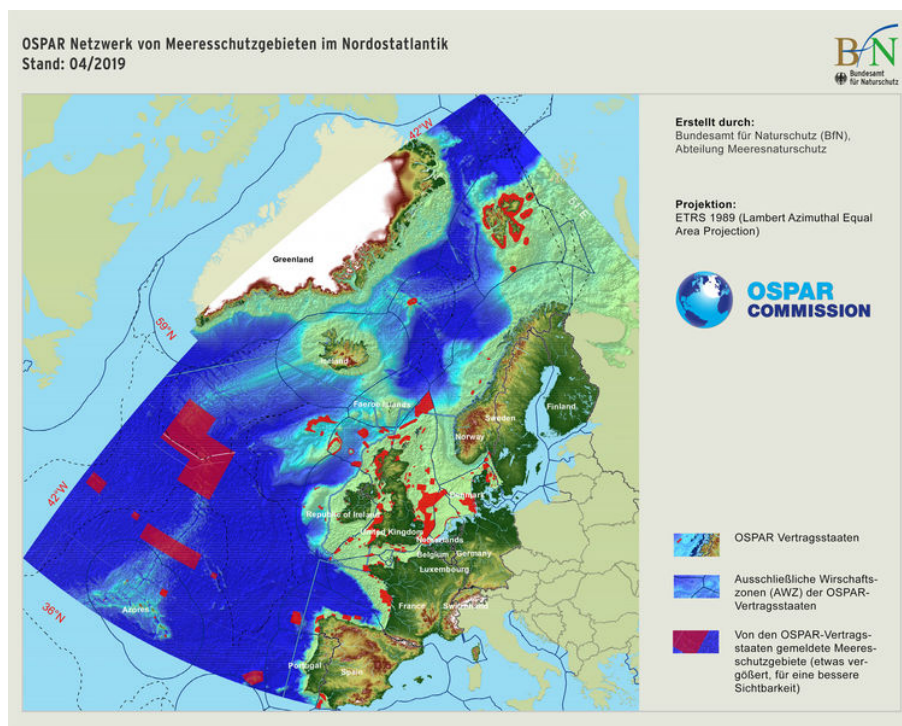


Abbildung 34: OSPAR-Meeresschutzgebiete im Nordostatlantik

Quelle: Bundesamt für Naturschutz 2019

Abbildung 34 zeigt das durch die OSPAR-Kommission berücksichtigte Gebiet kartografisch, wobei auch Wirtschaftszonen und Meeresschutzgebiete berücksichtigt sind.

Ein Arbeitsbereich der OSPAR-Kommission ist das Monitoring und die Entwicklung von Strategien zur Vermeidung von „Marine Litter“, also Meeresmüll. Marine Litter umfasst absichtlich oder unbeabsichtigt entsorgte, feste, langlebige Materialien, die in die Meeresumwelt transportiert werden. Neben Metall, Holz, Gummi, Glas und Papier wird Marine Litter vor allem von Kunststoffen dominiert, die an einigen Stränden bis zu 90 % der vorkommenden Gegenstände ausmachen (OSPAR Commission 2019b). Um die Menge an Meeresmüll zu reduzieren, wurde 2014 der „OSPAR Regional Action Plan on Marine Litter“ verabschiedet. In diesem Plan werden eine Reihe von Maßnahmen adressiert, die sich auf see- und landbasierte Einträge konzentrieren, sowie solche, welche sich auf Entsorgung, Aufklärung und Öffentlichkeitsarbeit beziehen (ebd.).

Um die Häufigkeit, Zusammensetzung und Trends des Meeresmülls in verschiedenen Umweltkompartimenten zu bestimmen, bewertet OSPAR im Rahmen des Monitoringprogramms Müll an Stränden, am Meeresboden und Plastikfragmente in Mägen von Eissturmvögeln, die als Indikatorart dienen. Die OSPAR-Vertragsstaaten legten im Jahr 2008 fest, dass bei höchstens 10 % der tot aufgefundenen Eissturmvögel mehr als 0,1 g Kunststofffragmente im Magen enthalten sein dürfen. Als Referenz dienen hier Eissturmvögel aus der Arktis, die relativ unbelastet sind. Derzeit beträgt der Anteil der Eissturmvögel mit mehr als 0,1 g Kunststoff im Magen an der deutschen Nordseeküste ca. 60 % (Umweltbundesamt 2019).

Einer der Schlüsselindikatoren für Häufigkeit, Zusammensetzung und Trends von Abfällen in der Meeresumwelt ist die Menge an Stränden. Als Instrument zur Erfassung der Abfälle an Stränden wurde von OSPAR ein Leitfaden entwickelt, der eine standardisierte Methodik für das Monitoring vorgibt (OSPAR Commission 2010). Neben dem praktischen Vorgehen bei der Sammlung der Gegenstände, enthält der Leitfaden außerdem einen „Photo Guide“, der die Klassifizierung der gefundenen Gegenstände unterstützt. Der Leitfaden basiert auf der im Rahmen des OSPAR-Pilotprojekts 2000–2006 entwickelten Methode und wird durch Informationen ergänzt, die aus der Entwicklung eines weltweiten, standardisierten Leitfadens durch das Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) stammen (ebd.).

3.2 Ort der Probenahme und Methodik

Das Monitoring im Rahmen der interdisziplinären Exkursion fand entlang eines Küstenabschnittes des Friesenstrandes Tossens statt (Abb. 35).

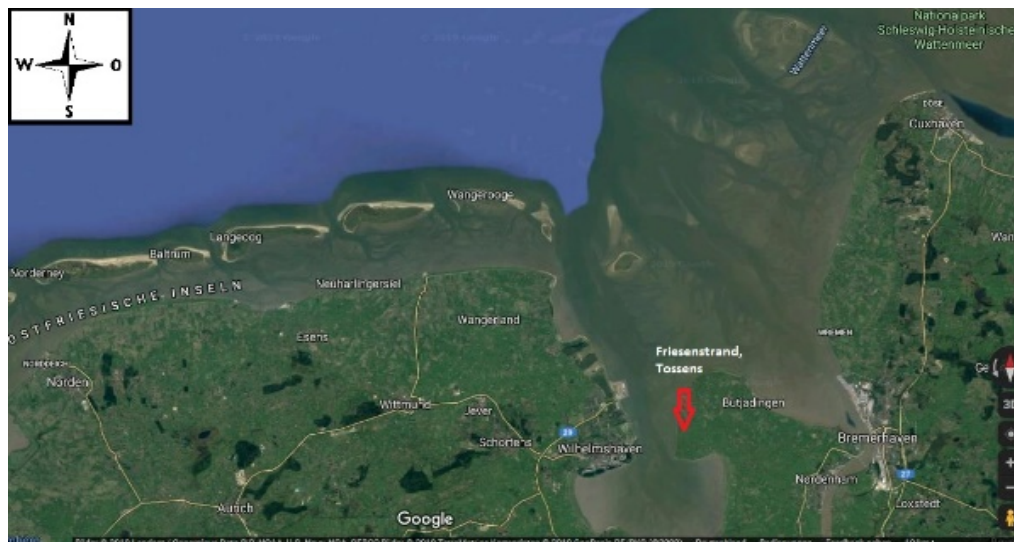


Abbildung 35: Lokalisierung Tossens

Quelle: Bilder © 2019 Landsat / Copernicus Data SIO, NOAA U.S. Navy, NGA, GEBCO Bilder © 2019 TerraMetrics Kartendaten © 2019 GeoBasis-DE/BKG (© 2009), verändert durch Theresa Holzer

Wie in Abbildung 36 zu erkennen ist, befinden sich in unmittelbarer Nähe des ausgewählten Abschnittes ein Camping- und ein Spielplatz, welche von einigen Essensständen umgeben sind. Die roten Kästen entsprechen den von den Gruppen abgelauften Sammelorten. Hierbei wurde nicht nur der direkte Küstenabschnitt berücksichtigt, sondern auch die nähere Umgebung und somit potentielle Eintragsquellen.

Die Gruppe der Exkursionsteilnehmer*innen wurde in Teams bestehend aus jeweils zwei Studierenden eingeteilt. Anschließend suchte sich jede dieser Gruppen einen Abschnitt von etwa 50 m entlang der Küste oder der näheren Umgebung aus und lief diesen ab. Der dabei gefundene Müll wurde kartiert und für die spätere Auswertung in Säcken gesammelt (Abb. 37). Um ein einheitliches System zu verwenden und somit die Ergebnisse anschließend besser vergleichen zu können, wurde für die darauffol-

gende Sortierung des gefundenen Mülls der „OSPAR Marine Litter Beach Questionnaire“ (ebd.) verwendet. Mit diesem werden neben den Angaben zum Standort und der näheren Umgebung sowie der äußeren Einflüsse (Wetter, vergangene Sammelaktionen etc.), alle Fundstücke klassifiziert. Bei der anfänglichen Betrachtung werden folgende Kategorien unterschieden: „plastic/polystyrene“, „rubber“, „cloth“, „paper/cardboard“, „wood (machined)“, „metal“, „glass“, „pottery/ceramics“, „sanitary waste“, „medical waste“ und „faeces“. Innerhalb dieser Materialgruppen folgt eine spezifischere Untergliederung, welche die genaue Bezeichnung und den Verwendungszweck des Müllgegenstandes beinhaltet. Hierbei kann jedem Fundstück eine „OSPAR ID“ zugeordnet werden. Als letzter Schritt folgt die Angabe der vorgefundenen Stückzahlen.



Abbildung 36 (oben): Sammelort Küstenmonitoring

Quelle: Bilder © 2019 Google, Bilder © 2019 Geo-Basis-DE/BKG, GeoContent, Maxar Technologies, Kartendaten © 2019 GeoBasis-DE/BKG (©2009), Deutschland Bedingungen 100 m



Abbildung 37: Sammlung des Mülls (links) und Klassifizierung der Fundstücke (rechts)

Fotos: Carolin Völker

Am 16. März 2019, also knapp drei Monate vor unserem Küstenmonitoring, fand unter dem Titel „Sauberhafte Küste“ eine Müllsammelaktion entlang des Deichabschnittes zwischen Eckwarderhörne und dem von uns betrachteten Friesenstrand statt. Diese wurde von der Ortsgruppe Nordenham des Naturschutzbundes Deutschland (NABU) organisiert und geleitet (Nordwest Zeitung 2019a). Der Zeitpunkt März ist hierbei nicht zufällig gewählt, sondern auf die durchschnittlichen monatlichen Windstärken zurückzuführen. Wie in Abbildung 38 zu erkennen ist, sind gerade die Wintermonate durch höhere Windstärken (23,8 km/h, Butjadingen) geprägt, was den Transport von Müll begünstigt. Das vorliegende Küstenmonitoring wurde hingegen Anfang Juni durchgeführt. Zu dieser Zeit betrug die durchschnittliche Windgeschwindigkeit in Butjadingen 16,7 km/h und zeigt eine klar abgeschwächte Tendenz während der Sommermonate auf. Sowohl der verringerte Transport von Müll gegenüber anderen Jahreszeiten als auch die drei Monate zuvor stattgefundene Müllsammelaktion müssen bei der Betrachtung der Ergebnisse berücksichtigt werden.

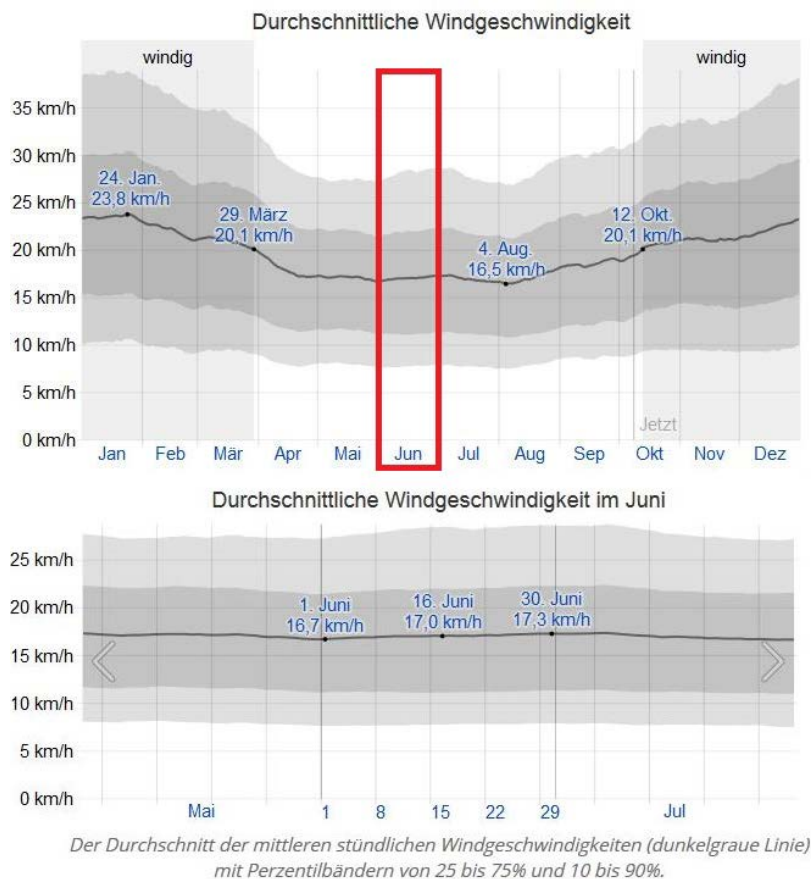


Abbildung 38: Durchschnittliche Windgeschwindigkeiten Butjadingen

Quelle: Theresa Holzer verändert nach weatherspark 2019

3.3 Ergebnisse

Die im Folgenden aufgeführten Abbildungen 39 bis 44 halten zunächst die Ergebnisse der einzelnen Gruppen (mit Ausnahme der Gruppe 7) fotografisch fest. Diese sind anschließend in den Tabellen 2–8 gemäß des „OSPAR Marine Litter Beach Questionnaire“ aufgeführt.

Tabelle 2: Klassifizierung der Fundstücke Gruppe 1

Wolf Munder und Nils Feilberg



Abbildung 39: Fundstücke Gruppe 1

Foto: Wolf Munder und Nils Feilberg

OSPAR ID	Items	Total
2	bags (e.g. shopping)	1
19	crisp / sweet packets and lolly sticks	10
22	cutlery / trays / straws	4
32	string and cord (diameter less than 1 cm)	2
36	light sticks (tubes with fluid)	1
117	plastic / polystyrene pieces 0–2,5 cm	11
54	clothing	2
61	cardboard	6
64	cigarette butts	19
72	ice lolly sticks / chip forks	2
74	other wood < 50 cm	2
77	bottle caps	1
89	other metal pieces < 50 cm	1
102	other sanitary items	19

Tabelle 3: Klassifizierung der Fundstücke Gruppe 2

Viktoria Feucht und Malin Janssen

	OSPAR ID	Items	Total
	32	string and cord (diameter less than 1 cm)	3
	117	plastic / polystyrene pieces 0–2,5 cm	8
	46	plastic / polystyrene pieces 2,5 cm > < 50 cm	3
	64	cigarette butts	16
	67	other paper items	2
	105	other medical items (swabs, bandaging etc.)	1
	45	foam sponge	2

Abbildung 40: Fundstücke Gruppe 2

Foto: Viktoria Feucht und Malin Janssen

Tabelle 4: Klassifizierung der Fundstücke Gruppe 3

Sofiya Savelyeva und Filiz Izel Alganatay

	OSPAR ID	Items	Total
	32	string and cord (diameter less than 1 cm)	1
	40	industrial packing, plastic sheeting	4
	16	cigarette lighters	1
	19	crisp / sweet packets and lolly sticks	2

Abbildung 41: Fundstücke Gruppe 3

Foto: Sofiya Savelyeva und Filiz Izel Alganatay

Tabelle 5: Klassifizierung der Fundstücke Gruppe 4

Franziska Elfers und Kira Malcherowitz

	OSPAR ID	Items	Total
	15	caps / lids	1
	19	crisp / sweet packets and lolly sticks	2
	22	cutlery / trays / straws	2
	40	industrial packaging, plastic sheeting	7
	117	plastic / polystyrene pieces 0–2,5 cm	6
	46	plastic / polystyrene pieces 2,5 cm > < 50 cm	5
	48	other plastic / polystyrene items	1
	49	balloons, including plastic valves, ribbons, strings etc.	1
	64	cigarette butts	17
	67	other paper items	3
	77	bottle caps	3

Abbildung 42: Fundstücke Gruppe 4

Foto: Franziska Elfers und Kira Malcherowitz

Tabelle 6: Klassifizierung der Fundstücke Gruppe 5

Patrick Benthheimer und Kevin Lenk

	OSPAR ID	Items	Total
	32	string and cord (diameter less than 1 cm)	1
	45	foam sponge	5
	117	plastic / polystyrene pieces 0–2,5 cm	1
	46	plastic / polystyrene pieces 2,5 cm > < 50 cm	3
	48	other plastic / polystyrene items	5
	54	clothing	1
	59	other textiles	1
	64	cigarette butts	48
	67	other paper items	4
	72	ice lolly sticks / chip forks	1
	81	foil wrappers	1
	111	other	1

Abbildung 43: Fundstücke Gruppe 5

Foto: Patrick Benthheimer und Kevin Lenk

Tabelle 7: Klassifizierung der Fundstücke Gruppe 6

Theresa Holzer und Katharina Höfner

	OSPAR ID	Items	Total
	15	caps / lids	3
	19	crisp / sweet packets and lolly sticks	5
	25	gloves (typical washing up gloves)	1
	32	string and cord (diameter < 1 cm)	1
	45	foam sponge	5
	46	plastic / polystyrene pieces 2,5 cm > < 50 cm	7
	64	cigarette butts	9
	77	bottle caps	1
	89	other metal pieces < 50 cm	1
	91	glass (bottle)	1

Abbildung 44: Fundstücke Gruppe 6

Foto: Theresa Holzer und Katharina Höfner

Tabelle 8: Klassifizierung der Fundstücke Gruppe 7

Paula Florides und Judith Rahner

OSPAR ID	Items	Total
3	small plastic bags, e.g. freezer bags	2
112	plastic bag ends	1
15	caps / lids	1
19	crisp / sweet packets and lolly sticks	46
22	cutlery / trays / straws	8
32	string and cord (diameter less than 1 cm)	1
46	plastic / polystyrene pieces 2,5 cm > < 50 cm	6
49	balloons, including plastic valves, ribbons, strings etc.	1
53	other rubber pieces	1
64	cigarette butts	24
77	bottle caps	3
88	wire, wire mesh, barbed wire	2
89	other metal pieces < 50 cm	1
105	other medical items (swabs, bandaging etc.)	2

Im nächsten Schritt wurden die Ergebnisse aller Gruppen zusammengefasst und die fünf häufigsten Fundstücke bestimmt (Abb. 45). Die größte Menge weisen hierbei „cigarette butts“ (133) auf, worauf mit deutlichem Abstand und abfallender Tendenz „crisp/sweet packets and lolly sticks“ (46), „plastic/polystyrene pieces 0–2,5 cm“ (26), „plastic/polystyrene pieces 2,5 cm > < 50 cm“ (24) und „other sanitary items“ (19) folgen. Bei der Betrachtung der Ergebnisse bleibt zu berücksichtigen, dass die Fundstücke nicht immer eindeutig zu klassifizieren waren und während der Sammelaktionen mit hoher Wahrscheinlichkeit Müllgegenstände übersehen wurden.

Möchte man nun die Eintragsquellen der Fundstücke ausmachen, so ist es sinnvoll, die zuvor bereits beschriebene Umgebung des Abschnittes genauer zu betrachten. In diesem Fall liegt es nahe, davon auszugehen, dass die Besucher*innen des Camping- und Spielplatzes sowie der umliegenden Essensstände zu großen Teilen für den Eintrag des Mülls verantwortlich sind. Die von vielen Gruppen gefundene Styroporbruchstücke („polystyrene pieces“) gehen laut Wattführer M. Schulz hingegen auf ein kürzlich in der Nordsee abgestürztes Kleinflugzeug zurück und wurden daher vermutlich angespült.

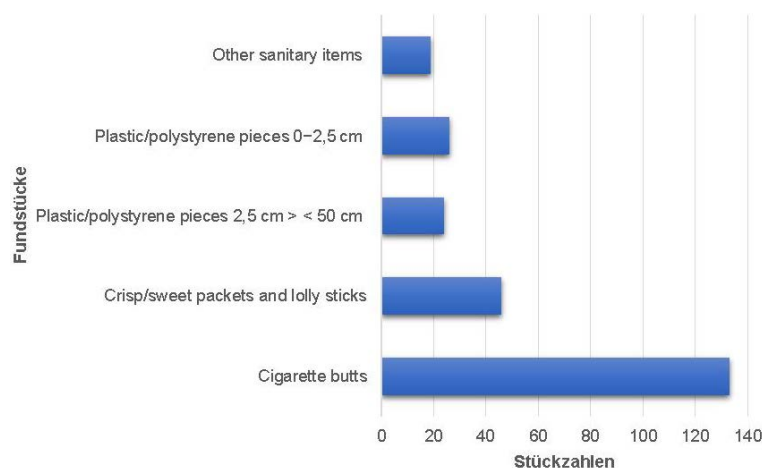


Abbildung 45: Zusammenfassung der fünf häufigsten Fundstücke aller Gruppen

Quelle: Theresa Holzer

Die besonders auffällige Anzahl an Zigarettenstummeln („cigarette butts“) ist kein Sonderfall, wenn man dieses Ergebnis mit internationalen Sammelaktionen vergleicht. Mit 4,5 Billionen jährlich und einem Anteil von 30–40 % an jährlich gesammeltem Müll, stellen sie das am häufigsten vorkommende Fundstück dar. Hierbei ist es nicht von Relevanz, ob es sich um Küsten- oder Inlandsbereiche handelt. Die Hemmschwelle, einen Zigarettenstummel auf den Boden oder aus dem Autofenster zu werfen, ist oft nur sehr gering, wodurch entsprechendes Verhalten weit verbreitet ist. Dies bestätigen Studien der City of Tacoma aus dem Jahr 2013, die zeigen, dass jede dritte Zigarette in der Umwelt endet (Slaughter et al. 2011: 25; World Health Organization 2017: 26). Inwieweit dieses unachtsame Handeln Auswirkungen auf Ökosysteme hat, bleibt in den meisten Fällen von Konsument*innen unberücksichtigt (Barnes 2011: 45). Insbesondere ihr Ausgangsmaterial, der thermoplastische Kunststoff Celluloseacetat und die bis zu 7.000 in ihnen enthaltenen Chemikalien, machen Zigarettenstummel problematisch.

Ihre Zusammensetzung erschwert einen natürlichen Zersetzungsprozess erheblich und führt unter Einwirkung von äußeren Faktoren, wie beispielsweise Sonneneinstrahlung, lediglich zu einem Zerfall in kleinere Bestandteile (World Health Organization 2017: 26). Sowohl die Stummel als Ganzes als auch deren kleinere Bestandteile können leicht von Tieren verschluckt werden, welche sie mit Nahrung verwechseln. Zudem können auch toxikologisch bedenkliche Substanzen unter den Chemikalien sein (Barnes 2011: 45). Studien, wie die von Slaughter et al. aus dem Jahr 2011, bestätigen den negativen Einfluss der Inhaltsstoffe von Zigarettensfiltern und Tabak auf aquatische Lebewesen. In Versuchen mit verschiedenen Fischarten führten diese Stoffe bei 50 % der Tiere sogar zum Tod (ebd.: 29; World Health Organization 2017: 26).

3.4 Zusammenfassung

Das Thema „Mülleintrag in die Umwelt“ scheint bei einem Teil der Bevölkerung von Butjadingen, dort ansässigen Ortsgruppen, wie die des Naturschutzbunds Deutschlands (NABU) sowie in der Tourismusbranche angekommen zu sein. So fanden im März 2019 sowie am 21. September 2019, dem offiziellen „World-Cleanup-Day“, Sammelaktionen entlang des Deichabschnittes zwischen Eckwarderhörne und dem von uns betrachteten Friesenstrand statt (Nordwest Zeitung 2019a, 2019b). Außerdem versuchen Wattführer*innen, Tourist*innen für die Problematik zu sensibilisieren, indem transparente Müllbehälter eingeführt werden sollen, um den im Watt gefundenen Müll sichtbarer zu machen. Es ist also festzuhalten, dass der durch die OSPAR-Kommission behandelte Sachverhalt des Schutzes von maritimen Ökosystemen das Interesse von immer mehr Menschen weckt und somit auch mehr Raum im öffentlichen Diskurs findet. Hierbei spielen inhaltlich vor allem Fragen bezüglich Verantwortlichkeit, Regulierung durch Gesetze und mögliches Gefahrenpotenzial für die Umwelt die entscheidende Rolle. Einheitliche Systeme, wie der hier angewendete „OSPAR Marine Litter Beach Questionnaire“, helfen dabei, internationale Vergleiche zu ziehen und mögliche Lösungsansätze zu konzipieren. Die OSPAR-Kommission kann ein entscheidender Motor sein, den Erhalt von maritimen Ökosystemen zu stärken und vor den negativen Eingriffen des Menschen zu schützen. Sie schafft zum einen mehr Aufmerksamkeit für die Problematik, indem sie international, auf politischer Ebene agiert, und Vorhaben, wie die „Sustainable Development Goals“ der Vereinten Nationen, aufgreift (Goal 14: Life Below Water), aber auch gesetzliche Bindungen seitens der Vertragsstaaten fordert (OSPAR Commission 2019a). Wie bereits vertraglich durch die OSPAR-Kommission und ihre 16 Mitgliedsstaaten vorgesehen, schlagen viele Stimmen eine Verschärfung von Gesetzeslagen vor. Im Fall des Zigarettenstumfels wird beispielsweise das unachtsame Wegwerfen bereits in einigen europäischen Ländern mit einem Bußgeld bestraft. Außerdem sehen einige Personen die Verantwortlichkeit bei den herstellenden Unternehmen und erwarten seitens dieser finanzielle Beteiligung an der ordnungsgemäßen Beseitigung der Abfallprodukte (Barnes 2011: 47). Diskussionen wie diese sowie die Konzipierung von Strategien, wie es die OSPAR-Kommission tut, gewinnen offenbar immer mehr an Relevanz und Beachtung in Politik und Gesellschaft.

4 Akteure in sozial-ökologischen Systemen

Neben den ökosystemaren Zusammenhängen und den ökologischen Folgen des Problems „Plastik in der Umwelt“, wurde das Augenmerk auch auf die gesellschaftliche Nutzung von Kunststoffen inklusive damit einhergehende Fragen nach Produktion, Entsorgung und dem gesellschaftlichen Diskurs um Plastik gelegt. In diesem Zusammenhang wurden die Interessen, Ziele sowie das Problemverständnis unterschiedlicher gesellschaftlicher Akteure rund um das Thema Plastik identifiziert und analysiert. Die Verschränkung der natur- und sozialwissenschaftlichen Perspektive erfolgte vornehmlich mittels des SES.

4.1 Akteursperspektiven

Kira Malcherowitz

4.1.1 Einführung in die Akteursanalyse

Aus dem Repertoire der sozialwissenschaftlichen Methodik wird häufig für eine umgreifende Analyse von spezifischen, sozial-ökologischen Problematiken eine Akteursanalyse angewandt. Sie gehört zu den qualitativ-partizipativen Methoden der Sozialwissenschaften. Ziel der Akteursanalyse ist es, eine allumfassende Identifizierung involvierter Akteure, deren Wahrnehmung, (divergente) Ziele, Interessen und Handlungsmöglichkeiten aufzudecken und diese gegebenenfalls miteinander in Beziehung zu setzen. Dabei sollen ein gesellschaftliches Konflikt- und Konsenspotenzial, gekoppelt an ein spezifisches Problem, ausgelotet, Synergiepotenziale sowie Abhängigkeiten aufgedeckt und Blockaden in der Umsetzung von Projekten vermieden werden. Es können dabei unterschiedliche Ansätze verfolgt werden: normativ bzw. werteorientiert sowie instrumentell beschreibend, also auf neutraler, objektiver und deskriptiver Ebene. Der normative Ansatz zielt darauf ab, basierend auf Diskussionen, die unterschiedlichen Interessen verschiedener Akteure zusammenzubringen, um eine Lösung für ein gemeinsames Problem zu finden. Er dient also als Werkzeug, um zwischen den Akteuren wechselseitiges Lernen und Verhandlungen zu fördern. Im instrumentell angelegten Ansatz birgt die Akteursanalyse das Potenzial, marginalisierte Akteure zu ermächtigen (Empowerment). Zunächst benötigt es eine allgemeine Definition des Begriffs „Akteur“ zur Identifizierung der Akteure im Kontext einer Akteursanalyse.

Was also ist ein Akteur? Hillmann und Hartfiel (2007) definieren einen Akteur als: „[...] eine handelnde Einheit, die sowohl mit einem Individuum, einer sozialen Gruppe, Korporation (z.B. politische Partei, Verband, Unternehmen, Hochschule) oder einem Kollektiv (z.B. soziale Bewegungen) identisch sein kann. Das Handeln von Akteuren wird in der jeweiligen Situation durch bestimmte Orientierungen geleitet: Werte, Ziele, Einstellungen, Erwartungen, Motive u.a.m.“ (Hillmann/Hartfiel 2007: 14). Der Akteur zeichnet sich demnach durch seine Handlungsfähigkeit aus. Anzumerken

ist, dass Akteure auch passiv von einem Problem betroffen sein können. Die Handlungsfähigkeit ist dann eingeschränkt. Dennoch kann aus dem passiven ein aktiver Akteur mit zunehmender Handlungsfähigkeit werden. Passive Akteure können im sozial-ökologischen Sinn auch Tierpopulationen oder zukünftige Generationen sein. Die Transformation des passiven zum aktiven Akteur in diesem Sinne zeigt beispielsweise die Bewegung Fridays for Future. Aus der Betroffenheit des menschengemachten Klimawandels einer zukünftigen Generation hat sich eine handlungsfähige Einheit in Form einer sozialen Bewegung gebildet.

Das methodische Vorgehen der Akteursanalyse lässt sich in fünf Schritte gliedern. Zunächst identifiziert man die Akteure und deren Interessen. Die Frage sollte dabei lauten: Wer ist von dem gegenständlichen Thema, in diesem Fall „Plastik in der Umwelt“, betroffen? Zum Herausfiltern der Interessen können Fokusgruppen gebildet, halb-strukturierte Interviews geführt oder ein Schneeball-Mapping aufgestellt werden. Die Herausforderung hierbei ist, die Reproduktion eines gesellschaftlichen Ungleichverhältnisses zu vermeiden, indem man eine Unterrepräsentation von marginalisierten Gruppen bzw. Überrepräsentation von mächtigen Akteuren verhindert. In diesem Zusammenhang liegt wiederum die Chance des Empowerments von auf den ersten Blick außenstehenden Akteuren.

Der methodisch zweite Schritt bringt alle identifizierten Akteure in ein Cluster, in dem man sie nach bestimmten Aspekten wie Bedeutung oder gesellschaftliche Stellung, Funktion, Interessen, Einfluss, Wissen, politische oder rechtliche Legitimation sowie Grad der Betroffenheit in Kategorien einteilt. Die Kategorisierung erfolgt entweder durch das Bottom-up- oder Top-down-Prinzip. Die Akteure teilen sich nach dem Bottom-up-Prinzip selbst einer Kategorie zu, während beim Top-down-Ansatz die Kategorisierung durch den/die Analytiker*in basierend auf den Beobachtungen und theoretischem Hintergrund erfolgt.

Im dritten Schritt können nun Beziehungen zwischen den Akteuren untersucht werden. Anhand von Diagrammen, Matrizen und/oder Netzwerkanalysen können sogenannte „weak“ oder „strong ties“ je nach relativer Stärke der Bindung quantitativ dargestellt oder nach Art der Beziehung, z.B. Vertrauen, Konflikte, Kooperationen, Kommunikation, bewertet werden. Besonders im fünften Schritt kommt die Bedeutung dieses Vorgangs zum Tragen.

Im vierten Schritt der Konflikt- und Transaktionsanalyse werden (konfliktträchtige) Motivationen, Interessen und Ziele der Akteure identifiziert. Folgende Fragen stehen bei der Analyse im Mittelpunkt: Welche Akteure können Kompromisse eingehen und welche Konsequenzen ergeben sich daraus? Welche Akteure haben ähnliche Interessen und können Koalitionen bilden? Welche Akteure haben widersprüchliche Interessen (Gegenspieler)? Welche Konflikte ergeben sich daraus und wie stark oder schwach sind diese? Welche Akteure sind ausschlaggebend für den Erfolg des Vorhabens? Welche Akteure können welche (Teil-)Aufgaben durchführen?

Im fünften Schritt werden basierend auf den Analysen Handlungsstrategien abgeleitet. Dabei steht im Fokus, existierende Konflikte aufzudecken und nicht zu verschär-

fen, gegenseitiges Verständnis zwischen den Akteuren für die Legitimation und Hintergründe der jeweiligen Interessen zu fördern, Diskrepanzen zwischen Bedeutung, Betroffenheit und Einflussmöglichkeiten der Akteure auszuloten, Handlungsbedarfe aufzudecken und potentielle neue Wege der Zusammenarbeit offenzulegen.

4.1.2 Akteursanalyse „Plastik in der Umwelt“

Dieser theoretische Hintergrund war leitend für die Analyse während der Exkursion in Bremen/Wesermarsch. In Bezug auf das sozial-ökologische Problem „Plastik in der Umwelt“ wurden hauptsächlich der erste und teilweise der zweite Schritt, also die Identifizierung der Akteure und deren Problemwahrnehmung, Motivation, Ziele und Interessen, durchgeführt. Insbesondere die Festlegung der Funktion der Akteure soll als Grundlage zur weiteren Anwendung im SES-Modell (vgl. Kapitel 1.1) dienen.

Im Gruppenplenum wurden folgende Akteure in Bezug auf „Plastik in der Umwelt“ gesammelt und identifiziert: Naturschutzorganisationen, politische Entscheider*innen, Wissenschaft (Chemie, Toxikologie, Umwelt, Material), betroffene Lebewesen, zukünftige Generationen, Konsument*innen, plastikproduzierende Industrie, verpackungsherstellende und produktherstellende Unternehmen, Kläranlagen, Verbrennungsanlagen.

Anhand der Funktion und der Rolle der Akteure konnten hier mit dem Top-down-Prinzip bereits Akteursgruppen gebildet werden, die in die Thematik „Plastik in der Umwelt“ involviert sind (Tab. 9).

Tabelle 9: Akteursgruppen im Kontext „Plastik in der Umwelt“

Entsorgung	Zivilbevölkerung	Wirtschaft	Wissenschaft	Politik	Aktivist*innen
Kläranlage	Käufer / Konsument*innen	Plastikproduzierende Industrie	AWI	Parteien	Umweltorganisationen (BUND)
Müllverbrennungsanlage	Zukünftige Generationen	Verpackungsherstellende Unternehmen	Artec	EU	Umwelt und soziale Bewegungen
	(Betroffene Lebewesen)	Produktherstellende Unternehmen		Politische Entscheider*innen	Demonstrationen

Im Zuge des Exkursionsprogramms wurden aus jeder Kategorie ein bis zwei Akteur*innen besucht und befragt (ausgenommen Politik: Der angefragte Politiker sagte aus terminlichen Gründen ab). Im Fokus der Besuche/Interviews lagen vorrangig die Analyse des allgemeinen Interesses, die Untersuchung der Wahrnehmung zur Plastikproblematik sowie die Erörterung der Handlungsmöglichkeiten und inwieweit diese ausgeschöpft sind. Dies wurde anhand der Protokollierung und Auswertung der Vorträge der einzelnen Akteure und durch vorher festgelegte Fragen der Exkursionsteilnehmer*innen umgesetzt. Die Ergebnisse und Rollen der Akteure werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

4.2 Wissenschaftler*innen im Problemkontext

Viktoria Feucht, Paula Florides, Kevin Lenk, Wolf Munder

4.2.1 Rolle der Wissenschaftler*innen

Die Rolle der Wissenschaft als Akteur ist komplex und vielfältig. Am Anfang steht die Frage nach dem eigentlichen Sinn von Wissenschaft: Dient sie dem reinen Selbstzweck einer Wissensgenerierung oder muss sie „höheren“ Zielen dienen, wie dem ökonomischen Wachstum, der Verbesserung der Gesundheit und dem technologischen Fortschritt?

So forscht der/die Wissenschaftler*in einerseits aus reiner Neugier und Freude (Richter 1995), andererseits werden Technik und Wissenschaft oft zusammengedacht – Wissenschaft als Katalysator für Entwicklung (Chetty 2012; Ramirez/Cayón-Peña 2017). Entsprechend prägte Wissenschaft von Beginn an die gesellschaftlichen Naturverhältnisse.

Der Weg aber von Wissenschaft zu angewandter Technologie ist lang und kostet viele Ressourcen, intellektuell und finanziell (Richter 1995). Das Ergebnis ist unbekannt, keine Erfolgsgarantie gegeben und nicht immer ist der Zweck der Forschung absehbar. Aufgrund eben dieser Unvorhersehbarkeit muss sich die Wissenschaft jederzeit ihrer Rolle oder auch Verantwortung bewusst sein, die später aus diesem Wissen wachsen könnte (National Academies Press 1995). Einst entstanden z.B. Kunststoffe durch wissenschaftliches Schaffen, nun sollen die damit verbundenen Umweltprobleme wissenschaftlich untersucht und möglicherweise gelöst werden.

Moderne Gesellschaften erlebten einen wissenschaftsgetriebenen Fortschritt (Brito/Saraiva/Lima 2012), doch behindert der wissenschaftliche Jargon mit seiner Fachterminologie in der sowieso schon komplexen Thematik das Informieren des „Laienpublikums“, zudem erfolgt die Verständigung mit der Öffentlichkeit heutzutage meist indirekt über diverse Medien (Weingart 2006). Die Aufbereitung findet eher durch den Blickwinkel von Journalismus und Wissenschaftskommunikation als durch die Wissenschaft statt. Von den Medien wird ausgewählt, was relevant und spannend genug ist, wobei das Thema Plastik momentan umfassend in den Medien vertreten ist. Eine Hürde, insbesondere im Zeitalter der Social Media, stellt die Gefahr der „Fake

News“ (Regan/Henchion 2017) dar, wobei selbst die Wissenschaft keinen Anspruch auf die Wahrheit erhebt (Ramirez/Cayón-Peña 2017) und immer Wissenslücken bleiben werden. Um nun dennoch dem/der Allgemeinbürger*in die Werkzeuge in die Hand zu geben, die er/sie selbst zu einem reflektierten Umgang mit Fakten benötigt – in diesem Fall über die Umweltauswirkungen von Plastik – zählt auch Bildung zu den Aufgaben der Wissenschaft (Chetty 2012; Rull 2014).

Welche Akteursrolle die Wissenschaft innerhalb der Politik einnehmen sollte, darüber ist man sich nicht einmal in der Wissenschaftsgemeinde einig. Einerseits beruht Wissenschaft auf Objektivität, welche auch, soweit möglich, erwartet wird, und damit auf Neutralität. Andererseits sehen manche Wissenschaftler*innen auch ihr Recht oder gar ihre Verantwortung darin, sich an entsprechenden Diskussionen aktiv zu beteiligen (Higgins 2011). Ist die Wissenschaft in der Verantwortung unangemessene oder gar gefährliche Entscheidungen zu verhindern und aus ihrer Sicht bessere vorzuschlagen (Ramirez/Cayón-Peña 2017)?

Die Wissenschaft übernimmt noch eine weitere Rolle, und zwar als Vermittlerin, denn sie arbeitet sehr international (ebd.) und könnte so bei grenzübergreifenden Problemen den Zusammenhalt der einzelnen Nationen stärken. Auch beim Thema Plastik kann sie eine Vermittlerrolle übernehmen, sind doch die Produktion und die Verteilungsmuster des Mülls und der Müllexport globale Phänomene.

Eine aktuelle Ausstellung (das Ocean Plastics Lab) versucht die Plastikthematik durch die Sicht der Wissenschaft der Öffentlichkeit näherzubringen: der/die Bürger*in wird Forscher*in. Dabei werden der Wissenschaft Rollen vom Erkennen des Problems über die Untersuchung der Auswirkungen bis hin zur Lösungssuche (in Zusammenarbeit mit dem/r Bürger*in) zugeschrieben (Konsortium Deutsche Meeresforschung e.V. 2019).

Die Forschung der Wissenschaftler*innen am Alfred-Wegener-Institut (AWI) zeigt, wie so ein Prozess aussehen kann und wie aus Grundlagenforschung angewandte Forschung, aber auch Risikoforschung, werden kann. Die Untersuchungen zu den Verteilungsmustern von Plastikmüll in den Meeren machen beispielsweise deutlich, dass sich dieser häufig an Küsten und Stränden ansammelt. In der Anwendung kann dann das Sammeln mit entsprechenden Methoden gezielt dort erfolgen und ist dabei schonender zur Umwelt. Auch die Bedeutung der Eintragsquelle Fluss führt zu Lösungsansätzen, hier könnte beispielsweise die Sozialwissenschaft Entsorgungsmuster untersuchen und so den Eintrag verringern. Eine nachhaltige Lösung benötigt inter- und transdisziplinäre Zusammenarbeit. Die erhöhte Gefahr durch von Plastiktreibgut beförderte invasive Arten oder die Beiträge der Forschungen zur Toxizität, die gar nicht so eindeutig sind, wie man zunächst denken mag, tragen zur Risikobewertung bei.

Der/die moderne Wissenschaftler*in steht also vielen Erwartungen und Aufgaben gegenüber: der Grundlagenforschung, der Forderung nach Anwendbarkeit, der Risikoforschung, als Kritiker*in, als neutrale Instanz, als Lehrer*in. Er/sie arbeitet oft inter- und transdisziplinär, um den vielfältigen Akteursrollen gerecht zu werden. Der/die Wissenschaftler*in ist mit politischen, wirtschaftlichen, öffentlichen und industriellen Akteuren stark verbunden; bietet Wissen, Technik und Analyse der Um-

welt. Durch sein/ihr Verständnis der Natur (Naturwissenschaften) oder auch der Gesellschaft (Sozialwissenschaften) können Wechselwirkungen verstanden und Management gesteuert werden. In den innerhalb dieser Exkursion betrachteten Systeme ist die Wissenschaft neben der direkten Plastikforschung des AWI an allen Stationen in irgendeiner Form vertreten: ob in Form einer Suche nach Alternativen (Bionatic, vgl. Kapitel 4.6), adäquaten Reinigungsprozessen (Klärwerk, Müllverbrennung, vgl. Kapitel 4.4 und 4.5), der Beschreibung des Ökosystems (Wattwanderung, Salzwiese, vgl. Kapitel 2), dem Grundlagenverständnis der Verhältnisse zwischen Gesellschaft und Natur (artec, vgl. Kapitel 4.2.3) und mehr – die Wissenschaft als Vermittlerin zwischen Natur und Gesellschaft, aber auch mögliche Verursacherin gestörter Beziehungen und als Vermittlerin zwischen verschiedenen Akteuren.

4.2.2 Alfred-Wegener-Institut

Das AWI für Polar- und Meeresforschung beschäftigt sich mit Fragestellungen rund um die komplexen Prozesse des „Systems Erde“. Dabei liegt der Fokus der Forschung auf den kalten und gemäßigten Zonen der Erde. Mithilfe von Observatorien und Feldversuchen werden Daten aus den Umweltkompartimenten Atmosphäre, Hydrosphäre und Kryosphäre gewonnen, um Informationen über Entwicklungen in der Tiefsee, den Eisschilden oder den Dauerfrostböden der Polargebiete zu erhalten. Es werden langfristige sowie kurzfristige Schwankungen und Trends beobachtet und diese im globalen Kontext eingebunden, um somit für zukunftsweisende Entwicklungen, wie z.B. den Klimawandel, neue Erkenntnisse zu schaffen (Alfred-Wegener-Institut 2019).

Das AWI beschäftigt rund 12.000 bis 13.000 Mitarbeiter*innen aus verschiedenen Disziplinen, darunter Bio-, Geo- und Klimawissenschaftler*innen. Der Hauptsitz des Forschungsinstituts liegt in Bremerhaven an der Nordsee. Weitere Außenstellen existieren in Potsdam, auf Helgoland und auf Sylt. Kennzeichnend für die Arbeit am AWI ist die starke wissenschaftliche Zusammenarbeit mit anderen Forschungseinrichtungen, und es gehört als Stiftung der Helmholtz-Gemeinschaft an. Das AWI unternimmt regelmäßig Expeditionen in die polaren Schelfmeergebiete und greift dabei auf eine Flotte eigener Forschungsschiffe zurück. Diese setzt sich zusammen aus der Polarstern mit 180 m Länge, der Heincke mit 55 m Länge, der Uthörn mit 35 m Länge (Abb. 46) sowie weiteren kleineren Stationsschiffen. Aktuell startet die größte Expedition MOSAiC mit der Polarstern, wobei das Schiff für den Zeitraum von einem Jahr eingefroren im Eis des Nordpolarmeers driftet und kontinuierlich in sonst nahezu unzugängliche Regionen der Erde Daten aufnimmt (ebd.).



Abbildung 46: Nach unserem Besuch des AWI kehrte die Uthörn gerade von einer Probenahme aus der Nordsee zurück.

Foto: Carolin Völker

Im Zuge der immer stärker zunehmenden Verbreitung von Plastik in marinen Ökosystemen, beschäftigt sich der Biologe Dr. Lars Gutow am AWI mit dem Vorkommen und den möglichen Effekten der verschiedenen Formen von Kunststoffen in marinen Ökosystemen. Plastik kommt ubiquitär vor und wird in Form von Mikro- und Makroplastik in zunehmend großen Mengen und Konzentrationen gefunden, woraus sich die Verantwortlichkeit der Wissenschaft für Lars Gutow ergibt, sich mit der Thematik zu beschäftigen. Bei unserem Besuch des AWI am 7. Juni 2019 stellten uns Lars Gutow und seine Mitarbeiterin Špela Korez ihre Forschungsarbeiten zur Thematik vor.

In seinen Studien beschäftigt er sich mit der Herkunft und Ausbreitung von Makroplastik und Mikroplastik und den Gefahren, die dadurch für Ökosysteme entstehen. In einer Studie von 2011 zu Plastikpartikeln in der Nordsee galt es, die Quellen, Senken und Transportmechanismen zu betrachten. Dabei wurde ermittelt, dass die wesentlichen Eintragsquellen von Plastik die größten Flüsse Deutschlands und Großbritanniens sind, die Strände sind Senken. Als ein wesentlicher Transportmechanismus für die regionale Verteilung der Plastikpartikel wurden äolische Antriebsprozesse erkannt (Thiel et al. 2011).

Für den globalen Transport von Plastik in den Ozeanen ist der Einfluss von Meeresströmungen von größerer Bedeutung, wodurch die Partikel bis in die Polarregionen anzutreffen sind. Eine Besonderheit von Plastikobjekten liegt in der Zusammensetzung der Stoffe und der Beschaffenheit der Oberfläche. Diese entscheidet darüber, ob die Körper treiben oder auf den Meeresgrund sinken. Von den Plastikbestandteilen am Ozeanboden wurden 76 % als Utensilien aus der Fischerei identifiziert. Als eine wesentliche Gefahrenquelle für Ökosysteme wird der Prozess des „Raftings“ genannt, wobei ökosystemfremde Arten weite Strecken mithilfe von Treibkörpern aus Plastik bewältigen und somit in fremde Ökosysteme eindringen können. Als Beispiel ist die nicht schwimmfähige Assel *Idotea metallica* bekannt. Die Beständigkeit von Plastik macht es zu einem hervorragenden transozeanischen Transportmittel (ebd.).

Im Zuge der globalen Verteilung von Plastik ist die Sargasso-See zu betrachten, die sich durch eine von zirkulärer Meeresströmung hervorgerufener Ansammlung aus 53 Plastikobjekten/km² sowie 13.000 „Algenpatches“ auszeichnet. Eine vergleichende Betrachtung der Artenzusammensetzung auf den Müllinseln zu der auf den Algen ergab, dass die Artenvielfalt auf dem Plastikmüll höher ist als auf den Algen. Dies wird mit der Heterogenität der Plastikzusammensetzung erklärt und hat eine Verschiebung der Artengemeinschaften zur Folge.

Um die Auswirkung von Mikroplastikpartikeln auf Organismen zu untersuchen, wurden Studien an Muscheln (*Mytilus edulis*) und Asseln (*Idotea emarginata*) durchgeführt, wobei beide Versuchsorganismen gegenüber hohen Mikroplastikkonzentrationen exponiert wurden. Als Ergebnis war festzustellen, dass bei *Mytilus* Mikroplastik in und um die Mitteldarmdrüse inklusive Anzeichen von Entzündungsreaktionen zu finden war, was für eine Aufnahme durch den Organismus spricht (von Moos/Burkhardt-Holm/Köhler 2012). Bei *Idotea* hingegen war keine solche Aufnahme belegbar (Hämer et al. 2014). Somit ist die Vulnerabilität von Organismen gegenüber Mikroplastikpartikeln stark von deren Habitat, Ernährung und Lebensweise abhängig. Aus diesem Grund wurde folgend ein evolutionärer Forschungsansatz verfolgt, wobei die Eigenschaften der Organismen im Vordergrund stehen. Dazu wurden Asseln Stressfaktoren in Form von variierender Nahrungsqualität ausgesetzt. Bei geringer Nahrungsqualität, folglich hohem Stressniveau, konnte ein ökotoxikologischer Effekt von Mikroplastik auf die Enzymaktivität der Organismen beobachtet werden, der bei guter Nahrungsqualität nicht auftrat. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, zukünftig bei ökotoxikologischen Untersuchungen Mischeffekte unter Einfluss von Multistressoren zu berücksichtigen.

Allgemein ist es sehr schwierig, Mikroplastikpartikel einwandfrei zu identifizieren, was eine Studie in Slowenien bestätigt, in der Strände auf ihre Mikroplastikkonzentration untersucht wurden (Korez/Gutow/Saborowski 2019). Auch die Untersuchung ökotoxikologischer Effekte von Mikroplastik erwies sich bisher als schwierig; Effekte wurden nur bei sehr hohen Konzentrationen im Labor festgestellt, die so nicht in der Umwelt vorkommen. Die Untersuchung der Verbreitung und Effekte von Nanoplastik ist derweilen mit dem gegenwärtigen Stand der Technik nur sehr schwer möglich. Insgesamt wurde deutlich, dass Forschungsergebnisse zumeist unter Laborbedingungen erzielt werden, die erheblich von den Gegebenheiten in der Umwelt abweichen. So können die Exposition oder die Effekte eines einzelnen Stoffes untersucht werden, allerdings findet sich in der Natur häufig eine Kumulation verschiedenster Einflüsse. Gerade dieses Zusammenwirken verschiedener Stressoren ist ausschlaggebend für die Sensitivität von Lebewesen oder die Stabilität von Ökosystemen.

Im Hinblick auf das AWI als Akteur kann festgehalten werden, dass ein sehr breites und reflektiertes Problembewusstsein bezüglich „Plastik in der Umwelt“ vorhanden ist, das auf wissenschaftlich signifikanten Forschungsergebnissen beruht. Um die wissenschaftlichen Erkenntnisse nicht ausschließlich exklusiv in wissenschaftlichen Kreisen zu teilen, sondern auch gesellschaftlich Verantwortung zu übernehmen, werden diese über ein Online-Portal (AWI Litterbase) frei zur Verfügung gestellt. Darüber

hinaus soll durch Forschung mit Bürger*innen und Müllsammelaktionen bei Touris-
musexpeditionen ein größeres Bewusstsein in der Gesellschaft geschaffen werden.

4.2.3 artec Forschungszentrum Universität Bremen

Das artec Forschungszentrum Nachhaltigkeit der Universität Bremen ist das deutschlandweit einzige universitäre Institut im Bereich sozial-ökologischer Forschung und beschäftigt sich mit Strategien und Wegen einer nachhaltigkeitsbezogenen Transformation der Gesellschaft. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den Disziplinen Politische Ökologie und Industrielle Ökologie sowie Forschung zu sozial-ökologischen Versorgungssystemen, wobei im Rahmen eines interdisziplinären Ansatzes sozialwissenschaftliche Perspektiven mit den Erkenntnissen naturwissenschaftlich-technischer Umweltforschung kombiniert werden. Aktuell wird beispielsweise zu Environmental Governance, der Resilienz von soziotechnischen Systemen oder Politischen Ökologien der Küsten und Meere, geforscht. Letzteres Thema ist der Forschungsschwerpunkt der Kulturanthropologin Dr. Friederike Gesing, die uns bei unserem Besuch beim artec am Dienstag, den 4. Juni 2019, empfing und einen Einblick in ihre Forschung gab.

Gesing beschäftigt sich mit dem Phänomen der zunehmenden Konjunktur von sogenannten „weichen“ Maßnahmen des Küstenschutzes und untersucht diese menschliche Praktik ethnografisch anhand lokaler Projekte in Neuseeland. Ihr Zugang und roter Faden ist das zur Rechtfertigung dieser Maßnahmen eingesetzte Narrativ *„working with nature – not against it“*, welches den Paradigmenwechsel von hartem zu weichem Küstenschutz auf eine Formel bringt: Künftig solle der Mensch nicht versuchen, die Küstenerosion mit baulichen Maßnahmen wie Deichen unter Kontrolle zu bringen, sondern deren Auswirkungen durch natürliche Strukturen wie Riffe oder Küstenpflanzen abmildern. Dieses Rechtfertigungsmuster versteht Gesing als *„socio-technical imaginary“*, also als kollektive und praktizierte Vision einer erstrebenswerten Zukunft, die auf einem intersubjektiven Verständnis der durch wissenschaftliche und technologische Fortschritte möglichen Formen von sozialem Zusammenleben und sozialer Ordnung basiere (Gesing 2016: 42). Das *sociotechnical imaginary* hat also die Funktion als normatives Rahmenkonzept eine gesellschaftlich erwünschte Vorstellung des Verhältnisses von gesellschaftlichen Eingriffen in natürliche Prozesse zu legitimieren. Dieser sozialkonstruktivistische Aspekt von Narrativen führt Gesing zu ihrem Erkenntnisinteresse: Sie will aufzeigen, dass Küstenschutz keine rein technische Frage ist, sondern eine soziomaterielle Praxis, in der Vorstellungen und Praktiken menschlicher Akteure mit Eigenschaften und Funktionen nicht-menschlicher Lebewesen sowie materiellen Prozessen und Strukturen interagieren.

Diese Sichtweise birgt für Gesing eine zentrale Erkenntnis: Die Produktion theoretischen Wissens steht in einer koproduktiven Verbindung mit materieller Praxis, sodass etwa das Verständnis des Konzepts „Natur“ selber aus dieser Wechselwirkung von Theorie und Praxis hervorgehe. Im Falle des *„working with nature“*-Ansatzes sei dies ein Naturverständnis, welches die übliche dichotome Gegenüberstellung der Sphären von „Natur“ und „Kultur“ überwinde. Es gibt nicht eine „Kultur“ und eine „Natur“,

die als Dualismus einander ausschließen, sondern räumlich begrenzte „NaturenKulturen“, die aus einem jeweils spezifischen Ensemble menschlicher Praktiken, nicht-menschlicher Lebewesen und materieller Prozesse hervorgehen. Dieser Prozess der sozialen Konstruktion erwünschter Küstennaturen schließt dabei in Gesings empirischem Fall gewissermaßen komplementär eine Neuverhandlung dessen ein, was als authentisch neuseeländische Geschichte, Kultur und Identität gelten kann (ebd.: 271). Ihre Analyse dieser doppelten Konstruktion und wechselseitigen Beeinflussung zeigt auf, welchen Nutzen der Begriff der NaturenKulturen als heuristisches Werkzeug birgt: Hiermit lassen sich Phänomene im Grenzbereich der Sphären von Kultur und Natur, wie Küstenschutz, als Prozesse der simultanen Koproduktion von natürlichen und sozialen Ordnungen analysieren.

Dieser Analysefokus hat jedoch nicht lediglich heuristische und methodologische Implikationen, sondern deckt zugleich Gesings Rollenverständnis als Kulturanthropologin auf, wobei zwei miteinander verknüpfte Aspekte zentral erscheinen: Zum einen geht es ihr um eine Reevaluierung des normativen Status von wissenschaftlichen Aussagen, Modellen und Theorien, das heißt, um die Prozesse der Wissensproduktion selbst (Gesing et al. 2019: 40). Hierbei soll die artifizielle Dichotomie zwischen den Sphären Kultur und Natur dekonstruiert und zugunsten einer antiessentialistischen und post-anthropozentrischen Theorie der Natur aufgegeben werden, um zu einer Beschreibung des „Nichtdualen“ zu gelangen. Hieran schließt der zweite, politisch normative Aspekt von Gesings Forschungsansatz: Insofern der doppelte Plural des NaturenKulturen-Begriffs die Koexistenz unterschiedlicher gesellschaftlicher Naturverständnisse und damit verbundenen Wissenssystemen impliziert, schließt die NaturenKulturen-Forschung an die Disziplin der Politischen Ökologie an, indem sie eine Politik der multiplen politischen Ökologien fordert (ebd.: 9–11). Die normative Frage dabei sei: „Welche Natur wollen wir?“

Auch wenn der Vortrag nur eingeschränkt auf das Thema „Plastik in der Umwelt“ anwendbar ist, kann zumindest die Diskussion um den Naturbegriff und das Verhältnis von Mensch und Gesellschaft zur Natur aufgegriffen werden. Es wurde deutlich, dass Natur nicht gänzlich unabhängig von Mensch oder Kultur verstanden werden kann. Die Natur ist nichts dem Menschen vollkommen Externes, da der Mensch ebenso Teil der Natur (natürliches Wesen) ist und sich in Kulturen vergesellschaftet und so seine Umwelt, also Gesellschaft und Natur (mit-)gestaltet. Die Gefahr in einer solchen Sichtweise besteht allerdings darin, dass jegliches menschliche Handeln mit dem Argument, der Mensch und sein Handeln seien nun mal auch *natürlich*, gerechtfertigt werden kann.

4.3 Naturschutzorganisationen im Problemkontext

Franziska Elfers, Nils Feilberg

Als Akteur aus dem Bereich Naturschutz wurde am 3. Juni 2019 das Meeresschutzbüro des Bundes für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND, Landesverband Bremen) besucht. In einem Vortrag mit anschließender Diskussion wurden die Organisation und die Aktivitäten des BUND von Isabell Maus, Dorothea Seeger und Bettina Taylor (wissenschaftliche Mitarbeiterinnen im Bereich Meeresschutz) vorgestellt.

4.3.1 Organisation und Aktivitäten des BUND

Der BUND ist eine 1975 gegründete, föderativ organisierte Nichtregierungsorganisation (NGO). In allen 16 Bundesländern gibt es Landesverbände, die wiederum in 2.000 Ortsgruppen organisiert sind. Im Jahr 2018 hatte der Landesverband Bremen 8.400 Mitglieder und Förderer. Der BUND finanziert sich zu einem großen Teil über Förderungen des Umweltbundesamts sowie Stiftungen. Diese Gelder finanzieren einzelne Projekte der NGO. Die Geldgeber haben dadurch eine thematische Mitsprache. Um davon unabhängiger zu sein, akquiriert der BUND Bremen zusätzlich Einnahmen aus eigenen Mitteln (Mitgliedsbeiträge, Spenden) (BUND Magazin 2019). Um unabhängig zu bleiben, wird die Kooperation mit wirtschaftlichen Akteuren abgelehnt. Für den BUND arbeiten sowohl festangestellte als auch ehrenamtliche Mitarbeiter*innen. Ziele des Meeresschutzbüros des BUND in Bremen sind die Schaffung eines gesamtgesellschaftlichen Bewusstseins für die Belange des Meeresschutzes sowie die tatsächliche Einhaltung und Umsetzung von Meeresschutzgebieten.

Auf internationaler und europäischer Ebene ist der BUND im „Friends of the Earth International“-Netzwerk. Im Bereich des Meeresschutzes vernetzt sich die NGO über die Föderationen „Seas at Risk“ und der „Coalition Clean Baltic“. Da über 80 % des Meeresmülls aus Plastik besteht (vgl. Kapitel 3.1), liegt der Schwerpunkt der Bündnisse auf der Vermeidung des Plastikeintrags in die Meere und der Reduzierung des bereits vorhandenen (Plastik-)Mülls.

4.3.2 Problemverständnis des BUND

Das Thema Plastik ist innerhalb des Meeresschutzbüros des BUND priorisiert, was vor allem auf öffentliche Diskurse zurückzuführen sei. Als inhaltlich wichtiger empfinden die Vertreter*innen jedoch die Einhaltung der Meeresschutzgebiete. Hier zeigt sich die Abhängigkeit von projektfinanzierten Vorhaben von öffentlichen Diskursen. Greifbare Themen wie Plastik sind sichtbar, jede*r hat sofort vermüllte Strände oder Tiere, die sich in Plastikmüll verfangen, vor Augen. Diese Themen generieren unabhängig von wissenschaftlich fundierten Erkenntnissen eine hohe Aufmerksamkeit, wodurch wiederum einfacher Gelder für diese Projekte gewonnen werden können als für Themen, die nicht derart sichtbar sind. Das soll nicht heißen, dass Kunststoffe kein Problem in der Umwelt darstellen. Vielmehr soll darauf hingewiesen werden, dass es noch weitere, teilweise gravierendere Probleme gibt, die aus den genannten Gründen zu

wenig Aufmerksamkeit erhalten. Der extreme Fokus auf Kunststoffe könnte beispielsweise insofern als problematisch angesehen werden, dass die Toxizität von verschiedenen Kunststoffen teilweise noch gar nicht nachgewiesen ist und andere, nachweislich toxische Stoffe wie Weichmacher, Konservierungsstoffe etc., möglicherweise in den Hintergrund geraten. Darüber hinaus werden häufig einfache Lösungen angeboten, die jede*r Verbraucher*in leicht umsetzen kann (z.B. Mehrwegbecher, Waschbeutel zum Filtern von Mikroplastik etc.), deren faktische Umweltbelastung (z.B. durch Herstellung, Vertrieb, alternatives Material etc.) jedoch nicht bekannt sind. Zum Thema Mikroplastik gibt der BUND einen Einkaufsratgeber heraus. In diesem werden Kosmetikprodukte aufgeführt, die Mikroplastik enthalten. Hierbei hat der BUND eine strenge Definition von Mikroplastik, die nicht nur partikuläre, sondern auch flüssige Polymere (beim BUND als „flüssige Kunststoffe“ bezeichnet) umfasst. Ob die flüssigen Polymere durch die Kläranlage in die Umwelt gelangen und ob sie dort Schaden anrichten, ist noch nicht ausreichend erforscht. Der BUND setzt hier auf das Vorsorgeprinzip. Er vertritt die Annahme, dass ein Stoff schädlich ist, bis das Gegenteil bewiesen ist und setzt sich dafür ein, diese Stoffe nicht in Kosmetikprodukten zu verwenden. Daher sind im Einkaufsratgeber auch Produkte aufgeführt, die kein partikuläres Mikroplastik, dafür flüssige Polymere enthalten.

Innerhalb des gesamten BUND nimmt Plastik hingegen keine Priorität ein, hier sind Themen wie der Klimawandel und die Landwirtschaft eher im Fokus.

4.3.3 BUND als Akteur

Der BUND tritt im sozial-ökologischen System als Akteur der (Zivil-)Gesellschaft auf, der sich für Natur- und Umweltschutz einsetzt. Die Ziele des BUND werden vornehmlich mit zwei Ansätzen verfolgt: Öffentlichkeitsarbeit und politische Einflussnahme/Lobbyarbeit. Ersteres setzt dabei eher an einer Verhaltensänderung der einzelnen Subjekte, also an Praktiken in der Gesellschaft, an, indem beispielsweise durch Müllsammelaktionen, einen Einkaufsratgeber oder Produkte wie den Mikroplastikreport ein Bewusstsein bei den Verbraucher*innen beispielsweise zur Müllvermeidung geschaffen werden soll. So zielt dieser Ansatz auch auf das in der Gesellschaft vorhandene Wissen mit dem Ziel der Verhaltensveränderung (Praktiken) ab. Gleichzeitig kann Öffentlichkeitsarbeit öffentliche Diskurse anstoßen oder befördern, die dann wiederum Druck auf die Politik ausüben können. Der Ansatz der politischen Einflussnahme setzt an strukturellen und grundlegenden Veränderungen, also an Institutionen, an, die die gesamte Gesellschaft, also nicht nur Verbraucher*innen, sondern auch Wirtschaft und Industrie betreffen. Der BUND verfolgt diesen Ansatz sowohl auf kommunaler Ebene (Aufstellen von Mülleimern, Ordnungsrecht etc.) als auch auf internationaler Ebene, z.B. durch EU-Richtlinien. Insgesamt äußerten die Vertreterinnen des Meeresschutzbüros jedoch, dass der Fokus eher auf den Verbraucher*innen liege, da die Politik zu langsam sei. Mitspieler des BUND sind Nationalparkhäuser, die BUND-Landesverbände, BUND-Arbeitskreise, Verbände (z.B. Bauernverbände) und internationale Dachverbände im Bereich Umweltschutz (z.B. Seas at Risk). Gegenspieler sieht der BUND in der Industrie und in der Politik, die wirtschaftliche Interessen

häufig den Umweltschutzanliegen vorziehen. Zur Industrie besteht kaum ein direkter Dialog, hier wird eher der Ansatz über die Verbraucher*innen, die entsprechende Produkte nicht mehr kaufen, oder die Politik, die Regulierungen und Vorschriften für Wirtschaft und Industrie verabschieden soll, gewählt. Ein Problem aus Sicht des BUND stellen nicht-bindende Kooperationen oder freiwillige Verpflichtungen im Gegensatz zu bindenden gesetzlichen Richtlinien dar. Der BUND sieht bindende Regelungen für einen effektiven Umweltschutz als unumgänglich an, da das Verhalten von Verbraucher*innen allein nicht ausreicht – zu groß sind die Auswirkungen der industriellen Produktion und Entsorgung.

4.4 Kläranlagen im Problemkontext

Kira Malcherowitz, Wolf Munder, Judith Rahner

Als Akteur aus dem Bereich Entsorgung wurde am 4. Juni 2019 die Kläranlage Seehausen in Bremen besucht. Durch die Anlage führten Martin Hebeler, Gewässerschutzbeauftragter und zuständig für Qualitätsmanagement, sowie Jörg Oppermann, zuständig für Abwasserreinigungstechnik.

4.4.1 Funktionsweise und Technik der Kläranlage Seehausen

Die hanseWasser Bremen GmbH in Bremen betreibt die Hauptkläranlage für die Region Bremen in Seehausen. Die Kläranlage wurde 1966 erstmals in Betrieb genommen, als Folge von der Direkteinleitung der Abwässer in die Gewässer und des resultierenden Fischsterbens. Die Teilprivatisierung der Kläranlage erfolgte 1999 und ist auf 30 Jahre befristet. Die Anlage ist für die Behandlung des Abwassers von 1 Mio. Menschen bzw. einem Abwasservolumen von rund 130.000 m³ ausgelegt. Dies entspricht im Raum Bremen knapp der doppelten Einwohnerzahl. Durch eine intensive abwasserproduzierende Industrie (Großbrauerei, Herstellung von Kaffeeprodukten und Automobilwerk) erreicht die Anlage dennoch eine Auslastung. Der Betrieb der Anlage ist mithilfe der Erzeugung von Strom aus Klärgas und einer eigenen Windkraftanlage zu 117 % gewährleistet. Somit können 17 % in das Stromnetz eingespeist werden. Dies erfolgte im Rahmen des Projekts „Clean Klimaschutz und Energieeffizienz“, um die Anlage klimaneutral auszurichten, was 2014 schließlich gelang (hanseWasser 2019).

Der Klärvorgang besteht wie bei den meisten Kläranlagen in Deutschland aus mehreren Reinigungsstufen, welche historisch schrittweise hinzugefügt wurden. Die erste Reinigungsstufe erfolgte in den 1970er Jahren, die zweite in den 1980er Jahren. Bei der ersten Reinigungsstufe wird das Abwasser mechanisch mithilfe von Rechen und Sieben von groben Partikeln gereinigt. Der mitgeführte Sand aus den Kanalsystemen wird im Sandfang zurückgehalten und herausbefördert. Als besondere Problematik gelten hier Feuchttücher, welche die Siebe verstopfen, sodass diese wiederum mechanisch gereinigt werden müssen. Anschließend gelangt das Abwasser in die Vorklärbecken, wo mithilfe von zwei Rechen an der Abwasseroberfläche als auch am Boden des Beckens, die sedimentierten Feststoffe und die emulgierten, fettigen Substanzen entfernt wer-

den. Insbesondere die öligen Substanzen bilden eine gute fäulnisfähige Basis zur Erzeugung von Klärgas. Die Abfallprodukte dieser Prozesse werden als Klärschlamm in die Faultürme gegeben (Abb. 47).



Abbildung 47: Faultürme der Kläranlage Seehausen

Foto: Nils Feilberg

Nach der Vorklärung beginnt die biologische Reinigung. Dabei handelt es sich um aeroben biologischen Abbau durch Zuführung von Sauerstoff in die Belebungsbecken und durch die Aktivität von Mikroorganismen. 30 % des Abwassers wird über ein Kaskadensystem geleitet und 70 % in einer oberirdischen Kompaktanlage geklärt. Im letzten Schritt gilt es, den Stickstoff sowie den Phosphor aus dem Abwasser zu entfernen. Stickstoff und Phosphor sind eutrophierende Nährstoffe, das heißt, bei erhöhter Einleitung in Gewässer wird das Wachstum von Pflanzen stark gefördert. Eine zu hohe Bewuchsdichte führt in Gewässern zu einer starken Senkung des Sauerstoffgehalts, da dieser beim Abbau der Pflanzenreste verbraucht wird. Dies hätte negative Folgen für die Gewässerökosysteme. Stickstoff kommt in kommunalen Abwässern vor allem in Form von Ammoniak und Ammonium vor. Diese müssen zunächst zu Nitrit und Nitrat oxidiert werden, bevor sie wiederum zu Stickstoff reduziert werden, welcher in die Atmosphäre entweichen kann. Der Phosphatabbau in Kläranlagen erfolgt normalerweise durch Fällung mit Aluminiumsalzen. Im Betrieb der hanseWasser wird auf den Abbau durch Bakterien zurückgegriffen. Die Bakterienkulturen werden zunächst in einem Becken in eine Stresssituation gebracht, in der sie Phosphat freisetzen. Im nächsten Schritt wird dem System Sauerstoff zugeführt, wodurch die Bakterien durch die vorangegangene, sauerstoffarme Situation extrem stark dem Abwasser Phosphate entziehen. Die Regulation der Stresssituation der Bakterien erfolgt durch aktive Rückführung von Schlamm aus den Nachklärbecken in den Abwasserstrom. Das gereinigte Abwasser aus den Nachklärbecken wird der Weser und somit dem hydrologischen Kreislauf zugeführt. Das System der Bakterienreinigung ist allerdings anfällig für Änderungen der Umweltbedingungen für die Bakterienkulturen. Beispielsweise wurden durch industrielle Abwässer versehentlich mit Schwermetallen kontaminierte Abwässer eingeleitet, wodurch die Bakterienkulturen zusammengebrochen sind. Insgesamt dauert der gesamte Reinigungsprozess 45 Stunden und entfernt 95 % des Phosphors, 84 % des Stickstoffs und 99 % der Kohlenstoffverbindungen im

Abwasser (ebd.). Pro Jahr entstehen dabei 16.000 t Klärschlamm. Der Klärschlamm wird in den fünf Faultürmen der Anlage bei 37° C mikrobiell weiterbehandelt, wobei das energetisch wertvolle Klärgas sowie phosphatreiche Schlammreste entstehen. Historisch wurde der Klärschlamm als Dünger auf Ackerflächen aufgebracht, was heute aufgrund der enthaltenen Schwermetalle nicht mehr die Regel ist. Somit wird dieser nach Entwässerung auch zur energetischen und anschließend stofflichen Verwertung zur Rückgewinnung von Phosphor gegeben.

Gegenwärtig wird die Einführung einer vierten Reinigungsstufe diskutiert, um Spurenstoffe (z.B. Medikamentenrückstände) aus dem Abwasser zu entfernen. Als Möglichkeiten werden Behandlungen durch Aktivkohlefilter und Ozon genannt. Bei der Aktivkohlebehandlung stellt sich als Nachteil die einseitige Filterung von lipophileren Substanzen heraus. Bei der Ozonierung können unter Umständen schädliche Metabolite entstehen. Als Vorteil der Ozonbehandlung gilt die Abtötung von multiresistenten Keimen.

4.4.2 Abwasserentsorgung als sozial-ökologisches System

Ausgangspunkt für die Kontextualisierung der Abwasserentsorgung im Rahmen eines sozial-ökologischen Systems ist die gesellschaftliche Nutzung der Ressource Wasser. Dies stellt daher ein Versorgungssystem dar. Privatpersonen oder beispielsweise die Industrie nutzen Wasser für gesellschaftliche Praktiken wie Ernährung, Haushalt, Sanitär und industrielle Prozesse. Für das SES der Kläranlage Seehausen wurde der komplette, in der Kläranlage ablaufende Wasserreinigungsprozess als Fokus gewählt (vgl. Abb. 48).

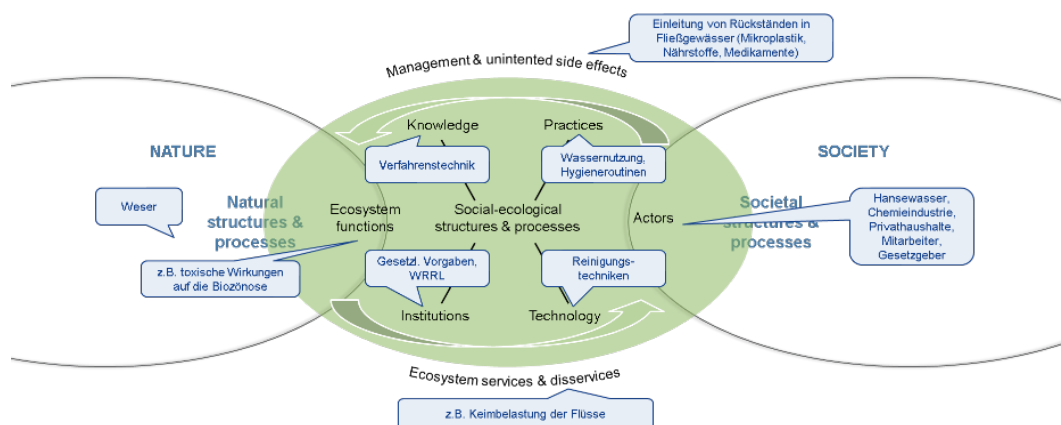


Abbildung 48: Abwasserentsorgung als sozial-ökologisches System

Quelle: Judith Rahner verändert nach Hummel/Jahn/Schramm (2011)

Auf der Seite der gesellschaftlichen Strukturen sind die wichtigsten *Akteure* die Industrie und Privathaushalte, aus denen das Abwasser stammt, der Gesetzgeber, welcher Vorgaben für die Abwasserreinigung macht, und die hanseWasser. Hier spielen auch gesellschaftliche Prozesse eine Rolle, denn diese beeinflussen, was in das Abwasser gelangt, z.B. Medikamenten- und Kosmetikrückstände sowie Substanzen aus industriellen Verfahren.

Zur Seite der *Natur* gehört im Wesentlichen das Ökosystem der Weser, in welche das gereinigte Abwasser eingeleitet wird. Damit die Weser ihre *Ökosystemfunktionen* und damit auch *Ökosystemleistungen* erhalten kann, muss das Abwasser zu einer gewissen Qualität aufbereitet sein.

Für die Reinigung des Abwassers haben die sozial-ökologische Strukturen und Prozesse, zu denen *Praktiken, Wissen, Technologien* und *Institutionen* zählen, eine zentrale Rolle. Relevante Institutionen sind im Kontext der Kläranlage u.a. gesetzliche Regelungen wie die Abwasserverordnung (welche Grenzwerte für Oberflächengewässer festlegt), übergreifende Vorgaben wie die Wasserrahmenrichtlinie oder neue Regularien zu einer möglichen vierten Reinigungsstufe, da hierdurch die Menge an eingetragenen Nährstoffen und Medikamenten in die Weser beeinflusst wird.

Für die Prozesse in der Kläranlage werden Wissen und die Technologien über notwendige Verfahrenstechniken und Maschinen sowie über die spezifischen Eigenschaften der Spurenstoffe aber auch der Mikroben und Bakterien gebraucht. Hierbei spielt die Natur durch den Einsatz von Mikroben zur Eliminierung von Nährstoffen eine wichtige Rolle. Die Kläranlage macht sich in der biologischen Reinigungsstufe die Bakterien – die Verstoffwechselung von Nährstoffen – zu Nutze. Hier wird eine Verzahnung von biologischen Prozessen und Technologie deutlich. Damit verbunden sind allerdings auch *ungewollte Nebeneffekte*, wie beispielsweise das Zurückbleiben von Medikamentenrückständen, Nährstoffen oder Mikroplastik, die zum Teil nicht herausgefiltert und ebenfalls zurückgeleitet werden.

Das in die Weser eingeleitete Abwasser beeinflusst die Ökosystemfunktionen des Flusses, da es den Nährstoffgehalt und die Temperatur verändert, außerdem Stoffrückstände und Mikroorganismen Auswirkungen auf die Biozönose haben können. So können beispielsweise Medikamentenrückstände chronisch toxisch auf die im Fluss lebenden Organismen wirken. Die Wechselwirkung zwischen Kläranlage, Ökosystem Fluss und Bevölkerung wird zudem durch die Rückwirkungen auf gesellschaftliche Akteure deutlich. Die durch Kläranlagen verursachte Belastung der Flüsse mit Fäkalkeimen führt beispielsweise dazu, dass diese nicht den hygienischen Anforderungen der europäischen Badegewässerrichtlinie entsprechen, das Baden in Flüssen also nicht unbedenklich für die Gesundheit ist. Zudem entstehen durch das belastete Wasser Probleme bei der Trinkwasseraufbereitung.

4.4.3 Kläranlage Seehausen als Akteur

Würde man sich die Reise von Plastikmüll in einer zusammenhängenden Kette beginnend bei der Herstellung über Nutzung bis zur Entsorgung vorstellen, so gehörte die Kläranlage im besten Falle zu einer der letzten Stationen dieses persistenten Abfalls. Deshalb ist sie der Akteursgruppe Entsorgung zugeteilt.

Die hanseWasser zeigt eine hohe Wahrnehmung des Problems „Plastik in der Umwelt“, insbesondere von Mikroplastik. Hauptsächlich durch die mediale Aufmerksamkeit, in welcher Kläranlagen in Bezug auf die Durchlässigkeit von Mikroplastik in den Filterstufen schwer ins Gericht genommen wurden, wurde das Thema in das Bewusstsein der Kläranlage geholt. Laut Aussagen des Vertreters der Kläranlage wurden sie zudem vom BUND und vom AWI auf die Problematik Mikroplastik aufmerksam gemacht.

Die Kläranlage spielt, entgegen der medialen Vorwürfe, eine Hauptrolle in der Vermeidung des Eintrags von Mikroplastik in Gewässer, da durch die Klärung 95–99 % des Mikroplastiks aus dem Abwasser herausgefiltert werden. Entgegen der medialen Fixierung in der Debatte auf diesen Eintragsweg, sei der Anteil von Mikroplastikrückständen im Wasser durch Kosmetika gering, wie der Referent der Kläranlage hanseWasser Seehausen erklärte. Der Großteil komme vielmehr durch Reifenabrieb direkt oder durch Abregnen über das Regenwasser indirekt ins Wasser. Als größtes Problem innerhalb der Abwasserreinigung wird daher nicht Mikroplastik wahrgenommen, sondern vielmehr Medikamentenrückstände oder multiresistente Keime. Durch den demografischen Wandel und der damit höheren Einnahme von Medikamenten sind die Rückstände deutlich gestiegen. Das Verheerende daran ist, dass einige der ausgeschiedenen Stoffe (z.B. Diclofenac) nicht abgebaut werden. Aufgrund dieser Belastungsquellen werde eine vierte Reinigungsstufe entweder mit Ozon oder Aktivkohle, womöglich auch eine Kombination von beidem, diskutiert. Welche Lösung am Ende gewählt werde, sei noch offen und auch eine Risikobewertung von multiresistenten Keimen stehe aus. Der Betrieb der Kläranlage ist stark reglementiert. Daher beschränkt sich ihr Problembezug darauf, die Kläranlage innerhalb gesetzlicher Richtlinien und technischer Möglichkeiten in Betrieb zu halten. Durch die volle Ausschöpfung dieser Richtlinien und technischen Lösungen, betrachtet sich die Kläranlage als Teil der Lösung in Bezug auf Plastik in den Gewässern. Problematisch bewerten die Repräsentanten der Kläranlage den Mikroplastikanteil, der durch Reifenabrieb über das Regenwasser ungefiltert in die Gewässer gelangt.

In ihrer Handlungsfähigkeit präsentierte sich die Kläranlage eher passiv als aktiv. Abhängig von politischen Entscheidungen und vom öffentlichen Druck durch Medien, Umweltorganisationen etc., aktiviert die Kläranlage ihre Handlungsfähigkeit. Obwohl die Kläranlage einen großen Teil dazu beiträgt, den Eintrag von (Mikro-)Plastik in die Gewässer zu verhindern, ist ihre beratende Handlungsmacht nicht voll umgesetzt. Die Unterstützung wissenschaftlicher Studien seitens der Kläranlage, wie die Konsortialstudie des Fraunhofer Instituts und des BUND mit Sponsorengeldern insbesondere in Bezug auf Plastik in Kosmetik, trägt zwar zu weiteren Forschungen und zukünftigen Lösungsansätzen bei, dennoch bewegen sie sich auf politischer Ebene in einer passiven Haltung. Eine beratende Funktion in der Politik könnte eine weitere Handlungsmöglichkeit darstellen. Am Beispiel um die Bewertung der zukünftigen Variante der vierten Filterstufe ist dies ersichtlich.

Abschließend lässt sich feststellen, dass die Kläranlage einen bedeutenden Teil dazu beiträgt, dass Mikroplastik nicht über das Abwasser in die Gewässer gelangt. Sie ist zugleich ein reaktiver Akteur, der auf Themen reagiert, die ihm zugetragen werden bzw. die der Wandel der Gesellschaft mit sich bringt (Pharmarückstände etc.). Die Handlungsfähigkeit ist auf technischer Ebene ausgeschöpft, jedoch auf politischer Ebene noch ausbaufähig.

4.5 Müllheizkraftwerke im Problemkontext

Kira Malcherowitz, Wolf Munder, Judith Rahner

Als weiterer Akteur aus dem Bereich Entsorgung wurde am 7. Juni 2019 das Müllheizkraftwerk der Bremerhavener Entsorgungsgesellschaft (BEG) in Bremerhaven besucht. Betriebsleiter Matthias Bette und Emissionsschutzbeauftragter Torben Steckbeck stellten die Technik des Kraftwerks vor und führten durch die Anlage.

4.5.1 Funktionsweise und Technik des Müllheizkraftwerks der BEG

Die BEG betreibt ein Müllheizkraftwerk in Bremerhaven zur Erzeugung von Strom und Fernwärme (Übersicht Müllheizkraftwerk siehe Abb. 49). Bei der Anlage handelt es sich seit 2003 um eine Public Private Partnership zwischen dem Unternehmen REMONDIS (74,9 %) und der Stadt Bremen. Pro Jahr werden dort rund 401.500 t Restmüll und Sperrmüll verbrannt. Die erzeugte Energie wird für den Betrieb der Anlage genutzt und kommt für 10 % der Stadtversorgung in Bremerhaven auf. Das Müllheizkraftwerk liefert eine Energienutzung von 100.000 MWh/Jahr elektrischer Energie und 250.000 MWh/Jahr thermischer Energie in Form von Fernwärme (Bremerhavener Entsorgungsgesellschaft mbH 2019).



Abbildung 49: Verfahrensschema des Müllheizkraftwerkes der BEG

Quelle: Bremerhavener Entsorgungsgesellschaft mbH (BEG)

Die Anlage wurde im Jahr 1977 errichtet und basiert auf vier Feuerungslinien. Der Müll wird in einen Aufnahmebereich gebracht, wo er auf die Öfen verteilt wird. Bei einem der Öfen handelt es sich noch um eine ursprüngliche Pyrolyse-Anlage, wo unter zusätzlicher O₂-Zugabe die Verbrennung effektiver wird und weniger Rauchgas entsteht. Die bei der Verbrennung gewonnene Wärme wird auf Hochdruckdampfessel übertragen und im Kraft-Wärme-Koppelungsprozess für die Erzeugung von Strom und Fernwärme genutzt. Der nicht für den Eigenbedarf benötigte Strom wird in das Versorgungsnetz der Stadtwerke Bremerhaven eingespeist. Je nach Jahreszeit werden nicht alle Feuerungslinien in Betrieb genommen, da im Sommer weniger Fernwärme benötigt wird. Die Verbrennungstemperatur liegt bei ungefähr 1.200° C. Während der Verbrennung gibt es bereits eine Entstickungsstufe, wobei ähnlich wie bei Autokatalysatoren Harnstoff hinzugegeben wird, um die bei der Verbrennung entstehenden Stickoxide zu reduzieren. Das bei der Verbrennung entstehende Rauchgas wird durch Elektrofilter geleitet. Die elektrostatischen Anziehungskräfte bewirken eine Anziehung der Feinstaubpartikel. Im weiteren Verlauf wird bei dieser Anlage eine Nasswäsche im sauren und im basischen Milieu vollzogen. Es handelt sich dabei im Gegensatz zur trockenen Behandlung um die teurere Alternative, da das Abwasser zusätzlich auch noch behandelt werden muss. Bei der Wäsche werden unter anderem Schwefeldioxide entfernt. Im letzten Schritt wird das Gas noch in einer Nachreinigung mit Aktivkohle behandelt, was die Problematik der bei der Verbrennung entstehenden giftigen Dioxine weitestgehend beseitigt. Die Aktivkohle wird nach vollständiger Auslastung, das heißt, wenn alle Absorptionsplätze an der Oberfläche belegt sind, in der Heizkraftanlage wieder verbrannt. Als Abfallprodukte bleiben schließlich die Filterkuchen aus der Nasswäsche, der Filterstaub und die Schlacke nach der Verbrennung übrig. Diese Materialien werden auf der Deponie „Grauer Wall“ gelagert. Diese ist mit einem Graben und einer wasserundurchlässigen Schicht geschützt, um die mögliche Entwicklung von Schadstofffahnen zu verhindern und um aktiv mit Messungen die Entwicklung des belasteten Bodens zu beobachten. Die erzeugte Schlacke wird gegebenenfalls noch im Straßenbau als Schottermaterial verwendet.

4.5.2 Müllverbrennung als sozial-ökologisches System

Ausgangspunkt für die Kontextualisierung der Müllverbrennung im Rahmen eines sozial-ökologischen Systems ist die gesellschaftliche Verarbeitung und Verwendung von Rohstoffen und daraus entstehender Produkte, welche nach ihrer Nutzung als Abfall in großer Zahl entsorgt werden müssen. Müll, der durch diese gesellschaftliche Praktik erzeugt wird und anders nicht wiederverwertbar ist, wird verbrannt. Für die Einwohner der Stadt Bremerhaven und Umgebung geschieht das im Müllheizkraftwerk der BEG, die zum Teil auch der Stadt selbst gehört. Konkret wurde beim SES der Verbrennungsprozess der BEG-Müllverbrennungsanlage inkl. anschließender Rauchgasreinigung betrachtet (vgl. Abb. 50).

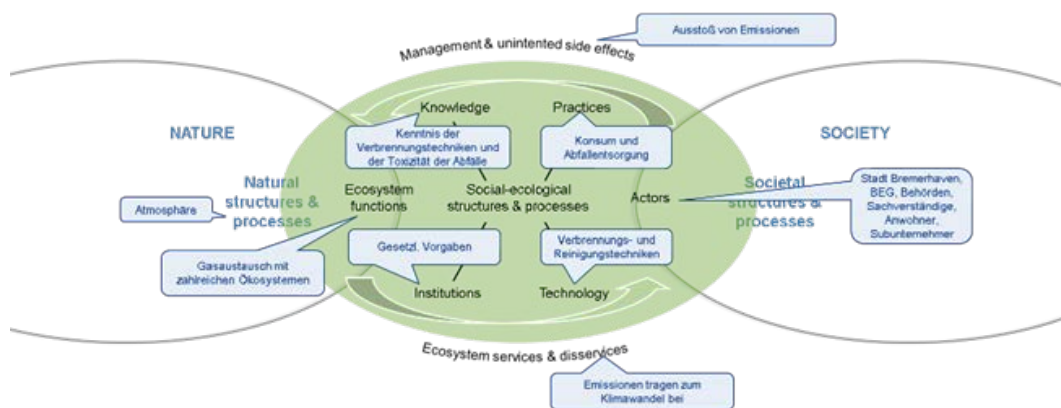


Abbildung 50: Müllverbrennung als sozial-ökologisches System

Quelle: Judith Rahner nach Hummel/Jahn/Schramm (2011)

Die *Akteure* sind in diesem Zusammenhang neben der durchführenden BEG mit ihren Mitarbeiter*innen und Subunternehmern wie der Müllabfuhr auch der Gesetzgeber, die relevanten Behörden und beteiligten Sachverständigen sowie die Öffentlichkeit, Anwohner*innen und Kund*innen.

Auf die Seite der *Natur* gehört im Wesentlichen die Luft bzw. Atmosphäre, in die die bei der Verbrennung entstehenden Gase emittiert werden. Die Atmosphäre verbindet unterschiedliche Ökosysteme miteinander und die in ihr enthaltenen Gase sind wichtiger Bestandteil verschiedener *Ökosystemfunktionen*.

Bei der Müllverbrennung spielt das *Wissen* über die chemisch-physikalischen Eigenschaften der Abfälle und deren Toxizität sowie über Rauchgasreinigungs- und Energiegewinnungsprozesse als Teil der sozial-ökologischen Strukturen und Prozesse eine Rolle. Auf diesem Wissen basieren wiederum die eingesetzten *Technologien* zur Verbrennung, Rauchgasreinigung, Lagerung und Anlagentechnik. Die *Praktiken* sind im Kontext der Müllverbrennung ganz allgemein der Umgang mit Konsumgütern und die Abfall- und Entsorgungssysteme. Relevante *Institutionen* sind Regelungen zu Grenzwerten für die ausgestoßenen Emissionen und auch zu Überprüfungsmechanismen (beispielsweise die regelmäßige Prüfung durch Sachverständige). Die Müllverbrennung ist eng mit dem SES der Energieversorgung gekoppelt, da beim Verbren-

nungsprozess große Mengen Strom und Wärme erzeugt werden, wovon ein Teil zum Betrieb der Anlage verwendet wird. Die restliche Energie sowie die produzierte Fernwärme werden an Privathaushalte oder Industrie verkauft.

Durch eine mehrstufige Verbrennungskette mit anschließender nasser Rauchgasreinigung soll der *ungewollte Nebeneffekt* der Emission umwelt- und gesundheitsschädlicher Gase reduziert werden. Es entstehen dennoch Emissionen, die schädlich wirken können. So beeinflussen Luftschadstoffe die Funktionen gekoppelter Ökosysteme. Zudem trägt die Freisetzung von CO₂ zum anthropogen verursachten Klimawandel bei, der sich auf zahlreiche Ökosysteme, deren Funktionen und damit auch *Ökosystemleistungen* auswirkt.

4.5.3 Müllheizkraftwerk der BEG als Akteur

Äquivalent zur Kläranlage gehört die Müllverbrennungsanlage aufgrund ihrer Funktion als Abfallverwerter zur Akteursgruppe Entsorgung. Die Müllverbrennung steht am Ende der Konsumkette und nimmt keinen direkten Einfluss auf die Kreislaufwirtschaft (End-Tail), sodass diese bezüglich des Plastikdiskurses zunächst die Politik und die Verbraucher*innen in der Verantwortung sieht. Jedoch hat das Ausmaß, in dem Emissionen und Rückstände aus der Verbrennung von Kunststoffprodukten in die Umwelt gelangen, sehr wohl einen Einfluss auf die generelle Problematik, wenn auch nicht auf die Entstehung des Mülls im ersten Schritt.

Das Müllheizkraftwerk ist durch einen intensiven, öffentlichen Diskurs mit den Herausforderungen und Erwartungen möglichst umweltfreundlicher Entsorgung (nicht nur von Plastik) stark mit dem Thema konfrontiert. Gleichzeitig unterliegt die Anlage strengen Reglementierungen, Vorgaben und Einhaltung von Grenzwerten, die regelmäßig durch Sachverständige überprüft werden – hier liegt das Hauptinteresse der BEG in Hinblick auf das Müllheizkraftwerk, um Sanktionen bei Überschreitung zu vermeiden. Trotz der Verbrennung bleiben im Prozess Rückstände übrig, die auf Deponien gelagert werden, was zu Konflikten mit der angrenzenden Bevölkerung der Deponie führt. Zudem können Konflikte entstehen, wenn belastetes Material nicht fachgerecht angeliefert wird. In diesen Fällen erfolgt eine Überprüfung und Entscheidung durch die zuständige Behörde.

Insgesamt entstand während des Besuchs der Eindruck, dass die BEG sehr darauf bedacht ist, ihr Bild in der Bevölkerung zu verbessern und die Müllverbrennung von ihrem schlechten Image im Vergleich zum Kunststoff-Recycling zu lösen. Vermutlich auf Druck der Öffentlichkeitsdebatte werden in einem Transparenzreport jährlich die Ergebnisse in Form eines Ampelsystems der unterschiedlichen Behörden online veröffentlicht. Zudem wies der Vertreter der BEG darauf hin, dass 60 % des Abfalls energetisch verwertet und 40 % recycelt werden. Von diesen 40 % werden allerdings 23 % nach Asien verkauft, wo wiederum keine Kontrolle über die tatsächlich Entsorgung oder das Recycling möglich ist. Zudem wurden die starken Reglementierungen betont, an die die BEG sich hält. Die gesetzlichen Grenzen, die dabei gesetzt werden, sind ausgereizt. Mit dem Aktivgaskohlefilter beispielsweise übertrifft die Anlage so-

gar die gesetzlichen Vorgaben. Deshalb ist die Handlungsmöglichkeit als Akteur ausgeschöpft. Das Problemverständnis bezieht sich auf den Wirtschaftskreislauf, auf welchen sie als Empfänger der Handlungen in der Wirtschaft keinen Einfluss hat.

Abschließend lässt sich feststellen, dass die Müllverbrennungsanlage ähnlich wie die Kläranlage in einer ambivalenten Stellung im Problemfeld Plastik steht. Einerseits ist sie gefordert, den produzierten Verpackungsmüll so umweltfreundlich, anwohnerfreundlich und richtliniengetreu wie möglich zu entsorgen, gleichzeitig wird sie für Luftverschmutzungen und Umweltschädigungen verantwortlich gemacht. Somit steht sie als Lösung, gleichzeitig auch als Verursacherin des Problems im Licht. Die BEG hat, ähnlich wie die Kläranlage, eine passive Rolle. Sie erfüllt den Zweck der Müllentsorgung durch Verbrennung entsprechend der gesetzlichen Vorgaben. Insofern sieht die BEG ihre Handlungsmöglichkeiten mit dem Einhalten der Grenzwerte als ausgeschöpft an. Die Zuständigkeit für Aufklärung bzw. Sensibilisierung im Hinblick auf Mülltrennung und -vermeidung wird an anderer Stelle verortet.

4.6 Verpackungsunternehmen im Problemkontext

Viktoria Feucht, Kira Malcherowitz, Wolf Munder

Als Akteur aus der Wirtschaft wurde am 5. Juni 2019 das Verpackungsunternehmen Bionatic in Bremen besucht. Das Geschäftsmodell sowie die Produkte wurden von Frederik Feuerhahn, Development Manager, vorgestellt.

4.6.1 Geschäftsmodell des Unternehmens Bionatic

Das Unternehmen Bionatic beschäftigt sich mit der Produktion und Vermarktung von Verpackungsmaterialien. Der Fokus liegt auf der Erzeugung von Einwegprodukten, die für den Verzehr von Nahrungsmitteln genutzt werden. Bionatic setzt in der Unternehmensstrategie auf Nachhaltigkeit seiner Produkte. Das Unternehmen versucht durch seine nachhaltigen Food-Service-Verpackungen Alternativen für erdölbasierte Verpackungen zu bieten. Abgenommen werden die Produkte von Gastronomie, Einzelhandel und Endverbraucher*innen. Bionatic garantiert durch die Unterstützung zertifizierter Klimaschutzprojekte eine CO₂-Neutralität, die die Emissionen während der Produktion und des Transports der Produkte kompensieren sollen. Des Weiteren sind im Portfolio von Bionatic eine Reihe von Zertifikaten zu nennen, darunter BSCI (Business Social Compliance Initiative), sowie EcoStep, welche Arbeitsschutz, Qualitätsmanagement und ein integriertes Umweltmanagement bei den meisten Zulieferern impliziert (Bionatic 2019).

Aktuelle Forschungsprojekte sind die Produktion von Compound-Materialien aus natürlichen Stoffen in Verbindung mit Biokunststoffen zur Herstellung von Bio-Mehrwegbesteck sowie die Weiterentwicklung der Barriereigenschaften von Biokunststoffen. Generell gilt es, bei dem Begriff Biokunststoff zwischen biobasierten und biologisch abbaubaren Kunststoffen zu unterscheiden. Bei biobasierten Kunst-

stoffen wird nicht auf die Ressource Rohöl zurückgegriffen, sondern es werden nachwachsende Rohstoffe verwendet – diese können, müssen aber nicht zwingend biologisch abbaubar sein. Biologisch abbaubare Kunststoffe sollen in einem definierten Zeitraum von Mikroorganismen zu anorganischen Verbindungen abgebaut werden können. Sie können sowohl aus nachwachsenden als auch aus fossilen Rohstoffen hergestellt sein. Bionatic setzt sich zum Ziel, dass die Produkte beide Kriterien erfüllen, also sowohl biobasiert als auch biologisch abbaubar sind. Bei der Abbaubarkeit ist zu beachten, dass per Definition die Kunststoffe nach 90 Tagen bei 70° C zu 90 % zersetzt sein müssen.

Das Hauptprodukt von Bionatic sind Produkte aus Polymilchsäure (PLA). Dabei handelt es sich um Polymere, deren Grundstruktur aus Milchsäure-Molekülen bestehen. Zur Herstellung dieses Kunststoffs wird auf Pflanzenstärke zurückgegriffen, welche aus industriell angebauten Pflanzen wie z.B. Mais gewonnen wird. Für eine Zunahme der PLA-Produktion wird auf Verwendung weiterer landwirtschaftlicher Abfallprodukte verwiesen, um den Flächenverbrauch zu reduzieren. Laut Bionatic erweist sich PLA in der Produktion energieeffizienter als der konventionelle Kunststoff PET. Unter den oben genannten Voraussetzungen ist PLA nach DIN 13432 vollständig abbaubar. Ein weiterer Rohstoff für die Herstellung von Einweggeschirr ist Zuckerrohrbagasse (faserige Pflanzenreste). Die Bagasse fällt als Abfallprodukt bei der Zuckerproduktion an und besteht aus Cellulose, Hemicellulosen und Lignin. Statt wie früher vorrangig einer thermischen Verwertung zugeführt zu werden, können die Zuckerrohrfasern auch zu verschiedenen Produkten weiterverarbeitet werden. Bionatic verwendet außerdem auch Holz als Rohstoff. Das Unternehmen lässt beispielsweise Besteck aus Birkenholz produzieren, welches aus zertifizierter, nachhaltiger Forstwirtschaft gewonnen wird. Über eine Kooperation mit dem indischen Partner Magnus Eco Concepts vermarktet Bionatic Einwegschalen aus Blättern der Betelnusspalme (Abb. 51). Diese fallen als Abfall auf den Plantagen an und werden nicht weiterverwertet. Statt einer möglichen thermischen Verwertung lassen sie sich zu Essensbehältern stanzen. Vorteilhaft ist, dass diese keine weitere Beschichtung benötigen, da sie durch natürliche pflanzliche Öle eine wasserabweisende Oberfläche aufweisen.



Abbildung 51: Einwegschale aus Palmblättern

Foto: Carolin Völker

Es gilt zu bemängeln, dass die Kompostierbarkeit der Produkte nur unter spezifischen Bedingungen erfolgt. Leider stellt sich heraus, dass viele kleinere Kompostieranlagen nicht gewillt und/oder nicht in der Lage sind, die nötige Dauer der Kompostierung von zwölf Wochen einzuhalten, wodurch die Qualität des Komposts leidet. Darüber hinaus wird bei der energetischen Verwertung von Kunststoffen noch zusätzlich ein Mehrwert generiert, der bei bloßer Kompostierung nicht gegeben ist, da viele der Biokunststoffe bei ihrer Zersetzung keinen Humus bilden. Ein Vorteil gegenüber konventionellen Kunststoffen bleibt die Erzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen. Somit gelangen bereits gebundene, fossile Kohlenstoffverbindungen nicht in den Kohlenstoffkreislauf.

Zuletzt gilt es, die Problematik der Kunststoffeigenschaften in der Lebensmittelindustrie zu betrachten. Zuzüglich zu den verschärften gesetzlichen Standards bezüglich der Inhaltsstoffe, stellt sich für Bionatic das Problem der chemisch-physikalischen Eigenschaften der Biokunststoffe. Beispielsweise eignet sich PLA nicht für die Produktion von Plastikflaschen, da es für Gase passierbar ist und Plastikflaschen infolgedessen einknicken würden. Zudem gibt es noch keine echte Alternative zu Aluminium als Aromabarriere. Laut Bionatic liegt hier noch ein Hauptaugenmerk für die weitere Forschung. Über sonstige Additive, die in den Biokunststoffen von Bionatic verwendet werden, konnte keine weitere Information gegeben werden.

4.6.2 Alternative Kunststoffherstellung als sozial-ökologisches System

Auch der alternative Verpackungshersteller steht in speziellen Beziehungen zur Natur. Indem Bionatic Einwegprodukte für unterwegs vertreibt, entsteht ein Versorgungssystem, welches unsere Alltagskultur und Routinen bedient (vgl. Abb. 52): Das Unternehmen baut auf die gesellschaftliche *Praktik* der Essen-to-go-Kultur und kombiniert dies mit Entsorgungsmustern und der Praktik der Kompostierung.

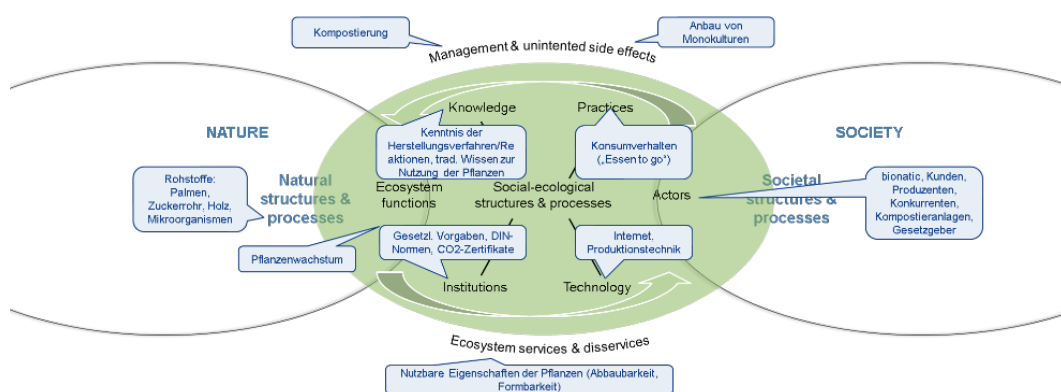


Abbildung 52: Alternative Kunststoffherstellung als sozial-ökologisches System

Quelle: Judith Rahner nach Hummel/Jahn/Schramm (2011)

Dabei ist es mit vielfältigen anderen *Akteuren* verknüpft, dazu zählen die Kund*innen und damit Konsument*innen entsprechender Produkte, aber auch Lieferant*innen und Produzent*innen, zudem Konkurrent*innen sowohl aus dem alternativen als auch aus dem konventionellen Segment. Hinzu kommen Entsorgungsanlagen, insbesondere Kompostierungsanlagen, aber auch Müllverbrennungsanlagen. Und über Vorgaben sind auch Gesetzgeber Akteure in diesem SES (Bsp. Einwegplastikverbot).

Die Herstellung abbaufähiger Produkte beruht auf *natürlichen Strukturen und Prozessen*. Sowohl Beschaffenheit und Formbarkeit der verwendeten Materialien als auch Abbauprozesse durch Mikroorganismen und Wachstumsprozesse der verwendeten natürlichen Rohstoffe zählen zu den Ökosystemleistungen, die Bionatic für das Food-Service-Segment nutzt. Indem ursprünglich als Abfallprodukt betrachtete Rohstoffe verwendet werden, soll möglichst nachhaltig vorgegangen werden, doch ist die Entwicklung bei steigender Nachfrage unbekannt und könnte zu einer Entstehung von Monokulturen (wie z.B. die Plantage in Indien) beitragen.

Zur Herstellung der Verpackungen wird *Wissen* über den Anbau und Eigenschaften der Rohstoffe benötigt, welches teilweise auf dem Erfahrungswissen der indischen Tradition beruht. Es bedarf aber auch eines Wissens um die Verfahren der Weiterverarbeitung. Zur Umsetzung der Nachhaltigkeitsziele integriert Bionatic viele *Institutionen*: CO₂-Zertifikate, DIN-Normen und soziale Labels. Um das Produkt schließlich zu vertreiben, werden nicht nur Produktionstechniken gebraucht, sondern auch Vertriebstechniken. Hier nutzt Bionatic das Internet, um Kund*innen zu erreichen.

4.6.3 Bionatic als Akteur

Bionatic ist als Handelsunternehmen von plastikfreien Take-away-Verpackungen der Akteursgruppe Wirtschaft zu zuordnen. Die Wahrnehmung in Bezug auf die Problematik „Plastik in der Umwelt“ ist deutlich als lösungsorientiert anzusehen. Das Geschäftsmodell basiert auf einem starken Bewusstsein zum Thema „Plastik in der Umwelt“ und daher kann das Unternehmen als Akteur mit einem starken Problembezug eingestuft werden.

Das Unternehmen hat sich auf Take-away-Produkte spezialisiert, da die Alternativen für diese Produkte aktuell am weitesten entwickelt sind, die Anforderungen für industrielle Verpackungen höher sind und mit den alternativen Materialien nicht erfüllt werden. Des Weiteren ist bei dem Besuch aufgefallen, dass das Unternehmen den schnellen Lebensstil und die damit zusammenhängende wachsende Nachfrage nach Take-away-Verpackungen einerseits als Hauptursache für „Plastik in der Umwelt“ anerkennt und auch kritisiert, gleichzeitig aber auch für das schnelle Wachstum und den Erfolg des Start-Ups verantwortlich ist. Laut eigener Aussage nimmt sich das Unternehmen dennoch „nur als Tropfen auf einem heißen Stein“ wahr, wenn es um eine wirklich nachhaltige Lösung und Verbesserung des Plastikkonsums geht. Zusätzlich wird durch „grüne“ Verpackungen ein neuer Trend gesetzt, der z.B. bei Festivals zum Tragen kommt, durch den noch mehr Verpackungsabfall erzeugt wird. Demnach sehen die Repräsentanten des Unternehmens einen starken Handlungsbedarf im Kon-

sumverhalten der Bevölkerung, im Verantwortungsbewusstsein von großindustriellen Verpackungsfirmen und Lebensmittelindustrie sowie in der Politik. Vor allem müsse ein Umdenken bei den Verbraucher*innen stattfinden und die Verpackungen richtig entsorgt werden.

Bionatic legt sehr großen Wert auf sein nachhaltiges und faires Image und versteht dieses als ganzheitlich. So achtet das Unternehmen auf die Einhaltung des BSCI Code of Conduct, der sozial faire Arbeitsbedingungen auch bei Zulieferern vorschreibt. Darunter fallen u.a. Arbeitszeit und Löhne, die im Verhältnis zu den regionalen Gegebenheiten (über-)durchschnittlich sein müssen. An dieser Stelle ist anzumerken, dass die durchschnittlichen Arbeitsbedingungen z.B. in Indien erheblich von denen in Europa abweichen und der soziale Aspekt vor diesem Hintergrund zumindest infrage gestellt werden kann. Obwohl das Unternehmen sich dem Umweltschutz hoch verpflichtet hat, wurde der Eindruck gewonnen, dass dies wegen der langen Transportwege des alternativen Materials von anderen Kontinenten nicht konsequent umsetzbar ist. Als Kompensation werden CO₂-Zertifikate bei einem Klimaschutzprojekt in Afrika erworben, um entsprechende Emissionen durch Herstellung und Transport auszugleichen. Ebenso kann Bionatic die konkreten Zusammensetzungen der Materialien anderer Zulieferer nicht überprüfen, da diese nicht dazu verpflichtet sind, alle enthaltenen Additive auszuweisen.

Abschließend lässt sich festhalten, dass sich das Unternehmen als Teil der Lösung betrachtet, in dem es alternative Materialien zu herkömmlichen Kunststoffen zur Verfügung stellt. Allerdings nimmt es durch politische Hürden und fehlende Alternativen für industrielle Verpackungen nur einen kleinen Einfluss. Somit wird der Handlungsspielraum in der Sparte der Take-away-Verpackungen zwar ausgeschöpft, eine gänzlich plastikfreie bzw. reduzierte, CO₂-neutrale Verpackungsherstellung ist aber von weiteren Akteuren abhängig. Generell profitiert Bionatic nahezu ausschließlich vom Einweg-Markt, der am zunehmenden Konsum von Einwegprodukten interessiert ist. Das nachhaltigere Ziel der Müllvermeidung wird damit nicht verfolgt.

4.7 Zusammenfassung der Akteursanalyse

Lukas Sattlegger

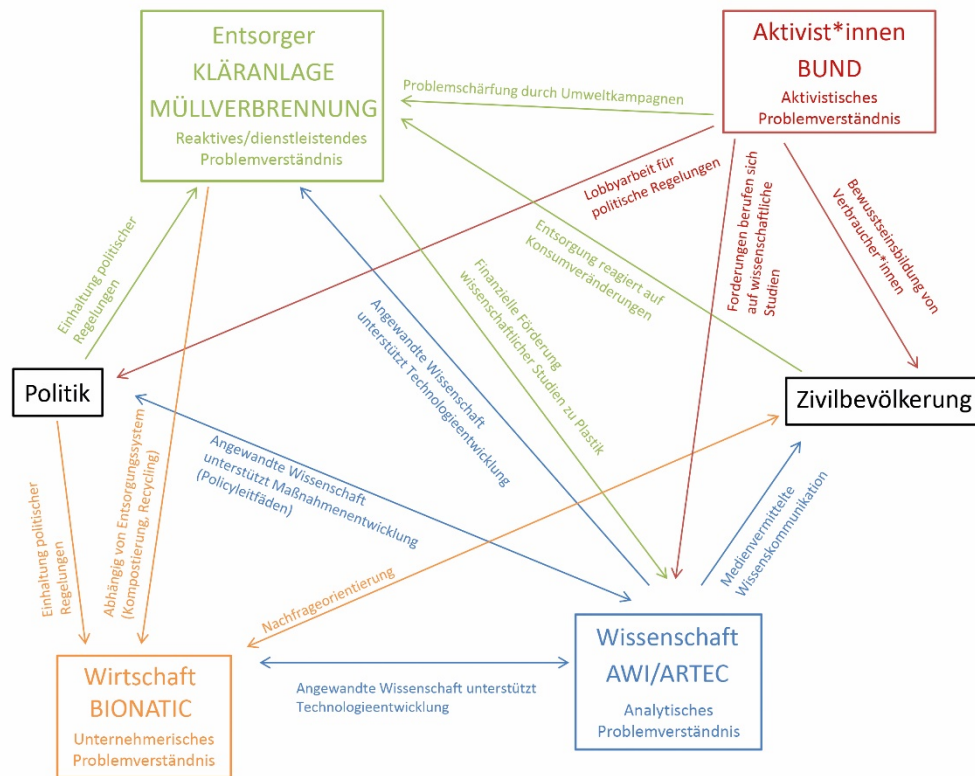


Abbildung 53: Übersicht der beobachteten Akteursbeziehungen

Quelle: Lukas Sattlegger

Die Beschreibung der unterschiedlichen Akteure im Problemkontext „Plastik in der Umwelt“ (vgl. Kapitel 4.2 bis 4.6) offenbart an unterschiedlichen Stellen Verweise auf die vielfältigen Beziehungen und Abhängigkeiten der einzelnen Positionen. Ein Akteur kann in einem Problemkontext nur relational zu anderen Akteuren verortet und verstanden werden. Abbildung 53 ist ein Versuch, die unterschiedlichen Akteursbeziehungen, auf die wir in unserer Recherche gestoßen sind, systematisch darzustellen. So entsteht ein Netzwerk an Beziehungen, das die Komplexität des Problemkontextes erahnen lässt.

Die vier in der Grafik dargestellten Akteursgruppen Entsorger (4.4 Kläranlagen, 4.5 Müllheizkraftwerke), Aktivist*innen (4.3 Naturschutzorganisationen), Wissenschaft (4.2 Wissenschaftler*innen) und Wirtschaft (4.6 Verpackungsunternehmen) unterscheiden sich einerseits in ihrem Problemverständnis, nehmen aber andererseits wechselseitig Bezug aufeinander sowie auf die weiteren Akteursgruppen Politik und Zivilgesellschaft (Unterscheidung der Akteursgruppen in Anlehnung an Tab. 9). Die einzelnen Pfeile zwischen den Akteuren zeigen konkrete in den Akteursgesprächen thematisierte Bezüge auf, jeweils in der Farbe des Akteurs, der den Bezug thematisiert hat. So entstand ein Netzwerk aus Problembezügen, das zeigt, dass die einzelnen Akteure in ihrer Problembearbeitung aufeinander angewiesen sind.

Die beiden Entsorgungsunternehmen (Kläranlage und Müllheizkraftwerk) zeichnen sich durch ein eher reaktives Problemverständnis aus. Sie verstehen sich als Dienstleister und Auftragnehmer, die auf Anforderungen reagieren, aber nicht selbst aktiv am Problembezug arbeiten. Die Entsorger richten ihr Handeln also in erster Linie auf politische Vorgaben sowie Veränderungen in den gesellschaftlichen Konsummustern aus. Zusätzlich nutzen sie die Sensibilisierung und Problembeschreibung durch Naturschutzorganisationen und Wissenschaftler*innen, um rechtzeitig auf Problemverschiebungen und dynamische Entsorgungsanforderungen reagieren zu können. Dazu fördern sie auch aktiv wissenschaftliche Untersuchungen.

Demgegenüber tritt der BUND als Naturschutzorganisation mit einer viel aktiveren, politisch-aktivistischen Agenda auf. Hier wird aktive Lobbyarbeit gemacht, es werden Forderungen an Politik und Wirtschaft gestellt. Die Zivilbevölkerung wird über Probleme informiert und aktiviert, Bewusstseinsbildung ist neben politischer Lobbyarbeit das zweite zentrale Transformationsinstrument. Ausgangspunkt für das aktivistische Handeln ist der Fokus auf Nachhaltigkeitsprobleme; zur Legitimation der Forderungen stützt sich der BUND dabei auf wissenschaftliche Studien. Es wird also aktiv ein Bündnis mit der Wissenschaft angestrebt, während zu Wirtschaftsunternehmen eher Distanz gewahrt wird.

Die Wissenschaft mit ihrem analytischen Problemverständnis zeichnet sich durch eine abwägende und ausholende Kommunikationsstrategie aus. Hier geht es darum, das Problem in seiner Dringlichkeit aber auch in seiner Komplexität anzuerkennen. Im Feld der Wissenschaft ließen sich unterschiedliche Schwerpunktsetzungen erkennen, zwischen einer eher angewandten lösungsorientierten Wissenschaft auf der einen Seite und einer wertneutral-analytisch agierenden Grundlagenwissenschaft auf der anderen Seite. Während die erste Position aktiv und normativ die Zusammenarbeit mit anderen Akteursgruppen (Entsorger, Wirtschaft, Politik, Aktivist*innen) sucht, um Lösungsstrategien wie politische Strategien oder Technologieentwicklung wissenschaftlich zu begleiten, zeichnet sich die zweite Position durch einen bewusst distanzierten und beschreibenden Außenblick auf den Problemkontext aus. Wenngleich die beiden besuchten Institute AWI und artec eher der zweiten, distanzierteren Position der Grundlagenforschung zuzuordnen sind, lässt sich hier eine weitere Unterscheidung im Problemverständnis zwischen dem realistisch-naturwissenschaftlichen Problemverständnis am AWI und dem konstruktivistisch-sozialwissenschaftlichem Zugang am artec beobachten.

Die Wirtschaft als vierte Akteursgruppe tritt durch ihr unternehmerisches Problemverständnis einerseits aktiv als Anbieter für technologische Problemlösungen in Erscheinung, andererseits muss auch sie auf Nachfragesituation, Entsorgungsinfrastruktur und politische Regelungen reagieren. Bionatic als Hersteller von alternativen (biobasierten/bioabbaubaren) Verpackungen sieht sich als Anbieter einer nachhaltigen Alternative und damit als Teil der Problemlösung in Abhängigkeit der Konsument*innennachfrage. Mit der Entwicklung und Bereitstellung von Bioplastikprodukten vertritt das Unternehmen eine technologisch-nachfrageorientierte Problemlösungsstrategie. Dieses unternehmerische Problemverständnis tritt häufig in Konflikt

mit der aktivistischen Position der politischen Problemregulierung, wie sie etwa der BUND vertritt. Dafür bezieht es sich als Wirtschaftsakteur neben den Konsument*innen auch explizit auf die Wissenschaft als wichtiger Treiber von solchen technologiebasierten Lösungen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass selbst dieser selektive, durch die Exkursion erfahrbar gemachte Ausschnitt der Akteurskonstellation zu Plastik in der Umwelt die Komplexität der sozial-ökologischen Problembearbeitung veranschaulicht. Die unterschiedlichen Beziehungen und Abhängigkeiten machen deutlich, dass die Problembearbeitung ein gesellschaftlicher Aushandlungsprozess zwischen heterogenen Akteursgruppen ist, der nicht ohne Weiteres von außen gesteuert werden kann. Die einzelnen Akteurspositionen müssen im Kontext ihrer jeweiligen Rollen in diesen gesellschaftlichen Konstellationen und Aushandlungsprozessen reflektiert werden, um sie im Problembezug einordnen zu können. Das wechselseitige Verstehen unterschiedlicher Problembezüge und Rollenverständnisse ist wesentlicher Teil kollaborativer und transdisziplinärer Problembearbeitung.

5 Konsument*innenbefragung zu Verpackungen

Franziska Elfers, Sofiya Savelyeva

Um im Rahmen der Exkursion auch die Perspektive der Endverbraucher*innen zum Thema Plastik zu berücksichtigen und die Gründe für die Nutzung von Plastik zu analysieren, führten wir qualitative, leitfadengestützte Kurzbefragungen von Konsument*innen vor dem Eingangsbereich verschiedener Einkaufsläden durch. Zur Durchführung der Befragung wurden vier Kategorien von Lebensmittelgeschäften gewählt: Discounter (Aldi, Penny), Supermarkt (Rewe), Bio-Supermarkt (Alnatura) und ein Unverpackt-Laden.

Eingangs wurde die erkenntnisleitende Frage in der Gruppe erarbeitet. Wir legten uns auf folgende Forschungsfrage fest, die durch die Befragungen untersucht werden sollte:

*Wie gestaltet sich das Problemverständnis der Konsument*innen im Zusammenhang mit Verpackungen?*

Die Hypothese der Untersuchung lautete, dass vom Discounter über den Supermarkt und den Bioladen bis hin zum Unverpackt-Laden ein stufenweise ansteigendes Problembewusstsein zu beobachten sein könnte.

Im Folgenden werden die methodischen Überlegungen zur Leitfadenerstellung, die Durchführung und Auswertung der Befragungen sowie die Ergebnisse dargestellt.

5.1 Methodik der Datenerhebung

Die qualitativen Befragungen wurden – wie bereits erwähnt – auf der Grundlage eines Leitfadens durchgeführt. Bei qualitativen leitfadengestützten Interviews geht es darum, die Lebenswelten der Befragten von innen heraus zu untersuchen. Die subjektiven Wahrnehmungen und Perspektiven der Befragten und insbesondere ihre Motivationen sollen in den Blick genommen werden (Flick 2017: 194 ff.). Hierzu wäre in der Regel ein ausführliches Interview notwendig, was aus zeitlichen Gründen sowie aufgrund der Interviewsituation der Befragung vor den Lebensmittelgeschäften jedoch nicht möglich war. Insofern wurde ein Leitfaden für entsprechende Kurzbefragungen erstellt. Die Aussagekraft der Ergebnisse der Untersuchungen ist vor diesem Hintergrund besonders zu reflektieren, da die Aussagen im Vergleich zu klassischen qualitativen Interviews weniger kontextualisiert sind und aufgrund der zeitlichen Beschränkung nur in begrenztem Umfang freie Erzählungen angestoßen werden konnten. Zudem bestanden lediglich geringe Möglichkeiten zur Nachfrage. Dennoch war es wichtig, offene und keine geschlossenen Ja- oder Nein- bzw. Entweder-oder-Fragen zu stellen, sodass die Befragten eigene Formulierungen zu ihren Ansichten treffen konnten. Der Leitfaden gestaltete sich wie folgt:

- Kurze Aufklärung zum Grund der Befragung und Vorstellung des Projekts
 - Einverständnis zur Teilnahme an der Umfrage
1. Was haben Sie eingekauft?
 2. Warum haben Sie sich gerade für diese Produkte entschieden? Worauf achten Sie beim Einkaufen? (ggf. Nachfrage zur Relevanz von (Plastik-)Verpackungen, Biolabeln, Regionalität, wenn nicht ohnehin angesprochen)
 3. Warum kaufen Sie in diesem Geschäft ein?
 - a. In welchen weiteren Geschäften kaufen Sie Lebensmittel ein?
 - b. (Discounter und Supermarkt): Haben Sie schon einmal darüber nachgedacht, im Bioladen/Unverpackt-Laden einzukaufen? Wenn ja, aus welchen Beweggründen? Wenn nein, was sind Hindernisse?
 4. Was sagen Sie zu dem Statement: „Plastikverpackungen sind ein Problem?“ (Nachfrage zur Begründung der Antwort)
 5. Soziodemografische Fragen:
 - a. Alter in Kategorien: unter 18, 18–30, 31–45, 46–60, über 60
 - b. Geschlecht
 - c. Anzahl der dauerhaft im Haushalt lebenden Personen
 - d. Beruf
 - e. Höchster Bildungsabschluss

Die Befragungen wurden unter der Woche (Mittwoch, 5. Juni 2019) um die Mittagszeit in einer belebten Straße, im sogenannten „Viertel“ (Ostertor und Steintor), in Bremen durchgeführt. Die Interviewer*innen positionierten sich jeweils in Zweierteams vor den entsprechenden Lebensmittelgeschäften und sprachen die Personen an, die die Geschäfte verließen. An dieser Stelle ist anzumerken, dass Zeit und Ort der Befragungen Einfluss auf die anzutreffenden Personen und somit auf die Ergebnisse hatten. So besteht die Möglichkeit, dass bestimmte gesellschaftliche Gruppen in Abhängigkeit von der Wahrscheinlichkeit, mit der sie zu der gewählten Uhrzeit (Mittagszeit) am Ort der Befragung anzutreffen sind, in der Untersuchung über- oder unterrepräsentiert sind. Es wurden beispielsweise einige Personen angetroffen, die gerade in ihrer Mittagspause waren und daher teilweise keine Zeit für eine Teilnahme an der Befragung hatten. Einige der angesprochenen Personen waren aus anderen Gründen nicht bereit, an der Umfrage teilzunehmen. Hinzu kommt, dass das „Viertel“ von einem vielfältigen kulturellen und kulinarischen Angebot geprägt ist, das unterschiedlichste Menschen und insbesondere viele junge Menschen anzieht. Die Auswahl der Befragten erfolgte daher *selektiv* in Abhängigkeit davon, wer überhaupt angetroffen werden konnte und wer bereit war, an den Kurzinterviews teilzunehmen. Eine *zufällige* Auswahl im Sinne einer quantitativen Befragung wurde nicht vorgenommen, was jedoch bei einer qualitativen Befragung auch nicht angestrebt wird. Dennoch können einige Tendenzen und idealtypische Perspektiven von Verbraucher*innen herausgearbeitet werden, die im Unterkapitel 5.3 dargestellt werden.

Denjenigen Menschen, die sich bereit erklärten, an der ca. fünfminütigen Umfrage teilzunehmen, wurde zunächst das Forschungsprojekt kurz vorgestellt. Das Schlagwort *Plastik* wurde dabei zunächst bewusst nicht erwähnt, um eine problemorientierte Suggestion zu vermeiden. Eine direkte Ansprache des Schlagwortes Plastik hätte aufgrund des zunehmenden öffentlichen Diskurses um Plastik als Umweltproblem zu einer Verzerrung der Antworten im Sinne einer sozialen Erwünschtheit führen können. Soziale Erwünschtheit bedeutet, dass Befragte solche Antworten geben, von denen sie glauben, sie erfüllen eher die sozialen Erwartungen des Gegenübers. Soziale Erwünschtheit lässt sich insbesondere bei Face-to-face-Befragungen nie gänzlich vermeiden, eine offene Haltung des bzw. der Interviewenden in der Interviewsituation sowie offene und beidseitig gepolte Formulierungen der Fragen können dieser jedoch zumindest ein Stück weit entgegenwirken. Bei den Interviews ging es insbesondere darum, das Problemverständnis der Konsument*innen für Plastikverpackungen zu untersuchen. In dieser Hinsicht war es von Interesse, ob die Befragten das Thema Plastik von sich aus erwähnten oder erst nach direkter Ansprache darauf eingingen.

Das Interview selbst wurde zunächst durch eine sogenannte Eisbrecherfrage (Frage 1: Was haben Sie eingekauft?) eingeleitet. Anschließend wurde nach den Gründen für die Kaufentscheidung genau dieser Produkte gefragt, um für den Kauf ausschlaggebende Kriterien herauszufinden. Alternativ oder ergänzend wurde nach den allgemeinen Aspekten, auf die der oder die Konsument*in beim Einkauf achtet, gefragt. Wenn bestimmte Kriterien nicht von den Verbraucher*innen selbst angesprochen wurden, wurde teilweise die Frage nach der Relevanz konkreter Aspekte wie (Bio-)Label, (Plastik-)Verpackungen, Regionalität o.ä. gestellt (Frage 2). Der nächste Fragenblock bezog sich auf die Lebensmittelgeschäfte, in denen die Befragten normalerweise einkaufen und ob sie schon einmal darüber nachgedacht haben, in Bio- oder Unverpackt-Läden einzukaufen, sofern das Konzept bekannt war. Je nach Antwort wurde nach Beweggründen oder Hürden gefragt (Frage 3). Zum Abschluss wurden die Befragten um ein Statement zu der Aussage „Plastikverpackungen stellen ein Problem dar“ gebeten. Teilweise wurde auch direkt die Frage gestellt, ob Plastikverpackungen ein Problem darstellen (Frage 4). Hier sollte schließlich die Reaktion auf die bewusst problemorientierte und prägnant formulierte Aussage zu Plastik als Umweltproblem beobachtet werden. Insgesamt ging es einerseits darum, das grundlegende Problemverständnis der Befragten herauszuarbeiten und andererseits zu schauen, ob die Konsument*innen dem Problemverständnis entsprechend handeln und wenn nein, aus welchen Gründen nicht.

Die Befragungen wurden von unterschiedlichen Teams bestehend aus je zwei Personen durchgeführt. Der Leitfaden diente dabei lediglich als Orientierung. Die Fragen wurden teilweise abweichend formuliert und je nach Gesprächsverlauf angepasst, weggelassen oder ergänzt. Die Antworten der Befragten wurden stichpunktartig protokolliert.

Insgesamt wurden 46 Personen befragt, darunter 18 Männer und 26 Frauen (zwei Personen ohne Angabe zum Geschlecht). Sechs Personen wurden vor einem Unverpackt-Laden befragt, 14 vor einem Bioladen (Alnatura), zwölf vor einem Supermarkt (Rewe)

und 14 vor Discountern (Aldi und Penny). Die befragten Personen waren zwischen unter 18 und über 60 Jahren alt, wobei die meisten Personen im Alter von 18 bis 45 waren. Die ausgeübten Berufe waren durchmischt, von Schüler*in oder Student*in über Personen mit und ohne Berufsausbildung, Angestellten, Beamt*innen, Selbstständigen und Akademiker*innen bis hin zu Rentner*innen. Mehr als die Hälfte der Befragten (27 von 46) hatte mindestens eine (Fach-)Hochschulreife oder einen Hochschulabschluss.

5.2 Auswertung

Die Auswertung der Befragungen erfolgte im Plenum der gesamten Exkursionsgruppe, indem alle Teams die Ergebnisse ihrer Befragungen mündlich vorstellten. Gemeinsam wurden in Anlehnung an die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) und der empirisch begründeten Typenbildung nach Kluge (Kluge 1999) in einem induktiven Verfahren Idealtypen mit verschiedenen Antwortkategorien gefunden. Anzumerken ist, dass es nicht darum geht, die befragten Personen jeweils einer Kategorie zuzuordnen. Mehrere Aussagen ein und derselben Person können in unterschiedliche Kategorien passen. Das Problemverständnis wird in den Kategorien bewusst zugespitzt dargestellt, die Realität gestaltet sich hingegen um ein Vielfaches komplexer. Dennoch zeigen die Kategorien typische Perspektiven und Erklärungsmuster im Umgang mit Plastik, die im Folgenden näher erläutert werden.

5.3 Ergebnisse

In der Auswertung wurden drei Gruppen anhand des Grads und der Art des Problembewusstseins mit insgesamt zehn Untertypen gebildet (vgl. Abb. 54). Die drei Gruppen lassen sich in „Problemverweigerung bzw. Problem unbewusst“ (rosa), „Problemindifferenz“ (gelb) und „großes Problembewusstsein“ (grün) unterteilen.

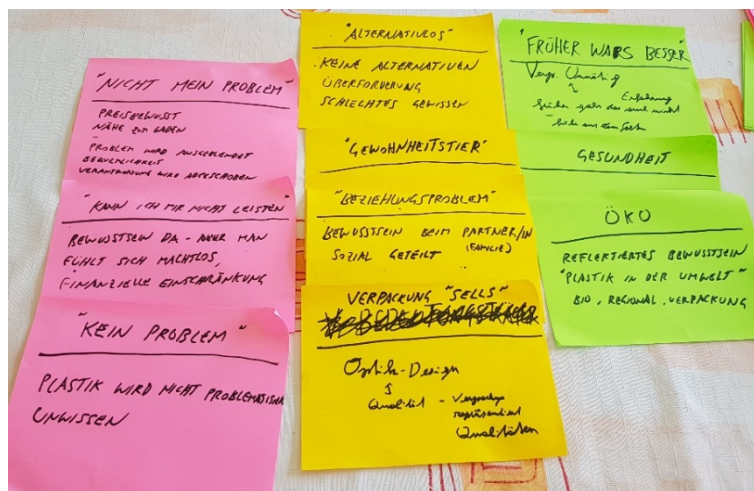


Abbildung 54: Idealtypen als Ergebnis der Konsument*innenbefragung

Foto: Kevin Lenk

Im Folgenden werden die erarbeiteten Idealtypen der verschiedenen Gruppen vorgestellt, erläutert und teilweise mit Beispielen veranschaulicht. Dabei werden die Typen in ihrem Problemverständnis aufsteigend dargestellt.

„Kein Problem“

In sehr wenigen Fällen wurde ein nicht vorhandenes oder sehr niedriges Problembewusstsein festgestellt. Auch auf Nachfrage wurde zum Teil kein Problem in Plastik gesehen. Das nicht vorhandene bis niedrige Problembewusstsein ist vornehmlich auf fehlendes Wissen über die Exposition und Effekte von Plastik zurückzuführen. An dieser Stelle wären daher möglicherweise niedrigschwellige Informations- und Aufklärungsangebote zielführend, um zunächst ein Bewusstsein für die negativen Folgen des intensiven Plastikkonsums zu schaffen.

„Nicht mein Problem“

Der zweite Idealtyp wurde mit der Überschrift „Nicht mein Problem“ betitelt. Die Hauptkriterien für die Kaufentscheidung waren der Preis und die Nähe zum jeweiligen Einkaufsladen. Das Problem der enormen Mengen an Plastikverpackungen wurde ausgeblendet oder als nicht so wichtig bewertet. So äußerte sich eine Befragte wie folgt: „Plastik ist zwar problematisch für die Umwelt, aber nicht für mich persönlich. Plastik landet ja vor allem in Gewässern und dann im Meer“. Hier wird deutlich, dass teilweise ein mangelndes Zusammenhangsverständnis vorliegt, um die Konsequenzen des Plastikkonsums für Umwelt und damit einhergehend auch für Tiere und Menschen zu überblicken. Hinderungsgründe für einen umweltbewussten Konsum waren hier insbesondere ein Defizit an Wissen, aber auch Bequemlichkeit und eine Abschiebung der Verantwortung. Auch an dieser Stelle wären Aufklärungsangebote und Informationen hilfreich, um das Bewusstsein für die Problemrelevanz zu erhöhen und mögliche Alternativen aufzuzeigen, die nicht zwingend mit einem Mehraufwand oder höheren Kosten verbunden sein müssen.

„Kann ich mir nicht leisten“

Charakterisierend für den dritten Idealtyp war, dass zwar teilweise durchaus ein Problembewusstsein festgestellt werden konnte, die Befragten sich aufgrund mangelnder finanzieller Ressourcen jedoch machtlos fühlten. So nannten nahezu alle Befragten den Preis als ein wichtiges Kriterium bei der Kaufentscheidung. Eine Befragte äußerte sich dahingehend, dass es zwar wichtig sei, Verpackungen zu reduzieren, es aber auch eine Preisfrage sei. Eine Vielzahl der Befragten nannte zu hohe Preise als Barriere für das Einkaufen in Bio- oder Unverpackt-Läden. Interessant erscheint, dass eine der Befragten sagte, dass sie das „Gefühl“ habe, dass es im Unverpackt-Laden zu teuer sei. Die Hürde des zu hohen Preises basiert in manchen Fällen also nicht zwingend auf Tatsachen- oder Erfahrungswissen, sondern auf einer Einschätzung, die häufig auch durch den öffentlichen Diskurs geprägt wird. Hinzu

kommt das Gefühl, dass der oder die Einzelne ohnehin nichts ändern könne. Die Verantwortung für Lösungen wurde insbesondere bei der Politik gesehen. An dieser Stelle wurde auch die Frage nach der Priorisierung verschiedener Themen gestellt, das heißt, welche gesellschaftlichen Probleme primär angegangen werden sollten. Welche Priorität Plastik und andere Umweltthemen beispielsweise im Vergleich zu sozialpolitischen Themen einnehmen, ist von Person zu Person unterschiedlich. Plastik scheint aber insgesamt in der öffentlichen Wahrnehmung an Bedeutung gewonnen zu haben, was unter anderem auf eine zunehmende und teilweise plakative Berichterstattung insbesondere zu Plastik in den Meeren zurückzuführen sein könnte.

Hier sind neben Informationen zu kostengünstigen Alternativen auch sozialpolitische Maßnahmen erforderlich, sodass jede*r über die Ressourcen verfügt, um einen nachhaltigen Konsum realisieren zu können.

„Gewohnheitstier“

Der Typ „Gewohnheitstier“ beschreibt Äußerungen, die zwar auf ein durchaus vorhandenes Problemverständnis schließen lassen, bei denen allerdings deutlich wird, dass eine Verhaltensänderung aufgrund von Gewohnheiten und Bequemlichkeit nicht angestrebt wird. Diese Haltung wird in der folgenden Aussage besonders deutlich: „Es ist ein Problem, das in der Theorie natürlich schon angekommen ist. Jedoch ist es aufgrund von Bequemlichkeit nicht so einfach, das Ganze in die Praxis umzusetzen“. Unverpackt-Läden stellen für einige Befragte keine Option dar, da diese (noch) nicht flächendeckend verfügbar und daher für manche schwieriger zu erreichen seien. Einige kritisierten auch den Mehraufwand bei einem Unverpackt-Laden. Man müsse sich vorher überlegen, was man einkaufen möchte und entsprechend eigenes Verpackungsmaterial mitbringen. Ausschlaggebend bei der Wahl des Einkaufsladens war für einige Befragte die Nähe des Geschäfts zur Arbeitsstelle oder zum Wohnsitz.

An dieser Stelle wäre die Frage zu klären, welche Maßnahmen getroffen und welche Anreize geschaffen werden können, die einen nachhaltigen Konsum für die Konsument*innen erleichtern.

„Alternativlos“

Der fünfte Typ ist davon geprägt, dass ein mittleres bis hohes Problemverständnis vorliegt, Plastik aber als alternativlos angesehen wird. Verpackungen seien beispielsweise für die Hygiene notwendig und Plastik sei allgemein nicht mehr aus dem Leben wegzudenken. Gleichzeitig wurde die Masse an Plastikverpackungen häufig problematisiert. Diese Diskrepanz wird in dem folgenden Zitat einer Befragten besonders deutlich: „Natürlich ist das Problem bekannt, jedoch ist es schwer, etwas zu vermeiden, was immer und überall verfügbar ist“.

Unverpackt-Läden wurden teilweise kritisch hinterfragt, da diese keinerlei Zertifizierungen hätten. Man könne nicht sicher sein, dass die Lebensmittel nicht auch in Plas-

tikverpackungen angeliefert wurden. Darüber hinaus biete der Unverpackt-Laden nicht zwingend Bioqualität.

Die Befragten äußerten, dass sie überfordert seien, ein schlechtes Gewissen haben und sich als Einzelne – ähnlich wie beim Idealtyp „Kann ich mir nicht leisten“ – machtlos fühlen. Lösungsansätze wurden wiederum vor allem bei der Politik und weniger im eigenen Verhalten gesehen.

Auch hier können Informationen über alternative Lösungsmöglichkeiten hilfreich sein. Gleichzeitig wird deutlich, dass auch und vor allem die Politik gefordert ist, gesetzliche Regulierungen zu treffen, die verbindlich für Wirtschaft und Industrie gelten, um ein nachhaltiges Wirtschaften zu ermöglichen.

„Beziehungsproblem“

Der sechste Typ dreht sich um den Einfluss des oder der Partner*in auf das Kaufverhalten. Hierbei hat der/die Partner*in, der/die ein größeres Verständnis für die Problematik besitzt, bestenfalls einen positiven Einfluss auf sein/ihr Gegenüber. Durch eine gezielte Auseinandersetzung mit dem Kaufverhalten und durch die Einbindung des/der Partner*in in genau dieses, wird das Problembewusstsein des/der anderen geschärft. Ein gemeinsamer Haushalt kann hierbei einen großen Einflussfaktor auf das gegenseitige Kaufverhalten darstellen, da sich beide Parteien in dieser Hinsicht gegenseitig beeinflussen. So bietet sich die Möglichkeit, das gegenseitige Plastikkonsumverhalten zu analysieren und jeweils Rückschlüsse zu ziehen. Dies gilt natürlich nicht nur für eine Partnerschaft, sondern ebenfalls für einen familiären Haushalt sowie Wohngemeinschaften. Gemeinsame Einkäufe schaffen hierbei Routinen, die sich im Alltag etablieren. Durch die jeweiligen Routinen kann eine Vermittlung innerhalb der Partnerschaft stattfinden, sodass der oder die nicht im selben Umfang informierte Partner*in ein besseres Verständnis entwickeln und sich idealerweise ein reflektiertes Kaufverhalten aneignen kann.

„Verpackung sells“

Der Typ sieben zielt auf die Funktion des Verpackungsdesigns und die Auswirkung dessen auf die Kaufentscheidung ab. Darunter fällt nicht nur die Form und Farbe des Gebrauchsgegenstandes selbst, sondern auch die Vermarktung des Produkts im Supermarkt sowie in der Werbung. Steht ein Produkt im Supermarkt im Sichtfeld der Konsument*innen, so ist die Wahrscheinlichkeit deutlich größer, dass sich die Aufmerksamkeit der Verbraucher*innen genau diesem Produkt widmet. Dadurch geraten andere, teils umweltfreundlicher verpackte Produkte in den Hintergrund. Wenn der Gedanke der gezielten Vermeidung von zusätzlichem Verpackungsmaterial im Supermarkt nicht ständig präsent ist, ist die Verlockung groß, sich vom Verpackungsmaterial sowie von auffälligen Formen und Farben beeinflussen zu lassen. So kann der Effekt entstehen, dass der Wert der Verpackung mit dem eigentlichen Inhalt gleich oder sogar über diesen gestellt wird. Das Produktdesign wird also teils über

den Inhalt gestellt und in der Folge erwerben Konsument*innen Produkte mit weniger Inhalt, jedoch einer „schöneren“ Verpackung. Einer der Befragten äußerte in diesem Zusammenhang, dass die Verpackung der hauptausschlaggebende Faktor für seine Kaufentscheidung sei. Das Produkt müsse schon gut aussehen, „Öko“ sei dabei eher nicht so wichtig.

Auf der anderen Seite ist das gesamtgesellschaftliche Bewusstsein für nachhaltige Verpackungen in den letzten Jahren kontinuierlich gewachsen. Dass ein grundlegendes Umweltbewusstsein immer stärker in der Gesellschaft ankommt, spiegelt sich auch im Verpackungsmarketing wider. „Öko“ wird immer mehr zum Trend, der auch zu Vermarktungszwecken aufgegriffen wird. So werden Produkte zunehmend in ökologisch wirkenden Verpackungen verkauft, sodass den Kund*innen der Eindruck einer umweltschonenden Verpackung suggeriert wird. Ob die Verpackung tatsächlich umweltfreundlicher als konventionelle Verpackungen ist oder lediglich den Anschein erweckt, ist für die Verbraucher*innen dabei jedoch häufig undurchsichtig. Gleichzeitig bietet diese Entwicklung die Möglichkeit, eine größere Nachfrage für tatsächlich umweltfreundlichere Verpackungen zu schaffen und diese am Markt zu etablieren. Transparente Zertifikate mit strengen und klaren Kriterien würden den Verbraucher*innen hierbei eine informierte und bewusste Kaufentscheidung deutlich erleichtern.

„Früher war’s besser“

Der achte Typ befasst sich mit der Überzeugung, dass in der Vergangenheit ein deutlich besseres Verständnis für Plastikkonsum geherrscht habe. Demnach soll die ältere Generation ein stärkeres Bewusstsein für den Umgang mit Plastikverpackungen besitzen. Da diese Generation mit wenig Verpackungsmaterial und gerade nicht mit einer „Wegwerf-Mentalität“ aufgewachsen sei, herrsche ein anderer Umgang sowie ein anderes Verhältnis zu Verpackungsmaterial. Die befragten Konsument*innen, deren Aussagen diesem Typ zugeordnet werden können, äußerten sich dahingehend, dass sich in der älteren Generation ein Bewusstsein der Vermeidung von Plastikverpackungen anerzogen sei, welches immer noch die gegenwärtigen Kaufentscheidungen beeinflusse. Früher hätten kaum Plastikverpackungen zur Auswahl gestanden und dementsprechend hätten sie gelernt, ohne diese oder zumindest mit Plastikverpackungen in geringem Umfang auszukommen.

Nicht verpackte Lebensmittel würden demnach häufig präferiert und die Plastiktüte werde durch den mitgebrachten Stoffbeutel ersetzt. Es werde also präventiv gehandelt und das Kaufverhalten werde im Voraus durchdacht. Der Gang in den Supermarkt werde vermehrt geplant und selten spontan entschieden, sodass der Griff zu plastikverpackten Produkten oft nur in Ausnahmefällen erfolge.

„Gesundheit“

Der neunte Idealtyp beschreibt Konsument*innen, die aus gesundheitlichen Gründen großen Wert auf die Inhaltsstoffe der Produkte legen. Hierbei wird beim Produktkauf die Frage gestellt, welche positiven oder negativen Auswirkungen die Nahrung auf die Gesundheit hat. Zudem stellt sich die Frage nach möglichen schädlichen Chemikalien, die aus Plastikverpackungen in die Nahrungsmittel übergehen können. Aufgrund der Tatsache, dass der bzw. die Konsument*in sich mit der eigenen Gesundheit auseinandersetzt und diese eine hohe Relevanz bei der Kaufentscheidung hat, wird häufig ebenfalls auf Umweltaspekte geachtet. Das Produkt soll demnach nicht nur gut für den oder die Konsument*in sein, sondern auch gut für die Umwelt. Vor diesem Hintergrund trägt die Frage der Verpackung ebenfalls zur Kaufentscheidung bei.

„Öko“

Der zehnte Typ befasst sich mit Vertreter*innen einer besonders bewussten und nachhaltigen Lebenseinstellung. Der Fokus liegt hierbei auf der Qualität der Produkte sowie auf Fragen nach der Herkunft, der Produktion und dem Transport. Viele Befragte, deren Aussagen sich dieser Kategorie zuordnen lassen, achten besonders auf Bioprodukte, Regionalität, Saisonalität und auf eine möglichst weitreichende Vermeidung von Verpackungen. Der „Öko“ setzt sich also bewusst mit den Auswirkungen des eigenen Handelns auf die Umwelt auseinander. Er bzw. sie möchte möglichst reflektiert agieren und achtet deswegen bewusst auf umweltfreundliche Alternativen. Um dieses Ziel zu erreichen, werden Informationsquellen über die üblichen Quellen hinaus genutzt. Das Problemverständnis ist daher aufgrund einer fundierten Wissensbasis sehr ausgeprägt und differenziert, diese kann aber auch zu übertriebenen und/oder falschen Problematisierungen führen.

Der Idealtypus des „Öko“ wurde grundsätzlich in allen Kategorien von Lebensmittelgeschäften beobachtet, war jedoch erwartungsgemäß besonders stark bei Befragungen vor dem Bioladen (Alnatura) und dem Unverpackt-Laden vertreten.

Die folgenden Tabellen (Tab. 10 und 11) enthalten eine Übersicht der soziodemografischen Daten und des Problemverständnisses der Befragten vor den verschiedenen Lebensmittelgeschäften.

Tabelle 10:

Übersicht der Konsument*innenbefragung im Unverpackt-Laden und Alnatura

Unverpackt-Laden	Anzahl Befragte 6	Alnatura	Anzahl Befragte 14
Alter		Alter	
unter 18		unter 18	1
18–30	1	18–30	2
31–45	2	31–45	6
46–60	2	46–60	3
über 60	1	über 60	2
Geschlecht		Geschlecht	
m	2	m	7
w	4	w	7
k.A.		k.A.	
Berufe		Berufe	
Beamte*in	1	Schüler*in	1
Verwaltungsangestellte*r	1	Student*in	2
Journalist*in	1	Therapeut*in	1
Psychoanalytiker*in	1	Rentner*in	1
Ärzt*in	1	Theaterangestellte*r	1
k.A. / nicht gefragt	1	k.A. / nicht gefragt	8
Höchster Bildungsabschluss		Höchster Bildungsabschluss	
ohne		ohne	1
Hauptschule		Hauptschule	
Mittlere Reife	1	Mittlere Reife	1
(Fach-)Hochschulreife	1	(Fach-)Hochschulreife	4
Berufsausbildung		Berufsausbildung	
Bachelor	1	Bachelor	
Master / Diplom / Staatsexamen	2	Master / Diplom / Staatsexamen	7
Promotion und höher	1	Promotion und höher	
k.A. / nicht gefragt		k.A. / nicht gefragt	1
Problemverständnis		Problemverständnis	
hoch	6	hoch	9
mittel		mittel	5
niedrig		niedrig	

Tabelle 11:

Übersicht der Konsument*innenbefragung im Rewe und zwei Discounter (Penny/Aldi)

Rewe		Anzahl Befragte 12	Discounter (Penny / Aldi)		Anzahl Befragte 14
Alter			Alter		
unter 18		4	unter 18		
18–30		4	18–30		4
31–45			31–45		3
46–60		4	46–60		4
über 60		4	über 60		3
Geschlecht			Geschlecht		
m		5	m		4
w		6	w		9
k.A.		1	k.A.		1
Berufe			Berufe		
Student*in		2	Doktorand*in Kunstgeschichte		1
Schüler*in		1	Schüler*in		1
Rentner*in		4	Rentner*in		3
Psycholog*in		1	Spediteur*in		1
Werbekaufmann / -frau		1	Buchbinder*in		1
Ausbildung zahnmed. Ass.		1	IT-Branche		1
Freiberufl. Gesangslehrer*in + Sänger*in + öffentl. Dienst		1	Erzieher*in		1
Selbst. freie Wirtschaft		1	Paketzusteller*in		1
			Lehrer*in		1
			Augenoptiker*in		1
k.A. / nicht gefragt			k.A. / nicht gefragt		2
Höchster Bildungsabschluss			Höchster Bildungsabschluss		
ohne			ohne		
Hauptschule			Hauptschule		1
Mittlere Reife		1	Mittlere Reife		2
(Fach-)Hochschulreife			(Fach-)Hochschulreife		2
Berufsausbildung		1	Berufsausbildung		1
Bachelor		2	Bachelor		3
Master / Diplom / Staatsexamen		2	Master / Diplom / Staatsexamen		1
Promotion und höher		1	Promotion und höher		
k.A. / nicht gefragt		5	k.A. / nicht gefragt		4
Problemverständnis			Problemverständnis		
hoch		5	hoch		3
mittel		4	mittel		7
niedrig		3	niedrig		4

5.4 Diskussion und Fazit

Die Befragung der insgesamt 46 Personen ergab eine Vielzahl von Erkenntnissen. Die dargestellten Idealtypen sind als Konstruktionen zu verstehen, die in der Realität nicht in Reinform, sondern vielmehr in Mischformen beobachtet werden können. Dennoch verdeutlichen die Idealtypen mit ihren jeweiligen Kategorien typische Erklärungs-, Rechtfertigungs- und Verhaltensmuster. Die Bildung von Idealtypen kann hilfreich sein, um jeweils zielgruppengerechte Aufklärungsarbeit zu konzipieren und umzusetzen. Die Untersuchung kann somit Anregungen liefern, um Maßnahmen zu entwickeln, die den Verbraucher*innen in Zukunft einen nachhaltigeren Konsum erleichtern und Barrieren abbauen.

Grundsätzlich wurde ein relativ weitreichendes Problemverständnis in allen Lebensmittelgeschäften beobachtet. Ein niedriges oder nicht vorhandenes Problemverständnis konnte nur in sehr wenigen Fällen festgestellt werden. Sowohl bei Kund*innen von Discountmärkten als auch bei Konsument*innen, die vornehmlich Produkte aus dem Bioladen und dem Unverpackt-Laden beziehen, zeigte sich insgesamt ein hohes Niveau des Problembewusstseins. Dennoch stieg das Bewusstsein verhältnismäßig vom Discounter über den Supermarkt und den Bioladen bis hin zum Unverpackt-Laden. Damit konnte unsere untersuchungsleitende Hypothese bestätigt werden.

Das größtenteils vorhandene Problemverständnis führte allerdings nicht zwingend automatisch zu entsprechenden Verhaltens- oder Konsumveränderungen. Häufig war die Problematik von Plastikverpackungen zwar bekannt, es fehlte den Konsument*innen aus ihrer subjektiven Sicht jedoch häufig an praktikablen Alternativen für einen nachhaltigen Konsum. Diese Wahrnehmung fehlender Alternativen kann einerseits auf einen tatsächlichen Mangel bzw. eine auszubauende Verfügbarkeit von praktikablen Alternativen zurückzuführen sein, andererseits kann auch fehlendes Wissen einen Grund für die häufig geäußerte Perspektivlosigkeit darstellen. Die Problemperspektive hängt in diesem Kontext immer auch vom jeweiligen Bildungshintergrund und den individuellen Möglichkeiten zur Aufklärung sowie zu entsprechendem Verhalten ab.

Als Hinderungsgründe für einen nachhaltigeren Konsum wurden vor allem finanzielle Mehrkosten, Bequemlichkeit bzw. mangelnde Erreichbarkeit und Verfügbarkeit sowie eine Intransparenz im Hinblick auf die Klima- bzw. Umweltbilanz genannt. Gerade die Inflation von Öko- und Biolabeln und das Überangebot an Produkten erschweren es den Verbraucher*innen, sich über den jeweiligen ökologischen Fußabdruck der Produkte zweifelsfrei zu informieren und eine entsprechende Kaufentscheidung zu treffen.

Plastik ist ein in unserer Gesellschaft ubiquitäres Material, was ökologische Auswirkungen auf die Umwelt hat. Die Gründe hierfür sind vielfältig und erstrecken sich von den Materialeigenschaften, also der Persistenz von Plastik, über die umfassende Verwendung bzw. Verarbeitung von Plastik bis hin zu den Konsum- und Entsorgungspraktiken und Verhaltensweisen wie beispielsweise Littering. Ebenso vielfältig

gestalten sich die Lösungsansätze, die von an den Subjekten ansetzenden Vorschlägen bis hin zu politisch-regulatorischen Ansätzen reichen. Die Umsetzbarkeit der Lösungsansätze ist dabei abhängig von den verschiedenen, teilweise divergierenden Interessen der verschiedenen Akteure und deren Machtpositionen innerhalb der Gesellschaft. Als Schlussfolgerung lässt sich festhalten, dass grundsätzlich jede*r Einzelne etwas am eigenen Konsumverhalten verändern kann. Die Verantwortung sollte allerdings nicht ausschließlich an Endverbraucher*innen abgegeben werden. In der Befragung wurde deutlich, dass insbesondere die Politik gefordert ist. Hier sind transparente, gesetzliche Regulierungen notwendig, die verbindlich für Wirtschaft und Industrie gelten, sodass die Produktion und das Angebot grundlegend nachhaltiger werden. Neue Technologien und Innovationen für nachhaltigere Produktion, Entsorgung oder Alternativen für Plastikverpackungen sind ein Schritt in die richtige Richtung, reichen allein jedoch nicht aus. Es bedarf eines Umdenkens in der gesamten Gesellschaft weg von einer Überproduktion und einem Überangebot hin zu einer an den tatsächlichen Bedarfen orientierten Produktion. Aufgrund der Profitorientierung innerhalb der Wirtschaft erscheint eine ausschließlich freiwillige Verpflichtung nicht ausreichend, sodass gesetzliche Regulierungen notwendig werden. Die reine Profitorientierung muss durch ein nachhaltiges, sozial gerechtes und umweltbewusstes Agieren wirtschaftlicher Akteure abgelöst werden. Die Umwelt ist die Grundlage allen Lebens und Handelns. Vor diesem Hintergrund dürfen wirtschaftlicher Profit und Wachstum nicht über den Umweltschutz gestellt werden. Um entsprechende Regelungen konsequent verabschieden und umsetzen zu können, ist einerseits politisch konsequentes Handeln und andererseits eine entsprechende Akzeptanz in Gesellschaft und Wirtschaft erforderlich, was wiederum das Bedürfnis nach gesamtgesellschaftlicher Aufklärungsarbeit mit sich zieht. Dennoch können auch Bewusstseinsbildung und Verhaltensänderungen Einzelner zu einer größeren, gesamtgesellschaftlichen Aufmerksamkeit beitragen, die wiederum strukturelle und regulatorische Veränderungen überhaupt erst ermöglicht. Insofern stehen subjektive und politisch-regulatorische Lösungsansätze in ständiger Wechselwirkung zueinander.

6 Fazit

Johanna Kramm, Lukas Sattlegger, Carolin Völker, Lisa Zimmermann

Die Lehrveranstaltung verfolgte das Ziel, Kompetenzen im Bereich der sozial-ökologischen Analyse und der interdisziplinären Zusammenarbeit zu stärken. Die Exkursion zur sozial-ökologischen Problematik „Plastik in der Umwelt“ eignete sich dabei auszeichnet, um „hands on“ Einblicke und Wissen zu dieser Thematik zu generieren. Durch die unterschiedlichen inhaltlichen und methodischen Schwerpunkte konnten die Studierenden einen umfassenden Einblick in sowohl naturwissenschaftliche als auch sozialwissenschaftliche Forschung und Methodik erlangen. Durch die intensiven Diskussionen und den verschiedenen Arbeitsformaten erweiterten die Studierenden zudem ihr Wissen bezüglich des Forschungsansatzes, des methodischen Vorgehens und der Begriffe anderer Disziplinen. Die Exkursion bot die Möglichkeit einer Erprobung der unterschiedlichen wissenschaftlichen Vorgehensweisen. Mithilfe des Konzepts der sozial-ökologischen Systeme (SES) konnten die verschiedenen Disziplinen konzeptionell zusammengebracht werden.

Bei den Ausflügen ins Watt und die Salzwiesen haben die Teilnehmer*innen der Exkursion nicht nur zwei wichtige Küstenökosysteme durch Beobachtung kennengelernt, sondern auch durch aktives Bestimmen der Tier- und Pflanzenarten. Dabei wurden einerseits die Charakteristika (z.B. Anpassung an den erhöhten Salzgehalt) und die natürliche Zusammensetzung dieser Ökosysteme erfasst. Andererseits wurden auch anthropogene Einflüsse und deren Folgen beobachtet, z.B. der Rückgang von Salzwiesen durch das Errichten von Deichen und das Nutzbarmachen der gewonnenen Flächen durch die Landwirtschaft. Aber nicht nur der Einfluss der Landwirte und der lokalen Bevölkerung im Allgemeinen, sondern auch das Einwirken des Tourismus auf die Küstenregion wurde insbesondere während des Küstenmonitorings deutlich. Die eigene Durchführung des Monitorings von „Marine Litter“ nach dem OSPAR-Leitfaden stellte zugleich eine Verbindung zu der Thematik „Plastik in der Umwelt“ und möglichen Kontrollmechanismen her. Durch den Austausch zwischen den Studierenden unterschiedlicher Fachrichtungen und das gegenseitige Näherbringen inhaltlicher sowie praktischer Expertise (z.B. Pflanzenbestimmung) während der Besuche der Küstenlandschaften, wurden Kompetenzen der interdisziplinären Zusammenarbeit aktiv erworben.

Zudem hat die Exkursion den Studierenden ermöglicht, verschiedene Akteure im Problemkontext „Plastik in der Umwelt“ kennenzulernen und in ihrem je unterschiedlichen Problemzugang zu verstehen. Es wurde etwa deutlich, wie ein aktivistischer Zugang beim BUND sich zwar auf eine wissenschaftliche Position wie der des AWI bezieht, sich aber in der Problemwahrnehmung und Problembearbeitung dennoch von dieser unterscheidet. Oder wie sich die öffentliche Kläranlage eher reaktiv als Dienstleister, der sich den veränderten Anforderungen anpasst, darstellt, während sich Bionatic als Verpackungsunternehmen aktiv als technologische Alternative positioniert. Die Gegenüberstellung dieser unterschiedlichen Problemzugänge ermöglichte den Studierenden zum einen eine differenzierte Problembewertung zu entwickeln

und zum anderen, eine Vorstellung von der Komplexität transdisziplinär-partizipativer Problembearbeitung zu bekommen.

In der abschließend geführten Nachbesprechung hoben die Studierenden hervor, dass der Besuch der Veranstaltung für sie den Stellenwert interdisziplinärer Zusammenarbeit und die Perspektive fachfremder Disziplinen zur Problemanalyse verdeutlichte. So wurde betont, dass die eigene Perspektive durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit auf positive Art und Weise erweitert wurde. Die Studierenden konnten zudem nach der Veranstaltung einen deutlich konkreteren Problembezug und Forschungsgegenstand ihrer eigenen Disziplin benennen. Dieser bezog sich stark auf die in der Exkursion erlernten Inhalte, weshalb angenommen werden kann, dass hier nicht die interdisziplinäre Ausrichtung der Veranstaltung ausschlaggebend war, sondern die disziplinären, praktischen Erfahrungen, die während der Exkursion gemacht wurden.

Insgesamt zeigte sich, dass durch den Besuch der Veranstaltung und die Anwendung interdisziplinärer Methoden, Kompetenzen für die interdisziplinäre Zusammenarbeit erworben werden konnten. Dies war sicherlich auf einer einwöchigen Veranstaltung nur eingeschränkt möglich. Dennoch kann davon ausgegangen werden, dass bei den Studierenden zumindest eine erhöhte Sensibilität für die Herausforderungen im Umgang mit fachfremden Disziplinen und die Bedeutung interdisziplinärer Teamarbeit erreicht wurde.

Für die zukünftige Lehre in der Sozialen Ökologie ergeben sich aus der Veranstaltung einige wichtige Erkenntnisse. So wurden in bisherigen Lehrveranstaltungen im Modul Soziale Ökologie an der Goethe-Universität Frankfurt unterschiedliche Themen größtenteils theoretisch bearbeitet. Neben der Theorie ist aber vor allem die Anwendung von Theorien und Methoden im interdisziplinären Kontext bedeutend für den Wissenszuwachs bei den Studierenden. Das heißt, dass insbesondere Exkursionen ein guter Lernort sind, da hier besonders anschaulich Auswirkungen von Umweltproblemen und deren gesellschaftliche Ursachen vermittelt bzw. selbständig in praktischen Übungen von den Studierenden erarbeitet werden können. Besonderer Wert sollte in dieser Art der Lehrveranstaltung daraufgelegt werden, die Studierenden von Beginn an auf verschiedene Herausforderungen aufmerksam zu machen, sie dann aber selbständig in möglichst interdisziplinärer Zusammensetzung gemeinsam arbeiten und diskutieren zu lassen, da hier für die Teilnehmer*innen der Exkursion der Wissenszuwachs am höchsten erschien.

7 Literaturverzeichnis

- Alfred-Wegener-Institut (2019): Profil. <https://www.awi.de/ueber-uns/organisation/profil.html> (23.09.2019)
- Backhaus, Christine/Kai-Uwe Bohn/Wolfgang Heumer/Axel Kölling/Annemarie Struß-von Poellnitz/Anne-Katrin Wehrmann (2016): Bremen bewegt – Der Hafen- und Logistikstandort. 2., völlig neue Ausgabe. Oldenburg
- Barnes, Richard L. (2011): Regulating the disposal of cigarette butts as toxic hazardous waste. Tobacco control 20 (Suppl 1), i45–i48
- Becker, Egon (2006): Historische Umbrüche. In: Becker, Egon/Jahn, Thomas (Hg.): Soziale Ökologie. Grundzüge einer Wissenschaft von den gesellschaftlichen Naturverhältnissen. Frankfurt am Main, 32–53
- Becker, Egon/Thomas Jahn/Diana Hummel (2006): Gesellschaftliche Naturverhältnisse. In: Becker, Egon/Jahn, Thomas (Hg.): Soziale Ökologie. Grundzüge einer Wissenschaft von den gesellschaftlichen Naturverhältnissen. Frankfurt/New York, 174–197
- Bionatic (2019): EcoStep. <https://www.bionatic.com/ecostep> (25.09.2019)
- Bremerhavener Entsorgungsgesellschaft mbH (2019): Müll-Heiz-Kraftwerk. <https://beg-bhv.de/kommunen/leistungen/muell-heiz-kraftwerk> (25.09.2019)
- Brito, Ana C./Sara Saraiva/Ricardo F. de Lima (2012): The Role of Science in Society: Challenges in a Time of Global Changes. Journal of Ecosystem & Ecography 2, 5
- Bruckmeier, Karl (2013): Natural resource use and global change. New interdisciplinary perspectives in social ecology. New York
- BUND Magazin (2019): Landesverband Bremen. Jahresbericht 2018. <https://www.bund-bremen.net/fileadmin/bremen/Publikationen/BUNDmagazin/bund-magazin-1901.pdf> (09.10.2019)
- Bundesamt für Naturschutz (2019): OSPAR Konvention. <https://www.bfn.de/themen/meeresnaturschutz/internationale-aktivitaeten/ospar.html> (17.09.2019)
- Bundesamt für Naturschutz (2018): Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordost-Atlantiks (Oslo-Paris Konvention, OSPAR) (1992). <https://www.bfn.de/themen/internationaler-naturschutz/abkommen-und-programme/steckbriefe-meeresnaturschutz/ospar.html> (17.09.2019)
- Bundesamt für Naturschutz (2012): Watten im Elbe-Weser-Dreieck Jadebusen. https://www.bfn.de/landschaften/steckbriefe/landschaft/show/61202.html?tx_isprofile_pi1%5Bbundesland%5D=14&tx_isprofile_pi1%5BbackPid%5D=13857&tcHash=218235491d9368e0e51f3682e029bd92 (02.10.2019)
- Bundesanstalt für Landeskunde und Raumordnung (1961): Blatt 37/38: Wilhelmshaven/Norden (Sofie Meisel). <http://geographie.giersbeck.de/karten/038.pdf> (02.10.2019)

- Chetty, Lee-Roy (2012): The role of science and technology in the developing world in the 21st century. <https://ieet.org/index.php/IEET2/more/chetty20121003> (09.10.2019)
- Defila, Rico/Antonietta Di Giulio (1996): Voraussetzungen zu interdisziplinärem Arbeiten und Grundlagen ihrer Vermittlung. In: Ökologie und Interdisziplinarität – eine Beziehung mit Zukunft?, 125–142
- EUR-Lex (2017): OSPAR-Übereinkommen. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=LEGISSUM:l28061> (17.09.2019)
- Fischer-Kowalski, Marina/Helga Weisz (2016): The Archipelago of Social Ecology and the Island of the Vienna School. In: Haberl, Helmut/Fischer-Kowalski, Marina/Krausmann, Fridolin/Winiwarter, Verena (Hg.): Social ecology. Society-nature relations across time and space. Human-environment interactions, 5. Cham, 3–28
- Flick, Uwe (2017): Qualitative Sozialforschung. Eine Einführung. 8. Auflage August 2017. rororo 55694 Rowohlts Enzyklopädie. Reinbek bei Hamburg
- Gawin, Izabella/Dieter Schulze (2017): CityTrip Bremen. 7., neu bearbeitete und komplett aktualisierte Auflage. Bielefeld
- Gemeinde Butjadingen (2011): Wirtschaft. <https://www.gemeinde-butjadingen.de/wirtschaft> (09.10.2019)
- Gesing, Friederike (2016): Working with nature in Aotearoa New Zealand: An ethnography of coastal protection
- Gesing, Friederike/Michi Knecht/Michael Flitner/Katrin Amelang (Hg.) (2019): NaturenKulturen. Denkräume und Werkzeuge für neue politische Ökologien. Edition Kulturwissenschaft 146. Bielefeld
- Hämer, Julia/Lars Gutow/Angela Köhler/Reinhard Saborowski (2014): Fate of microplastics in the marine isopod *Idotea emarginata*. Environmental Science & Technology 48 (22), 13451–13458
- hanseWasser (2019): Kläranlagen. <https://www.hansewasser.de/wir-fuer-bremen/daseinsvorsorge-fuer-die-stadt/klaeranlagen/>
- Heitkämper, Svenja/Lisa Schmidt/Johanna Waldeck/Malte Wördemann (2009): Tidenfenster Wesermarsch. Projektbericht
- Higgins, Paul (2011): The role of science in society. <https://www.ametsoc.org/index.cfm/ams/policy/learn-the-ropes/science-and-society/the-role-of-science-in-society/>
- Hillmann, Karl-Heinz/Günter Hartfiel (2007): Wörterbuch der Soziologie. 5., vollst. überarb. und erw. Aufl., Stuttgart: Kröner
- Hummel, Diana/Thomas Jahn/Florian Keil/Stefan Liehr/Immanuel Stieß (2017): Social Ecology als Critical, Transdisciplinary Science – Conceptualizing, Analyzing, and Shaping Societal Relations to Nature. Sustainability 9 (7), 1–20
- Hummel, Diana/Thomas Jahn/Engelbert Schramm (2011): Social-ecological analysis of climate induced changes in biodiversity. Outline of a research concept. BiK-F Knowledge Flow Paper, 11. Frankfurt am Main

- Jambeck, Jenna R./Roland Geyer/Chris Wilcox/Theodore R. Siegler/Miriam Perryman/Anthony Andrady/Ramani Narayan/Kara Lavender Law (2015): Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* 347 (6223), 768–771
- Kluge, Susann (1999): Empirisch begründete Typenbildung. Zur Konstruktion von Typen und Typologien in der qualitativen Sozialforschung, Opladen: leske+budrich
- Konsortium Deutsche Meeresforschung e.V. (2019): Ocean Plastics Lab. <https://oceanplasticslab.net/de/uber/> (29.09.2019)
- Korez, Špela/Lars Gutow/Reinhard Saborowski (2019): Microplastics at the strandlines of Slovenian beaches. *Marine Pollution Bulletin* 145, 334–342
- Kramm, Johanna/Carolin Völker (2018): Understanding the risks of microplastics. A social-ecological risk perspective. In: Wagner, Lambert (Hg.) 2018 – Freshwater microplastics, 223–237
- Künneemann, Thorsten-D (1997): Salzwiesen. Überleben zwischen Land und Meer. Oldenburg
- Lejano, Raul P./Daniel Stokols (2013): Social ecology, sustainability, and economics. *Ecological Economics* 89, 1–6
- Mayring, Philipp (2015): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. 12. überarb. Aufl. Weinheim
- National Academies Press (1995): On being a scientist: responsible conduct in research. *The scientist in society*. <https://www.nap.edu/read/4917/chapter/13> (29.09.2019)
- Nationalpark Wattenmeer (2014a): Salzwiese. <https://www.nationalpark-wattenmeer.de/natur-des-wattenmeeres/lebensraeume/salzwiese> (02.10.2019)
- Nationalpark Wattenmeer (2014b): Weltnaturerbe Wattenmeer: Ökosystem und Prozesse. <https://www.nationalpark-wattenmeer.de/nds/weltnaturerbe/oekosystem-und-prozesse> (02.10.2019)
- Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer (2014): Natur erleben. Langwarder Groden. Ein Wegweiser. https://www.nationalpark-wattenmeer.de/sites/default/files/media/pdf/flyer_langwarder_groden_web.pdf (16.10.2019)
- Nordwest Zeitung (2019a): Müllsammelaktion in der Wesermarsch. 150 Helfer trotzen Wind und Regen in Butjadingen. https://www.nwzonline.de/wesermarsch/wirtschaft/butjadingen-nordenham-muellsammelaktion-in-der-wesermarsch-150-helfer-trotzen-wind-und-regen-in-butjadingen_a_50,4,957487041.html (08.10.2019)
- Nordwest Zeitung (2019b): World-Cleanup-Day Am Tossenser Friesenstrand. Maskottchen Orry animiert zum Aufräumen. https://www.nwzonline.de/wesermarsch/bildung/tossens-world-cleanup-day-am-tossenser-friesenstrand-maskottchen-orry-animiert-zum-aufräumen_a_50,5,3947819084.html (08.10.2019)
- OSPAR Commission (2019a): Introduction from the Executive Secretary. <https://www.ospar.org/about/introduction> (08.10.2019)

- OSPAR Commission (2019b): Marine Litter. <https://www.ospar.org/work-areas/eiha/marine-litter> (17.10.2019)
- OSPAR Commission (2014): Marine litter regional action plan. <https://www.ospar.org/documents?v=34422> (17.10.2019)
- OSPAR Commission (2010): Guideline for monitoring marine litter on the beaches in the OSPAR maritime area. <https://www.ospar.org/documents?v=7260> (17.10.2019)
- PlasticsEurope (2018): Plastics – the Facts 2018. https://www.plasticseurope.org/application/files/6315/4510/9658/Plastics_the_facts_2018_AF_web.pdf (02.10.2019)
- Ramirez, J. Martin/Juan Cayón-Peña (2017): The Role of Scientists in a Human-centered Society. *Cadmus* 3 (2), 113
- Regan, Áine/Maeve Henchion (2017): Social media: can it connect science and society? *Teagasc research* 12, 38–39
- Richter, Burton (1995): The Role of Science in Our Society. *Physics Today* 48 (9), 43–47
- Rull, Valentí (2014): The most important application of science. *EMBO reports* 15 (9), 919–922
- Schaefer, Matthias (2002): *Wörterbuch der Ökologie*. 3. Auflage. Jena
- Slaughter, Elli/Richard M. Gersberg/Kayo Watanabe/John Rudolph/Chris Stransky/Thomas E. Novotny (2011): Toxicity of cigarette butts, and their chemical components, to marine and freshwater fish. *Tobacco control* 20 (Suppl 1), i25–i29
- Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2019): Bruttoinlandsprodukt in Schleswig-Holstein 2018. Wirtschaftswachstum über Bundesdurchschnitt. https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Presseinformationen/SI19_047.pdf (09.10.2019)
- Statistisches Bundesamt (2019): GENESIS-Online Datenbank. <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/link/tabelleErgebnis/51000-0030&sachmerkmal=DLANDX&sachschluessel=04> (09.10.2019)
- Statistisches Landesamt Bremen (2019): Abgeschwächtes Bevölkerungswachstum im Land Bremen 2018
- Süddeutsche Zeitung (2019): Vermülltes Idyll. <https://projekte.sueddeutsche.de/artikel/wirtschaft/deutscher-plastikmuell-verschmutzt-malaysia-e590969/> (02.10.2019)
- Thiel, Martin/Iván A. Hinojosa/Tanja Joschko/Lars Gutow (2011): Spatio-temporal distribution of floating objects in the German Bight (North Sea). *Journal of Sea Research* 65 (3), 368–379
- Umweltbundesamt (2019): Indikator: Plastikmüll in der Nordsee. <https://www.umweltbundesamt.de/indikator-plastikmuell-in-der-nordsee#textpart-1> (17.10.2019)

- von Moos, Nadia/Patricia Burkhardt-Holm/Angela Köhler (2012): Uptake and effects of microplastics on cells and tissue of the blue mussel *Mytilus edulis* L. after an experimental exposure. *Environmental Science & Technology* 46 (20), 11327–11335
- Weingart, Peter (2006): *Die Wissenschaft der Öffentlichkeit. Essays zum Verhältnis von Wissenschaft, Medien und Öffentlichkeit*. 2. Aufl. Weilerswist
- Wirtschaftsförderung Bremen GmbH (2019): Große Unternehmen in Bremen. Liste der größten Firmen und Arbeitgeber in der Hansestadt. <https://www.wfb-bremen.de/de/page/wirtschaftsstandort-bremen/grosse-unternehmen-in-bremen> (09.10.2019)
- Wittig, Rüdiger/Bruno Streit (2004): *Ökologie*. UTB Basics 2542. Stuttgart
- World Health Organization (2017): Tobacco and its environmental impact: an overview