


NATÜRLICH
KUNST
STOFF

DIE FASZINATION DER KÜNSTLICHEN STOFFE.

THEORETISCHER TEIL



NATÜRLICH KUNSTSTOFF.
Die Faszination der künstlichen Stoffe.

Theoretischer Teil
Carolina Bergedieck

© Bremen 2020

Ausarbeitung und Gestaltung „Natürlich Kunststoff. Die Faszination der künstlichen Stoffe.“
Theoretischer Teil von Carolina Bergedieck

Betreuung: Professor Oliver Niewiadomski und Professor Alexander Sahoo
Hochschule für Künste Bremen

Druck: Druckerei Brüggemann GmbH
Bindung: Carolina Bergedieck

**EINLEITUNG**

Kaum ein Material ist wandelbarer und faszinierender als Kunststoff.

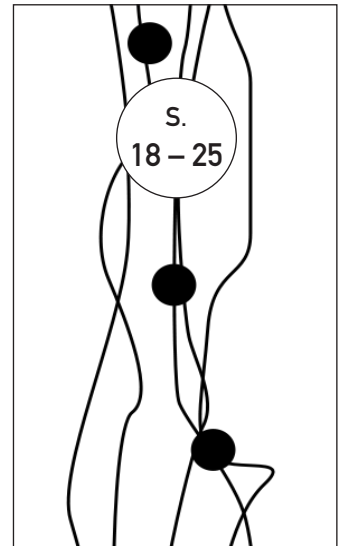
**GESCHICHTE**

Vorzeit

Frühzeit
+ Ersatzstoff-Kette

Neuzeit

Gegenwart

**GLOSSAR**

Kunststoff vs. Plastik

Mono und Poly

Polyreaktionen
+ Polymerisation
+ Polyaddition
+ Polykondensation

Die Drei
+ Thermoplaste
+ Duroplaste
+ Elastomere

Kürzen

Entsorgen



S.
26 – 29

KURZGESCHICHTE I

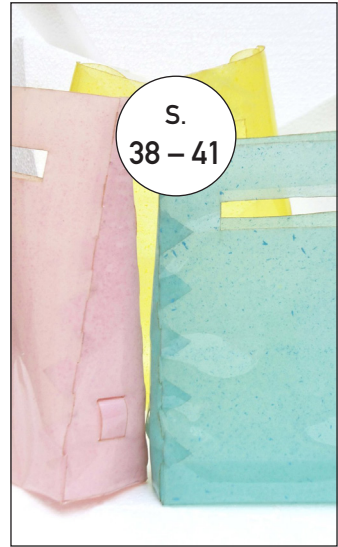
Was würde passieren, wenn sich der gesamte Kunststoff über Nacht in Luft auflösen würde?



S.
34 – 37

MAIS, MILCH UND FISCH

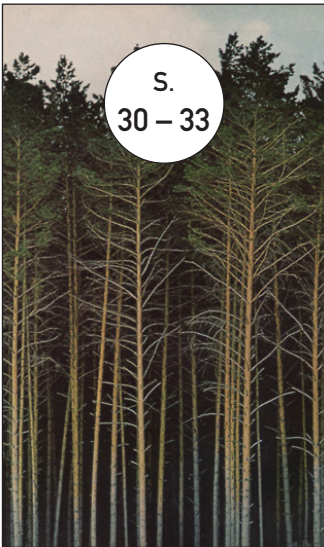
Es werden weiter neue Ersatzstoffe für bestehende Stoffe gesucht und gefunden, die wiederum mit neuen ausgetauscht werden — es ist eine nicht endende Kette.



S.
38 – 41

ICH, DESIGNERIN

Als integrierte Designerin betrachte ich nicht nur einen Bereich, sondern behandle Themen fachübergreifend.



S.
30 – 33

KURZGESCHICHTE II

Was würde passieren, wenn der Kunststoff nie erfunden worden wäre?

Primärliteratur
 Bracher, Eva
 Hausrat aus Plastic: Alltagsgegenstände aus Kunststoff in Deutschland in der Zeit von 1945 bis 1969
 Weimar: Verlag und Anstalt des öffentlichen Rechts, 2002
 Prof. Dr. Braun, Dirk
 Kleine Geschichte des Kunststoffs
 München: Carl Hanser Verlag, 2011
 Koltzenburg, Sebastian
 Polymere/Synthese und Anwendungen
 Heidelberg: Springer-Verlag, 2014
 Dr. Dr. h. c. Lattermann, Günter/Manske, Beate
 Ein Stoff für alle Fälle/Kunststoffdesign im 20. Jahrhundert
 Bremen: Wilhelm Wagenfeld Stiftung, 2011
 Maennel, Annette
 Plastikallas/Daten und Fakte über eine Welt voller Kunststoff, 3. Auflage
 Berlin: Heinrich-Böll-Stiftung, 2019
 Müller, Siegfried
 Kultur in Deutschland, Vom Kaiserreich bis zur Wiedervereinigung
 Stuttgart: W. Kohlhammer GmbH, 2017
 Ostwald, Friedrich Wilhelm
 Kolloid-Industrien
 1915
 Sekundärliteratur
 Kunststoff-Museums-Verein e.V.
 URL: <http://www.deutsches-kunststoff-museum.de/rund-um-kunststoff/allgemein/>
 URL: <http://www.deutsches-kunststoff-museum.de/rund-um-kunststoff/das-lexikon-der-kunststoffe/>, Stand: 12.02.2020
 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz
 URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertung-entsorgung-ausgewaehelter-abfallarten/kunststoffabfaelle#unterschiede-bei-der-stofflichen-verwertung>
 Gremolithe Italia
 URL: <http://www.gremolitheitalia.it>, Stand: 12.02.2020
 Anstalt des öffentlichen Rechts

S.
42 – 47

Danke
Abkürzungsverzeichnis
Literaturverzeichnis
Abbildungsverzeichnis

Weichmacher im Kinderspielzeug, Schadstoffe im Einweggeschirr, immer dünner werdende, reißende Müllbeutel, ein Kunststoff–Meer und dann das Mikroplastik auf unserem Teller. Überall sorgt Kunststoff für Katastrophen.

Die Heinrich–Böll–Stiftung schreibt in dem eigens herausgebrachten Plastikatlas sogar von einer „*Plastikkrise*“¹. Kaum auszuhalten sind die erschreckenden Bilder in den Medien.

Zu beobachten ist ein Trend des kunststofffreien Lebens, den immer mehr Menschen verfolgen. Das Banner „no–plastic“ ziert die sozialen Medien und lässt sich blinkend bunt als GIF einfügen. Die kunststofffreie Lebensform wird gelebt, geteilt und unabdingbar gemacht. Vernichtende Blicke streifen ein Produkt, sobald auf dem Etikett die drei Buchstaben für den Beginn des Übels der Welt entdeckt werden: PET. Kunststoff ist schlecht. Ganz eindeutig.

Durch die Massenproduktion von Konsumgütern und die Veränderung des menschlichen Lebensstils zu einer „To–Go–Gesellschaft“ bekam Kunststoff ein schlechtes Image.

Verständlicherweise, denn das Material steht eigentlich für Langlebigkeit. Kunststoff für Einweg–Produkte einzusetzen steht im Gegensatz zu seinen Qualitäten. Der Mensch hat durch sein Verhalten ein Paradoxon geschaffen.

Wird die Geschichte des Materials betrachtet, ist schnell erkennbar, dass auch Kunststoffe vor gar nicht langer Zeit wie Glas, Seide oder andere kostspielige Materialien behandelt wurden. Auch entstanden Kunststoffe, um die Möglichkeit zu generieren, wertige Objekte für einen günstigeren Preis zu verkaufen und somit mehr Menschen zugänglich zu machen. Die Veränderung der sozialen Strukturen führte erst zu der hohen Anzahl an Ersatzstoffen. Ersatzstoffe, die kaum noch wegzudenken sind im Alltag. Seien es Hilfsmittel, Anziehsachen, Möbelstücke oder Hygieneverpackungen — Kunststoff ist ein Alleskönner in vielen Bereichen. Ohne Kunststoff wären medizinische Probleme nicht gelöst, Computerchips nicht eingeführt und die Digitalisierung gäbe es nicht.

¹ Unmüßig, Barbara; Weiger, Hubert: „Plastikatlas/Daten und Fakten über eine Welt voller Kunststoff“, Berlin: Heinrich–Böll–Stiftung, 2019. S. 7

Kunststoff ist ein Material, das in alle Dimensionen gedacht werden kann. Der Faden für das T-Shirt oder die Dämmplatte für das neue Haus — Kunststoff macht es möglich. Auch die Bandbreite der physikalischen Eigenschaften ist nicht zu verachten: Leicht oder schwer. Elastisch oder hart. Transparent oder opak. Kaum ein Material ist wandelbarer und faszinierender als Kunststoff.

Heutzutage wird die Welt schnell in falsch und richtig eingeteilt. Ein Material ist oft schlecht oder gut. Zielführender wäre es, die ideale Anwendung für ein Produkt zu finden. Eine Schulung des Bewusstseins und das tatsächliche Auseinandersetzen mit der Thematik: Es gibt keine falschen Materialien, sondern nur falsche Anwendungen.

In den folgenden Texten werde ich mich mit der moralischen Frage und der Vertretbarkeit der Verwendung von Kunststoffen auseinandersetzen. Wo befänden wir uns, wenn es Kunststoff gar nicht gäbe? Wie sehr sind Gesellschaft und Material miteinander verknüpft? Wir leben den Fortschritt und wollen uns auf Materialien verlassen können. Gleichzeitig wird aber auch die Balance aus ökonomischen, ökologischen sowie sozialen Faktoren angestrebt. Was hält also ein gesellschaftlich so wichtiges und entscheidendes Material wie Kunststoff an Kritik aus?

Bremen, im Winter 2019/20

Carolina Bergedieck

„BILLIGER SCHUND“

(Deutscher Werkbund, 1916)



Abb. 1: Bofinger-Stuhl

Um die Geschichte des Materials Kunststoff zu verstehen, muss zunächst der Kunststoff-Begriff betrachtet werden. Je nachdem wie Kunststoff definiert wird, können verschiedene Einteilungen gemacht werden.

Wenn von „*künstliche[n], von Menschenhand gefertigte[n] Stoffe[n]*“¹⁹ die Rede ist, greift der Begriff bereits bei der Verformung von Naturharzen sowie Gelatine und Kunstthorn. Unter diese Definition würden auch Harze fallen, die in der Steinzeit für die Herstellung von Waffen und Werkzeugen verwendet wurden. Diese Kunststoffe haben einen natürlichen Ursprung und können mit Wärme behandelt und weiter bearbeitet werden — die ersten Thermoplaste.²⁰

Wird unter dem Begriff allerdings das Produkt einer Polyreaktion, also mehrerer chemischer Reaktionen von organischen Rohstoffen, und somit ein vollsynthetisches Material verstanden, ist der erste Kunststoff Bakelit und lässt sich zeitlich Anfang des 20. Jahrhunderts verorten.²¹

Dietrich Braun unterteilt Kunststoffe in seinem Buch „Kleine Geschichte der Kunststoffe“ in verschiedene Epochen. Wie in der Abbildung 3 zu sehen, besteht seine Einteilung aus vier Epochen: Vorzeit, Frühzeit, Neuzeit und Gegenwart.²²

bis ca. 1800	VORZEIT mit Naturharzen, Gelatine, Horn, Milcheiweiß (Kasein), pflanzlichen Ölen und Wildkautschuk als Rohstoffen
1800 bis 1900	FRÜHZEIT mit hochmolekularen und chemisch abgewandelten Naturstoffen auf der Basis von Kautschuk, Guttapercha, Cellulose, Eiweißstoffen sowie mit Naturharzen wie Bernstein und Schellack
1900 bis 1960	NEUZEIT mit der Einführung des Begriffes „Kunststoff“ durch R. Escales (1911) und den ersten „vollsynthetischen Kunststoffen wie Phenoplasten, Aminoplasten, den Standard-Thermoplasten (PS, PVC, PE, PP) und den frühen technischen Kunststoffen (PA) sowie mit Synthesekautschuken und Synthefasern. Gekennzeichnet ist diese Periode durch die Begründung der Polymerwissenschaft (H. Staudinger) mit dem Erforschen der Bildungsreaktionen und der Struktur und Eigenschaften der als Kunststoffe eingesetzten Polymeren
ab etwa 1960	GEGENWART mit neuen technischen Kunststoffen (PC, POM usw.), Hochleistungskunststoffen und Funktionspolymeren.

Abb. 2: Kunststoffepochen

19 Prof. Dr. Braun, Dietrich: „Kleine Geschichte der Kunststoffe“, München: Carl Hanser Verlag, 2013, S. 4

20 vgl. Ebd., S. 51

21 vgl. Koltzenburg, Sebastian/Maskos, Michael/Nuyken, Oskar: „Polymere/Synthese, Eigenschaften und Anwendungen“, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin, 2014, S. 2 ff.

22 vgl. Prof. Dr. Braun, Dietrich: „Kleine Geschichte der Kunststoffe“, München: Carl Hanser Verlag, 2013, S. 47

Der Vorzeit werden „*formbare und dauerhaft beständige ,veredelte Naturprodukte*“²³ zugeordnet. Natürliche Materialien wie tierisches Horn, Milchproteine (Kasein), Naturharze oder Wildkautschuk können thermisch verarbeitet werden und bleiben danach in ihrer Form. Aus Harzen wurden Pfeilspitzen geklebt, aus Wildkautschuk Gefäße für den Transport von Wasser erstellt und Gelatine wurde bereits im alten Ägypten für das Verkleben von Möbeln oder Grabstätten genutzt. Wie die chemischen Reaktionen hinter den Materialien funktionierten und wie sich dieses Wissen auf andere Materialien übertragen ließe, war zu früheren Zeiten noch nicht erforscht.²⁴

Die darauf folgende formulierte Frühzeit wurde von Surrogaten bestimmt. Wie in der Vorzeit verwendete man auch in dieser Epoche natürliche Ausgangsstoffe, die thermisch weiter verarbeitet wurden. Allerdings stand der Fokus auf der Imitation. Stoffe entstanden, um andere Materialien zu ersetzen. Wertvolle Materialien wie Marmor, Horn oder Ebenholz sollten nicht länger nur den wohlhabenden Schichten vorbehalten sein. Die gesellschaftlichen Strukturen und das aufstrebende Bürgertum veränderten sich und Kunststoffe entstanden, um bestimmte Objekte für mehr Menschen zugänglich zu machen.²⁵ Teilweise ersetzte ein neuer Ersatzstoff sogar einen anderen Ersatzstoff.

Die neuen Materialien waren kein reines Zufallsprodukt mehr, konnten farblich verändert werden und hatten teilweise verbesserte Eigenschaften im Gebrauch.

Aus Fischabfällen entstanden Ersatzstoffe für Horn oder Elfenbein. Milch ersetzte Horn und Schildplatt. Tierblut fand sich in hölzernen anmutenden Möbelstücken wieder und auch Pappmaschee und Vulkanfiber sollten Holz imitieren.²⁶

Die lange Liste an Surrogaten legte den Grundstein für das negative Image von Kunststoffen. Kunststoffe galten beziehungsweise gelten oft als „*billiger Schund*“²⁷.

Die Vorzeit und Neuzeit können thematisch zusammengefasst werden. Der Mensch bedient sich an der Natur und verändert die Materialien soweit, das sie für seinen eigenen Nutzen von Vorteil sind. Lediglich — damit aber ausschlaggebend — der Kern der Idee, der Gedanke des

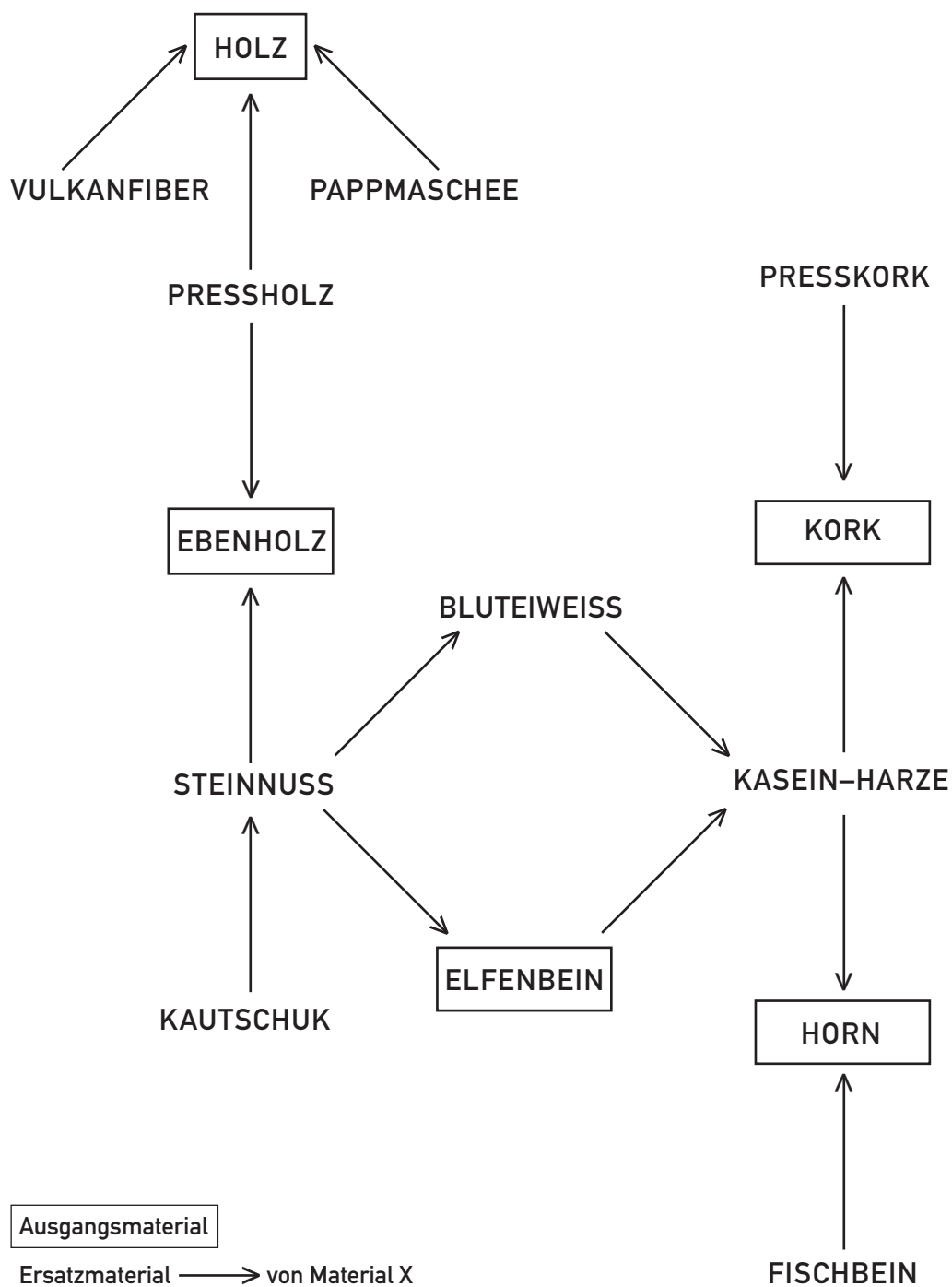
23 Prof. Dr. Braun, Dietrich: „Kleine Geschichte der Kunststoffe“, München: Carl Hanser Verlag, 2013, S. 51

24 vgl. Ebd., S. 52, S. 54, S. 57

25 vgl. Ebd., S. 69 f.

26 vgl. Ebd., S. 70 f., S. 90 f., S. 93, S. 131 f., S. 136 f.

27 Dr. Dr. h. c. Lattermann, Günter/Manske, Beate: „Ein Stoff für alle Fälle/Kunststoffdesign im 20. Jahrhundert“, Bremen: Wilhelm Wagenfeld Stiftung, 2011, S. 9, übernommen von: Deutscher Werkbund, 1916 (Quelle unbekannt)



Die Grafik, Abbildung 4, zeigt die gängigen Materialien und ihre Ersatzstoff-Ketten vor der Erfindung der synthetischen Kunststoffe.

Abb. 3: Material-Ersatzstoff-Kette

Handelns und des Wissens, ist unterschiedlich. So ist in der Vorzeit das Mittel zum Zweck bedeutend, wohingegen in der Frühzeit das Streben nach Neuem und das Suchen nach einem immer besseren Material im Vordergrund steht.

Die Neuzeit stellt mit ihren Inhalten die am weitesten verbreitete Auffassung von Kunststoffen dar: Kunststoffe, die über eine Polyreaktion entstehen.

„Mir scheint, als wenn das Problem heute nicht mehr darin bestände, das natürliche Produkt zu ersetzen, sondern vielmehr darin, ein wesentlich besseres Produkt auf den Markt zu bringen.“²⁸

Leo Hendrik Baekeland arbeitete an der Polykondensation von Phenol und Formaldehyd und meldete 1907 zwei Patente zur industriellen Produktion von Phenolharz an. Das war der erste Kunststoff, der rein synthetisch erstellt wurde, der Handelsname ist Bakelit. Zusatzstoffe wie Sägemehl und Asbest verliehen dem Material die nötige Stabilität, um auch für Alltagsgegenstände nützlich zu sein. Telefone, Küchengegenstände und auch Modeschmuck wurden aus Bakelit erstellt.²⁹

Darauf folgten zahlreiche neue Kunststoffe: 1908 entwickelte Arthur Eichengrün die Cellophanfolie, vier Jahre später erfand Fritz Klatte Polyvinylchlorid (PVC), Polystyrol kam 1931 auf den Markt, dicht gefolgt von Polyethylen im Jahr 1935. Otto Bayer erfand 1937 Polyurethan und Fritz Stastny stellte ab 1949 Styropor her. Polyethylen mit niedriger Dichte wurde von Karl Ziegler im Jahr 1952 erfunden, Polycarbonat 1953 von Hermann Schnell und Polypropylen von Giulio Natta 1954.³⁰ Innerhalb kürzester Zeit eignete sich der Mensch das Wissen zur technischen Herstellung von Kunststoffen an und nutzte es, um das Material gezielter einzusetzen. Je nach Zusammensetzung der Moleküle kann Kunststoff sehr vielfältig sein. Kunststoff kann nicht nur als Nebenprodukt des menschlichen Fortschritts betrachtet werden, sondern stellt mit seinen Möglichkeiten eine neue Form der Lebensgestaltung dar. *„Nach Stein-, Bronze- und Eisenzeit leben wir zu Beginn des 21. Jahrhunderts im Kunststoffzeitalter.“³¹*

28 Ostwald, Friedrich Wilhelm: „Kolloid-Industrien“, 1915, S. 217-219

29 URL: <http://www.deutsches-kunststoff-museum.de/rund-um-kunststoff/das-lexikon-der-kunststoffe/phenolharze/>, Stand: 12.02.2020

30 Maennel, Annette: „Plastikatlas/Daten und Fakta über eine Welt voller Kunststoff“, 3. Aufl., Berlin: Heinrich-Böll-Stiftung, 2019, S. 10 f.

31 Koltzenburg, Sebastian/Maskos, Michael/Nuyken, Oskar: „Polymere/Synthese, Eigenschaften und Anwendungen“, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin, 2014, S. 4

Kunststoff war *„das Symbol für preisgünstigen Wohlstand und neuen Lebensstil“*³².

Stapelstühle wie der Bofinger-Stuhl BA 1771 (s. Abb. 2) aus einem Stück oder die ersten Tragetaschen in Kaufhäusern im Jahr 1963 entstanden.³³ Der vollsynthetische Kunststoff ist wandelbar und hat viele Materialien abgelöst, um beispielsweise Produktionskosten zu verringern und damit auch gleichzeitig den Gewinn zu maximieren. Fraglich ist natürlich, ob Kunststoff, der auf Erdölbasis hergestellt wird, tatsächlich notwendig ist. Kunststoff, der für viele erschreckende Bilder sorgt und oftmals symbolisch eingesetzt wird für den Klimawandel. *„[...] Kunststoff darf nicht kopieren, so dass man das Ersatzhafte spürt. Wir müssen für ihn neue Wege, eine neue Formsprache finden, die der Struktur und dem Material entsprechen. ... Die Kunststoffe sind die idealen Werkstoffe für Gebrauchsartikel, besonders wegen ihrer schier unbegrenzten Formbarkeit. ... Wir sollten das Neue, den Kunststoff, lieben wie edles Metall, aus dem nur Schönes werden darf. Alle meine Mitarbeiter teilen die Freude am Experimentieren und an der Verantwortung unseren Modellen gegenüber, die in erster Linie dem Gebrauchtwerden dienen sollen, aber gleichzeitig durch ihre neue, sinnvolle Formsprache beweisen sollen, dass Schönes nicht kostspielig sein muß und einem breiten Publikum zugänglich gemacht werden kann.“*³⁴

Das Material ist beeindruckend und hat unseren Fortschritt vorangetrieben. Ohne Kunststoff wären viele Dinge nicht so, wie sie heute sind. Kunststoff hat Möglichkeiten eröffnet, die mit Holz, Horn, Marmor und zahlreichen anderen natürlichen Ausgangsstoffen nicht möglich wären. An manchen Stellen ist die Industrie etwas über das Ziel hinaus geschossen und hat Materialien ersetzt, die wirklich gut sind auf ihrem Gebiet. Andere Bereiche hingegen profitieren von der Formbarkeit des Kunststoffes. Natürlich kann ich auf Einwegflaschen verzichten und mein Wasser in einer Glasflasche transportieren. Ich brauche auch keine Kunststofffolien als Verpackung für mein Gemüse. Allerdings würde mir gerade beim Tippen auf der Tastatur der Gedanke sehr schwer fallen, auf Kunststoff zu verzichten. Nicht, weil ich das Handgeschriebene nicht schätze, das mache ich selbst sehr viel, aber das Arbeiten, das Zusammenführen und das Digitalisieren von meiner Arbeit, meiner Recherche, möchte ich in dieser Form nicht missen.

32 Brachert, Eva: „Hausrat aus Plastic: Alltagsgegenstände aus Kunststoff in Deutschland in der Zeit von 1950 –1959“, Weimar: Verlag und Datenbank für Geisteswissenschaften, 2002

33 Müller, Siegfried: „Kultur in Deutschland“, Stuttgart: W. Kohlhammer GmbH, 2017, S. 420 f.

34 Dr. Dr. h. c. Lattermann, Günter/Manske, Beate: „Ein Stoff für alle Fälle/Kunststoffdesign im 20. Jahrhundert“, Bremen: Wilhelm Wagenfeld Stiftung, 2011, S. 5



A diagram showing a linear polymer chain with several black circular cross-links. The chain is represented by a thick black line that is mostly straight but has some slight undulations. The cross-links are positioned at various points along the chain, including one at the top, one on the left, and one on the right.

KUNSTSTOFF

≠

KUNSTSTOFF

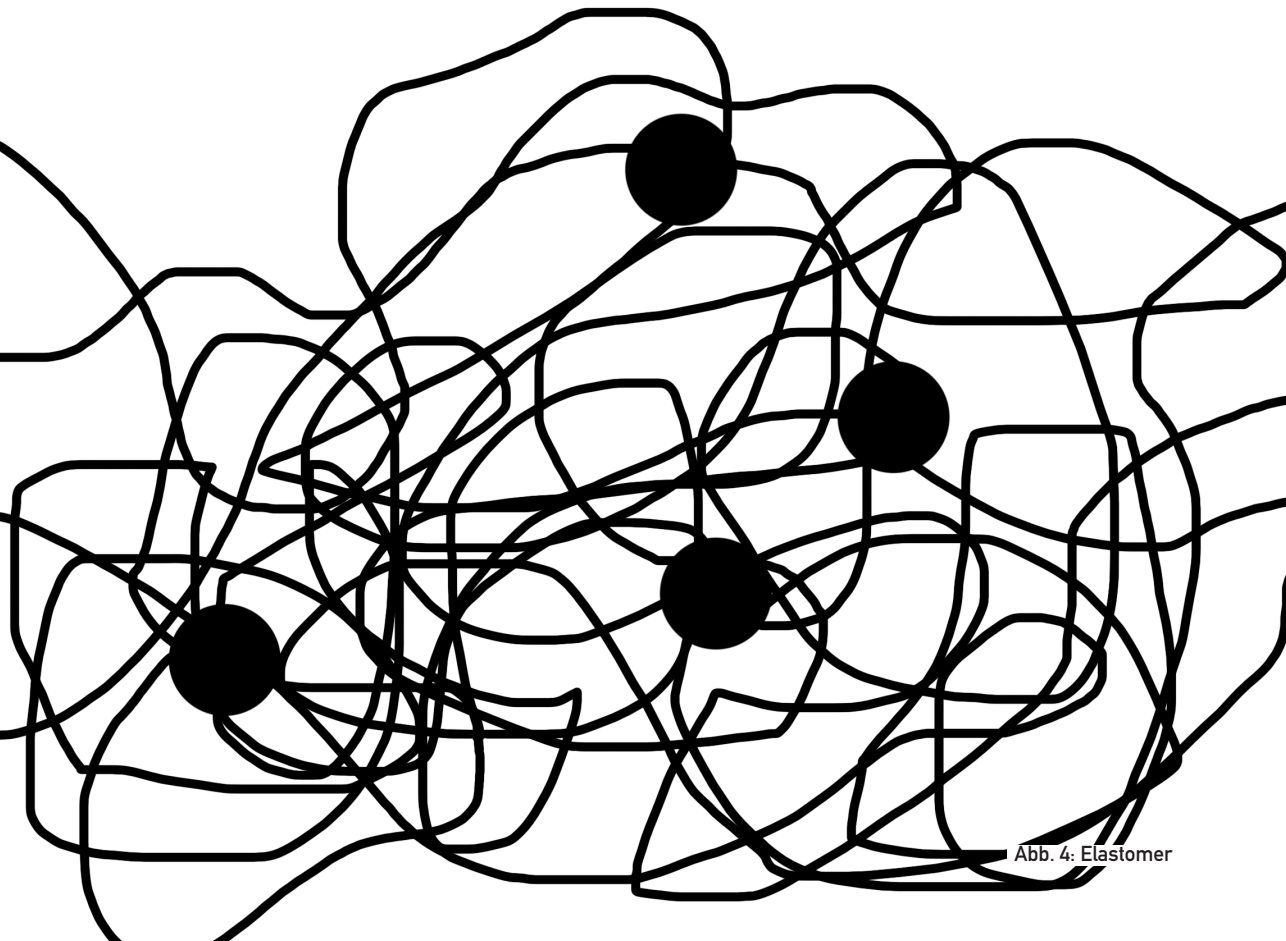


Abb. 4: Elastomer

Im Folgenden bezieht sich der Kunststoff-Begriff auf die rein synthetischen Kunststoffe. Kunststoffe sind vielfältig. Sie können beängstigend sein in ihrem Ausmaß und Einfluss auf der Welt oder auch faszinieren mit ihren zahlreichen Eigenschaften und Möglichkeiten. Um das Material Kunststoff besser verstehen zu können und einen Eindruck über seine Facetten zu bekommen, werden hier einige grundlegende Wissensinhalte thematisiert. Da ich selber keine Chemikerin, sondern Gestalterin bin, werde ich die „wilden“ Chemie-Formeln außen vor lassen und das Wissen auf allgemein verständliche Weise darstellen.

– Kunststoff vs. Plastik –

Oftmals wird Plastik als Synonym für Kunststoff verwendet oder umgekehrt. Die beiden Begriffe werden meist gleichgestellt. Allerdings kommt das Wort „Plastik“ von „plastisch“ und bedeutet „verformbar“. Hinter Plastik steht somit eine Verformung des Materials. Siehe auch „Thermoplaste“ im folgenden Text. Bevor es synthetische Kunststoffe gab, wurden die Materialien, basierend auf natürlichen Ausgangsstoffen, überwiegend mit Wärme bearbeitet. Plastik war ein Synonym für Kunststoff, ist es heute nicht mehr. Kunststoff dagegen ist immer noch Plastik.²

– Mono und Poly –

Monomere sind kleine Moleküle, die über eine chemische Reaktion Polymere (beziehungsweise ein großes Molekül) bilden können, genannt „Polyreaktion“³. Polymere sind in vielen Bereichen zu finden und haben verschiedene Aufgaben. Die Monomer-Kette kann als Informationsspeicher dienen oder die Form eines Körpers bilden. Kunststoffe zum Beispiel sind Polymere.⁴ Je nachdem, wie die Polymere zusammen gesetzt sind, verändern sich die Eigenschaften.

² vgl. URL: <http://www.deutsches-kunststoff-museum.de/rund-um-kunststoff/allgemein/>, Stand: 12.02.2020

³ Koltzenburg, Sebastian/Maskos, Michael/Nuyken, Oskar: „Polymere/Synthese, Eigenschaften und Anwendungen“, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin, 2014, S. 4 f.

⁴ vgl. URL: <http://www.deutsches-kunststoff-museum.de/rund-um-kunststoff/allgemein/>, Stand: 12.02.2020

Wenn stets das gleiche Monomer aneinandergereiht wird, ein sogenanntes „Homopolymer“, entsteht beispielsweise Polyethylen. Werden stattdessen mehrere verschiedene Monomere aneinandergereiht, ist die Rede von „Copolymeren“. In der folgenden Abbildung 6 werden ein Homopolymer und ein Copolymer in vereinfachter Form dargestellt. Wenn zwei wechselnde Monomere wie in der Abbildung 6 zu sehen verbunden sind, entsteht Nylon, beziehungsweise Polyamid.⁵

... – A – A – A – A – ... = Homopolymer

... – A – B – A – B – ... = Copolymer

Abb. 5: Homopolymer, Copolymer

Damit die gewünschten Eigenschaften eines Stoffes entstehen, werden dem vornehmlichen Bestandteil der Monomere, Kohlenwasserstoff, weitere Elemente wie Sauerstoff, Stickstoff, Chlor und Fluor hinzugefügt.⁶

– Polyreaktionen –

Wie bereits erwähnt, können durch eine Polyreaktion aus vielen Monomeren Polymere entstehen. Die Polyreaktion, aus der die Kunststoffe hervorgehen, gliedert sich in den kinetischen Verlauf der Kettenwachstums- und der Stufenwachstumsreaktion auf.⁷ Unter die Kettenwachstumsreaktion fällt die radikalische, koordinative, kationische oder anionische⁸ Polymerisation, die Stufenwachstumsreaktion beinhaltet die Polyaddition sowie die Polykondensation. Die Abbildung 7 auf der folgenden Seite stellt die Aufteilung der einzelnen Reaktionen dar.

⁵ vgl. URL: <http://www.deutsches-kunststoff-museum.de/rund-um-kunststoff/allgemein/>, Stand: 12.02.2020

⁶ vgl. Ebd., Stand: 12.02.2020

⁷ vgl. Koltzenburg, Sebastian/Maskos, Michael/Nuyken, Oskar: „Polymere/Synthese, Eigenschaften und Anwendungen“, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin, 2014, S. 5 f.

⁸ radikalisch = reaktionsfreudig; koordinativ = Bindungselektronen nur von einem der beiden Bindungspartner kommend; kationisch = positiv geladen; anionisch = negativ geladen

Polymerisation

Monomere werden über eine Kettenreaktion miteinander verbunden. Bei dieser Reaktion gibt es keine Nebenprodukte. Mit der Polymerisation werden ausschließlich Thermoplaste hergestellt.

(Bsp.: Polyethen (PE), Polypropen (PP), Polyvinylchlorid (PVC), Polystyrol (PS), Polytetrafluorethen (PTFE), Polyacrylnitril (PAN) und Polymethacrylsäuremethylester (PMMA))⁹

Polyaddition

Monomere reagieren miteinander und werden mithilfe von Wasserstoffatomen zu einem Polymer zusammengefügt. Bei dieser Reaktion gibt es keine Nebenprodukte.

(Bsp.: Polyurethan (PUR), Polyharnstoffe)¹⁰

Polykondensation

Monomere, „die über zwei funktionelle Gruppen verfügen, die zur Ausbildung einer chemischen Bindung befähigt sind, werden verknüpft. Klassische Beispiele hierfür sind Ester-, Amid- oder Urethanbindungen.“¹¹ Bei dieser Reaktion gibt es Nebenprodukte wie Wasser, Alkohole, Ammoniak oder Chlorwasserstoff

(Bsp.: Bakelit, Polyethylenterephthalat (PET), Polyamid (PA))¹²

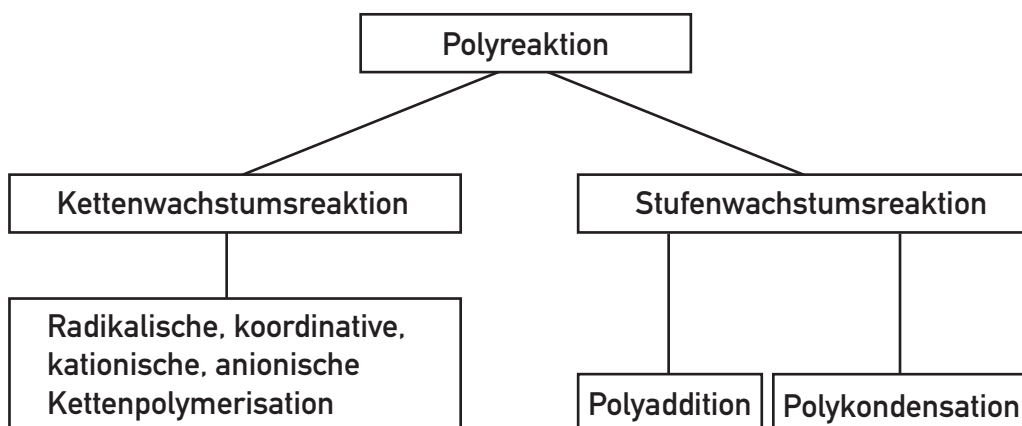


Abb. 6: Polyreaktion

⁹ vgl. Koltzenburg, Sebastian/Maskos, Michael/Nuyken, Oskar: „Polymere/Synthese, Eigenschaften und Anwendungen“, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin, 2014, S. 6 f.

¹⁰ vgl. Ebd., S. 6 f.

¹¹ vgl. Ebd., S. 6

¹² vgl. Ebd., S. 6 f.

Kunststoff ist nicht gleich Kunststoff. Das zeigt allein die Betrachtung von verschiedenen Gegenständen. Gummibänder und Stoffe sind weicher und flexibler als die Brot-Dose, die hart und spröde ist. Manche Kunststoffe verändern ihre Form unter Wärmeeinwirkung, andere bleiben unverändert in ihrem Zustand. Je nach Zusammensetzung der Polymere, hat der Kunststoff bestimmte Eigenschaften.

Nach dem physikalischen Verhalten lassen sich Kunststoffe in drei Gruppen einteilen: Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere.¹³

Thermoplaste

„thermo“ kommt aus dem Altgriechischen und bedeutet „Wärme“

„plaste“ kommt aus dem Altgriechischen und bedeutet „formen“

Thermoplaste sind warmformbare Kunststoffe. Das bedeutet, dass sie sich bei Zufuhr von Wärme in einem bestimmten Temperaturbereich verformen lassen. Dieser Prozess ist reversibel, solange die Temperatur nicht überschritten wird, die für den Zerfall des Kunststoffs sorgt. Lange, lineare Makromoleküle, die nicht miteinander verbunden sind, versehen den Thermoplast mit seinen Eigenschaften.

Zahlreiche Verpackungsmaterialien wie Folien, Abdichtungen für Schläuche, medizinische Produkte oder Kosmetikbehälter sind Thermoplaste.¹⁴

Duroplaste

„duro“ kommt aus dem Lateinischen und bedeutet „hart“

„plaste“ kommt aus dem Altgriechischen und bedeutet „formen“

Duroplaste sind Kunststoffe, die nach dem Aushärten durch eine Erwärmung nicht mehr verformt werden können. Dieser Prozess ist im Gegensatz zu den Thermoplasten irreversibel. Kunststoffe dieser Gruppe sind meist spröde und fest. Duroplaste bestehen aus engmaschig vernetzten Molekülketten.

¹³ vgl. URL: <http://www.deutsches-kunststoff-museum.de/rund-um-kunststoff/allgemein/>, Stand: 12.02.2020

¹⁴ vgl. Ebd., Stand: 12.02.2020

Beispiele für Duroplaste sind Steckdosen-Verkleidungen oder Oberflächenbeschichtungen.¹⁵

Elastomere

„elasto“ kommt aus dem italienischen und bedeutet „elastisch“

Elastomere sind Kunststoffe, die durch eine Vulkanisierung oder eine Bestrahlung besonders flexibel sind. Wie auch bei Duroplasten ist dieser Prozess irreversibel. Im Gegensatz zu Duroplasten haben Elastomere breit vernetzte Molekülketten, die für die Elastizität sorgen. Schwämme oder Gummihandschuhe sind zum Beispiel Elastomere.¹⁶

Das Schema in der Abbildung 8 zeigt die Polymerkette eines Elastomers im unbelasteten (links) und belasteten (rechts) Zustand.

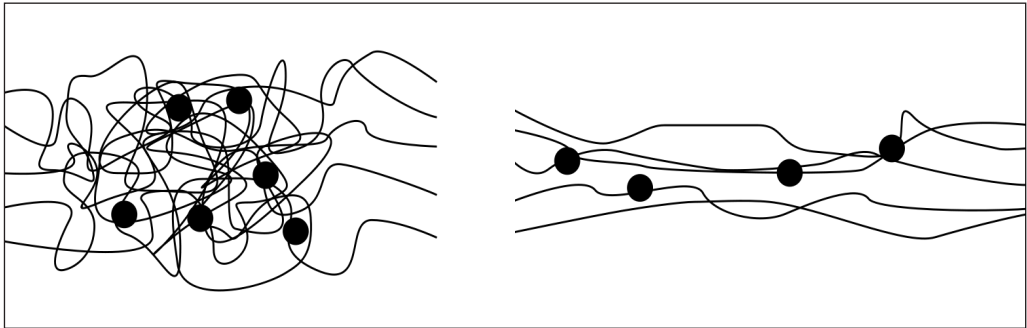


Abb. 7: Elastomer

In der Abbildung 9 sind die Unterschiede der Molekülanordnungen der drei Gruppen abgebildet:

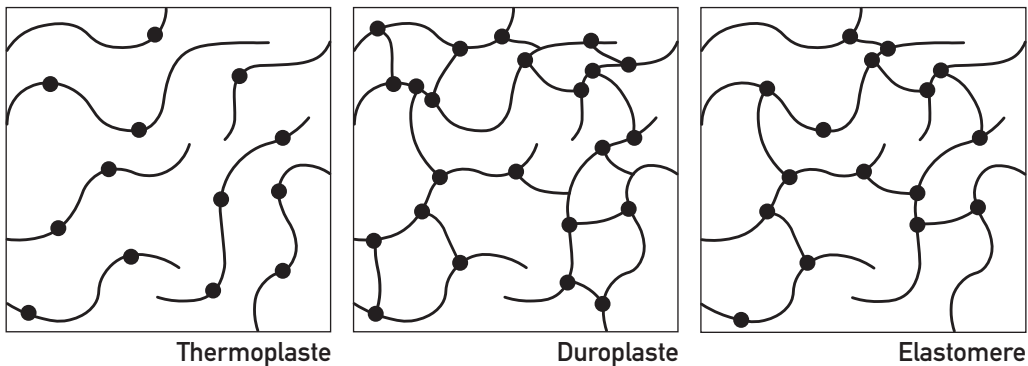


Abb. 8: Molekülanordnung der Kunststoffgruppen

¹⁵ vgl. Ebd., Stand: 12.02.2020

¹⁶ vgl. Ebd., Stand: 12.02.2020

Auf Verpackungen oder Etiketten sind Kunststoffe oftmals in Kürzeln vermerkt. In der folgenden Abbildung 10 sind die wichtigsten Kunststoffe aus dem alltäglichen Gebrauch tabellarisch gelistet und mit ihren Merkmalen versehen.

„Erwähnt sei ergänzend, dass inzwischen Kurzzeichen für die wichtigsten Kunststoffe genormt sind; sie werden heute auf den meisten Kunststoffartikeln angegeben, so dass der Verbraucher mindestens die Stoffgruppe erkennen kann. Allerdings enthalten fast alle im Handel befindlichen Kunststoffe (meist kleine) Zusätze von Additiven, z. B. Verarbeitungshilfsmittel, Farbpigmente, Stabilisatoren, aber auch mitunter größere Anteile von Füllstoffen oder Weichmachern usw., die aus den Kurzzeichen nicht abzuleiten sind.“¹⁷

Kürzel	Name des Kunststoffes	Eigenschaften und Einsatzbeispiele
PE	Polyethylen	harter, belastbarer Kunststoff (Verpackungen für z.B. CDs, Rührschüssel, Eimer)
PET	Polyethylenterephthalat	harter, steifer Kunststoff (Getränkeflaschen, Computer)
PP	Polypropylen	harter, belastbarer Kunststoff (Verpackungen wie z.B. Joghurtbecher, Strohhalm)
PS	Polystyrol	besser bekannt als Styropor (Dämmmaterialien)
PUR	Polyurethan	elastischer, weicher Kunststoff (Textilfasern)
PVC	Polyvinylchlorid	harter, spröder Kunststoff, beständig gegen Säuren (Bodenbeläge, Abwasserrohre)

Abb. 9: Abkürzungstabelle


– Entsorgen –

Kunststoffe werden produziert und zu Produkten verarbeitet. Irgendwann werden genau diese Produkte entsorgt. Synthetische Kunststoffe haben in ihrer Nutzung die positive Eigenschaft, nicht wasserlöslich zu sein. Für die Entsorgung stellt sich genau das als Problem heraus. Im besten Fall werden die produzierten Gegenstände lange verwendet und nicht direkt nach kurzzeitigem Gebrauch im gelben Sack entsorgt.

Wie bereits erläutert, setzen sich Kunststoffe über verschiedene Stoffe zusammen. Kunststoff ist nicht Kunststoff und bedarf bei der Entsorgung einer genauen Betrachtung. Besonders Kunststoffe, denen Weichmacher oder Schadstoffe wie Bisphenol A (BPA) beigemischt sind, sind gesundheitlich und umwelttechnisch kritisch zu betrachten. Die unterschiedlichen Kunststoffe müssen bei der Entsorgung voneinander getrennt werden, damit überhaupt ein Recyceln stattfinden kann. In Deutschland gibt es ein Sortiersystem, nach dem Kunststoffe in Entsorgungsanlagen voneinander getrennt und weiter verarbeitet werden. Da das Recyceln viel Energie benötigt und die Menge des anfallenden Mülls inzwischen sehr gestiegen ist, wird Kunststoff oftmals auch thermisch verwertet, also verbrannt.

„Die [...] Recyclingquote lag bei Abfällen aus der Kunststoffherzeugung und Kunststoffverarbeitung im Jahr 2017 bei 67,6 % beziehungsweise bei 90,7 %. Von Kunststoffabfällen aus privaten Haushalten wurden 42,2 % stofflich verwertet, von den Kunststoffabfällen aus dem gewerblichen Endverbrauch nur 34,3 %. Der Grund für diese unterschiedlichen Quoten ist, dass Kunststoffe in der Industrie meist sehr sauber und sortenrein anfallen, in Haushalten und bei vielen Gewerbebetrieben jedoch verschmutzt und vermischt. Aus Umweltschutzsicht ist es sinnvoll, vermehrt Altkunststoffe aus dem Restmüll „abzuschöpfen“ und einer möglichst hochwertigen werkstofflichen Verwertung zuzuführen. Denn diese Verwertung ist, wie viele Ökobilanzen zeigen, vorwiegend die umweltgünstigste Entsorgungsvariante.“¹⁸

¹⁸ URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertung-entsorgung-ausgewaehelter-abfallarten/kunststoffabfaelle#unterschiede-bei-der-stofflichen-verwertung>. Stand: 12.02.2020



**UND PLÖTZLICH
LÖST SICH DER
KUNSTSTOFF IN
LUFT AUF.**

Was würde passieren, wenn sich der gesamte Kunststoff über Nacht in Luft auflösen würde?

Ich wache auf. Die Sonne scheint mir ins Gesicht. Verdammt. Verschlafen. Ich richte meinen Blick auf den kleinen Tisch neben dem Bett, der Wecker ist verschwunden. Auch von der kleinen Lampe daneben ist kaum etwas übrig. Ich klettere die Holzleiter herunter und ziehe mich an. Ein wenig muss ich zusammenzucken, als ich den Kleiderschrank öffne — Stoffetzen fallen mir entgegen. Aus dem Haufen picke ich mir ein, zwei Baumwollteile und eile in die Küche. Noch schnell ein Brot machen, bevor ich zur Hochschule muss. Aus der Küche kommt mir schon eine sonderbare Geräuschkulisse entgegen. Ein fluchender, blubbernder, klirrender Schwall rüttelt mich nun vollkommen wach. Mein Freund steht mitten in der Küche in einer riesigen Wasserlache. Um ihn herum liegen einzelne Lebensmittel und undefinierbare Teile aus Metall. Ein Apfel rollt mir entgegen. Aus dem Wasserhahn tropft es und der Boden ist so nackt ohne den hässlich schönen roten PVC-Belag. In einer Ecke türmt sich ein kleiner Müllberg aus Essensresten und die Wäsche liegt als großer nasser Sack zu meiner Linken. So kann der Tag beginnen. Vorsichtig taste ich mich vor und suche das Brot. Aus einem kleinen Haufen ziehe ich eine Scheibe Käse und mache es mir auf meinem Lieblingshocker in der Ecke gemütlich. Eine Tasse Tee zu trinken scheint heute Morgen etwas schwierig, da der Wasserkocher nicht mehr ganz ist und die Griffe von dem guten alten Gasherd verschwunden sind. Immerhin das Käsebrod bleibt mir erhalten.

Ich dippe meinen Finger in die Zahnpasta und kreise damit über meine Zähne. Einmal durch die Haare kämmen – ein Glück besitze ich eine Holzbürste – und einen Klecks von der wilden Creme-Mischung aus dem Schrank im Gesicht verteilen. Fertig.

Draußen stürmt es, aber meine Regenjacke sieht mir verdächtig undicht aus. Ein Blick in das Schuhregal zeigt mir, dass meine geliebten Lederschuhe sohlenlos sind und ab jetzt Birkenstocks mit dem feinen Korkboden der neuste Schrei sind. Damit schwinge ich mich auf mein Rad und frage mich im nächsten Moment, ob ich einen Platten habe. Bremsen kann ich auch nicht. Ich steige ab. Heute fahre ich Bahn. Trotz Berufsverkehr ist es erstaunlich ruhig auf den Straßen. Ich sehe keine drängelnden, nörgelnden Fahrer*innen. Die Bahnstation ist wie

leer gefegt. Zu meinem Unglück ist der komplette Bahn- und Busverkehr lahmgelegt. Zu gefährlich sei die Fahrt mit den demolierten Verkehrsmitteln. Also muss ich laufen.

Der Weg an der Weser ist schön. Wind pustet mir durch die Haare, der Regen sprüht mir ins Gesicht. Heute spazieren viele Menschen am Wasser entlang. Und alle sind so leise. Niemand telefoniert, niemand hört laut Musik.

Auf dem Weg möchte ich noch kurz Bargeld holen. Bei der Bank muss ich anstehen. Überrascht stelle ich fest, dass hier wilde Tauschgeschäfte entstehen. Ich tausche einen Stift gegen ein paar Euros und gehe weiter.

Etwas später als geplant komme ich bei der Hochschule an. Meine Besprechung findet heute auf dem Flur statt. Räume können derzeit nicht geöffnet werden, das gesamte System ist lahm gelegt. Es ist laut. Es ist nicht die einzige Besprechung, die auf den Flur verlegt wurde. Wir fangen an. Ich krame einen Bleistift aus der Tasche und zeige in meinem Skizzenbuch Ideen für das Projekt. Fotos, Layouts bei InDesign und CAD-Zeichnungen fallen weg. Schade, dabei habe ich mir so Mühe gegeben. Aber auch der Bleistift und das Papier zeigen der Gruppe mein Gedankenkonstrukt.

Nach der Besprechung gibt es kalten Eintopf von gestern. Die Mensa-Damen teilen mit, dass die Logistik hinterher sei und deswegen kein neues Essen geliefert werden könne.

Als kleinen Nachtisch schmeiße ich ein paar Münzen in den Automaten und bekomme für 70 Cent ein paar Schokolinsen, die einzeln rauskullern.

Der Kurs ist vorbei und ich mache mich auf den Weg zum Schwimmbad.

Umgezogen, beziehungsweise ausgezogen, und ab ins Wasser. Heute schwimmen alle nackt. Zügig ziehe ich meine Bahnen, zwei Kraul, eine Brust. Aber schon bald schmerzt das Chlor in meinen Augen. Ich kann kaum noch etwas sehen, nur verschwommen nehme ich die anderen Schwimmer*innen wahr. Das ist unangenehm, also raus aus dem Becken, abgebraust und angezogen. Ich gehe nach Hause.

Meine Verabredung sitzt bereits auf den Stufen vor dem Haus. Eine Stunde später als geplant machen wir uns auf den Weg in ein Café.

Ich trinke meinen Kaffee gerne mit Milch. Der Kaffee wird gebracht. Der Kaffee ist schwarz. Auf dem Weg nach Hause laufe ich noch am Supermarkt vorbei. Der ist leider wegen Inventur geschlossen. Bei dem kleinen Gemüsestand um die Ecke bekomme ich noch ein paar Möhren und einen Salat.

Am Abend sitze ich auf dem Sofa. Ich knabbere meinen Salat und lese ein Buch. Draußen hat sich der Sturm gelegt und ich öffne das Fenster. Es ist ruhig. Die Nacht ist klar und so dunkel. Ich zünde eine Kerze an und streichle verträumt über meinen aufgelösten Globus. Was für ein Tag. Gute Nacht.



**UND PLÖTZLICH
WACHE ICH AUF.**

Was würde passieren, wenn der Kunststoff nie erfunden worden wäre?

Ich wache auf. Die Sonne scheint mir ins Gesicht. Verdammt. Verschlafen. Ich richte meinen Blick auf den kleinen Tisch neben dem Bett, ~~der Wecker ist verschwunden. Auch von der kleinen Lampe daneben ist kaum etwas übrig.~~ Ich klettere die Holzleiter herunter und ziehe mich an. ~~Ein wenig muss ich zusammenzucken, als ich den Kleiderschrank öffne — Stoffetzen fallen mir entgegen.~~ Aus dem Haufen picke ich mir ein, zwei Baumwollteile und eile in die Küche. Noch schnell ein Brot machen, bevor ich zur Hochschule muss. Aus der Küche kommt mir ~~schon~~ eine sonderbare Geräuschkulisse entgegen. Ein fluchender, blubbernder, ~~klirrender~~ Schwall rüttelt mich nun vollkommen wach. Mein Freund steht mitten in der Küche ~~in einer riesigen Wasserlache.~~ Um ihn herum liegen einzelne Lebensmittel und ~~undefinierbare Teile aus Metall.~~ Ein Apfel rollt mir entgegen. Aus dem Wasserhahn tropft es und der Boden ist ~~so nackt ohne den hässlich schönen roten PVC-Belag.~~ In einer Ecke türmt sich ~~ein kleiner Müllberg aus Essensresten~~ und die Wäsche liegt ~~als großer nasser Sack zu meiner Linken.~~ So kann der Tag beginnen. Vorsichtig taste ich mich vor und suche das Brot. ~~Aus einem kleinen Haufen ziehe ich eine Scheibe Käse und mache es mir auf meinem Lieblingshocker in der Ecke gemütlich. Eine Tasse Tee zu trinken scheint heute Morgen etwas schwierig, da der Wasserkocher nicht mehr ganz ist und die Griffe von dem guten alten Gasherd verschwunden sind.~~ Immerhin das Käsebrod bleibt mir erhalten.

Ich dippe meinen Finger in die ~~Zahnpasta~~ (Heilerde) und kreise damit über meine Zähne. Einmal durch die Haare kämmen ~~—ein Glück besitze ich eine Holzbürste—~~ und einen Klecks von der ~~wilden Creme-Mischung aus dem Schrank~~ im Gesicht verteilen. Fertig.

Draußen stürmt es, aber meine Regenjacke sieht mir ~~verdächtig~~ undicht aus. Ein Blick in das Schuhregal zeigt mir, dass meine geliebten Lederschuhe ~~sohlentlos sind und ab jetzt Birkenstocks mit dem feinen Korkboden~~ der neuste Schrei sind. Damit schwinge ich mich auf mein Rad und ~~frage mich im nächsten Moment, ob ich einen Platten habe.~~ Bremsen kann ich auch nicht. Ich steige ab. ~~Heute fahre ich Bahn. Trotz Berufsverkehr ist es erstaunlich ruhig auf den Straßen. Ich sehe keine drängelnden, nörgelnden Fahrer*innen. Die Bahnstation ist wie~~

~~leer gefegt. Zu meinem Unglück ist der komplette Bahn- und Busverkehr lahmgelegt. Zu gefährlich sei die Fahrt mit den demolierten Verkehrsmitteln. Also muss ich laufen.~~

~~Der Weg an der Weser ist schön. Wind pustet mir durch die Haare, der Regen sprüht mir ins Gesicht. Heute spazieren viele Menschen am Wasser entlang. Und alle sind so leise. Niemand telefoniert, niemand hört laut Musik.~~

~~Auf dem Weg möchte ich noch kurz Bargeld holen. Bei der Bank muss ich anstehen. Überrascht stelle ich fest, dass hier wilde Tauschgeschäfte entstehen. Ich tausche einen Stift gegen ein paar Euros und gehe weiter.~~

~~Etwas später als geplant komme ich bei der Hochschule an. Meine Besprechung findet heute auf dem Flur statt. Räume können derzeit nicht geöffnet werden, das gesamte System ist lahmgelegt. Es ist laut. Es ist nicht die einzige Besprechung, die auf den Flur verlegt wurde. Wir fangen an. Ich krame einen Bleistift aus der Tasche und zeige in meinem Skizzenbuch Ideen für das Projekt. Fotos, Layouts bei InDesign und CAD-Zeichnungen fallen weg. Schade, dabei habe ich mir so Mühe gegeben. Aber auch der Bleistift und das Papier zeigen der Gruppe mein Gedankenkonstrukt.~~

~~Nach der Besprechung gibt es kalten Eintopf von gestern. Die Mensa-Damen teilen mit, dass die Logistik hinterher sei und deswegen kein neues Essen geliefert werden könne.~~

~~Als kleinen Nachtisch schmeiße ich ein paar Münzen in den Automaten und bekomme für 70 Cent ein paar Schokolinsen, die einzeln rauskullern.~~

~~Der Kurs ist vorbei und ich mache mich auf den Weg zum Schwimmbad.~~

~~Umgezogen, beziehungsweise ausgezogen, und ab ins Wasser. Heute schwimmen alle nackt. Zügig ziehe ich meine Bahnen, zwei Kraul, eine Brust. Aber schon bald schmerzt das Chlor in meinen Augen. Ich kann kaum noch etwas sehen, nur verschwommen nehme ich die anderen Schwimmer*innen wahr. Das ist unangenehm, also raus aus dem Becken, abgebraust und angezogen. Ich gehe nach Hause.~~

~~Meine Verabredung sitzt bereits auf den Stufen vor dem Haus. Eine Stunde später als geplant machen wir uns auf den Weg in ein Café.~~

Ich trinke meinen Kaffee gerne mit Milch. Der Kaffee wird gebracht. ~~Der Kaffee ist schwarz.~~
~~Auf dem Weg nach Hause laufe ich noch am Supermarkt vorbei. Der ist leider wegen Inventur~~
~~geschlossen.~~ Bei dem kleinen Gemüsestand um die Ecke bekomme ich noch ein paar
Möhren und einen Salat.

Am Abend sitze ich auf dem Sofa. Ich knabbere meinen Salat und lese ein Buch. Draußen hat
sich der Sturm gelegt und ich öffne das Fenster. Es ist ruhig. Die Nacht ist klar und so dunkel.
Ich zünde eine Kerze an ~~und streichle verträumt über meinen aufgelösten Globus.~~
Was für ein Tag. Gute Nacht.



**DAS MAß
DER DINGE**

Für die vollsynthetischen Kunststoffe wird der wichtige Rohstoff Erdöl aus der Erdkruste hochgepumpt. Ein Rohstoff, der viele Millionen Jahre alt ist und hauptsächlich aus Kohlenwasserstoff besteht. Schon in der Steinzeit wurde das Material verwendet, um Pfeilspitzen zu kleben. Später dann um Boote abzudichten. Erst im 19. Jahrhundert begannen die Menschen, das Material für andere Zwecke zu verwenden.³⁵ Anstelle von Walöl oder Talgkerzen wurde Erdöl als Lampenbrennstoff verwendet. Mit dem Automobil wurde Erdöl als Brennstoff interessant und Heizen geht mit dem Rohstoff auch gut. Es gab einen Erdöl-Boom.³⁶ Auch heutzutage ist immer noch in vielen Bereichen Erdöl zu finden: Ob in der Kosmetik, beim Autofahren, bei Verpackungen und anderen Kunststoff-Produkten oder das kleine Teelicht auf dem Tisch — Erdöl ist oftmals der Ausgangsstoff. Der „*Ressourcenhunger*“³⁷ wird mehr und sorgt für einen immer größer werdenden Erdölverbrauch. Die Heinrich-Böll-Stiftung und der BUND schätzen einen Anstieg der Plastikproduktion im Laufe der nächsten Jahre um circa 50 %. Am Anfang des Jahres 2000 ist in einem Jahrzehnt wohl mehr Kunststoff entstanden als in den 40 Jahren davor.³⁸

Um der Produktion von erdölbasierten Kunststoffen entgegenzuwirken, werden inzwischen viele alternative Materialien entwickelt. Zum Beispiel Bio-Kunststoffe auf Stärke-Basis. Kartoffelpflanzen oder Maispflanzen sind gute Stärketräger und können für die Produktion von Bio-Kunststoffen verwendet werden. In der Industrie wird Kartoffelstärke überwiegend für die Lebensmittelindustrie verwendet und Maisstärke zum Beispiel für die Herstellung von Kunststoffen, um daraus Verpackungen und Weiteres herzustellen.

Allerdings wird auch bei Biokunststoffen unterschieden: Bio ist nicht gleich Bio. Es gibt die biologisch abbaubaren und die biobasierten Kunststoffe. Biokunststoff bedeutet nicht automatisch erdölfrei.

In der folgenden Darstellung 14 werden die verschiedenen Kunststoffe in einer Grafik gezeigt.

35 vgl. URL: <http://www.deutsches-kunststoff-museum.de/rund-um-kunststoff/das-lexikon-der-kunststoffe/>, Stand: 12.02.2020

36 vgl. URL: <https://www.planet-wissen.de/technik/energie/erdoel/index.html>, Stand: 12.02.2020

37 Maennel, Annette: „Plastikatlas/Daten und Fakta über eine Welt voller Kunststoff“, 3. Aufl., Berlin: Heinrich-Böll-Stiftung, 2019, S. 12

38 vgl. Ebd., S. 15

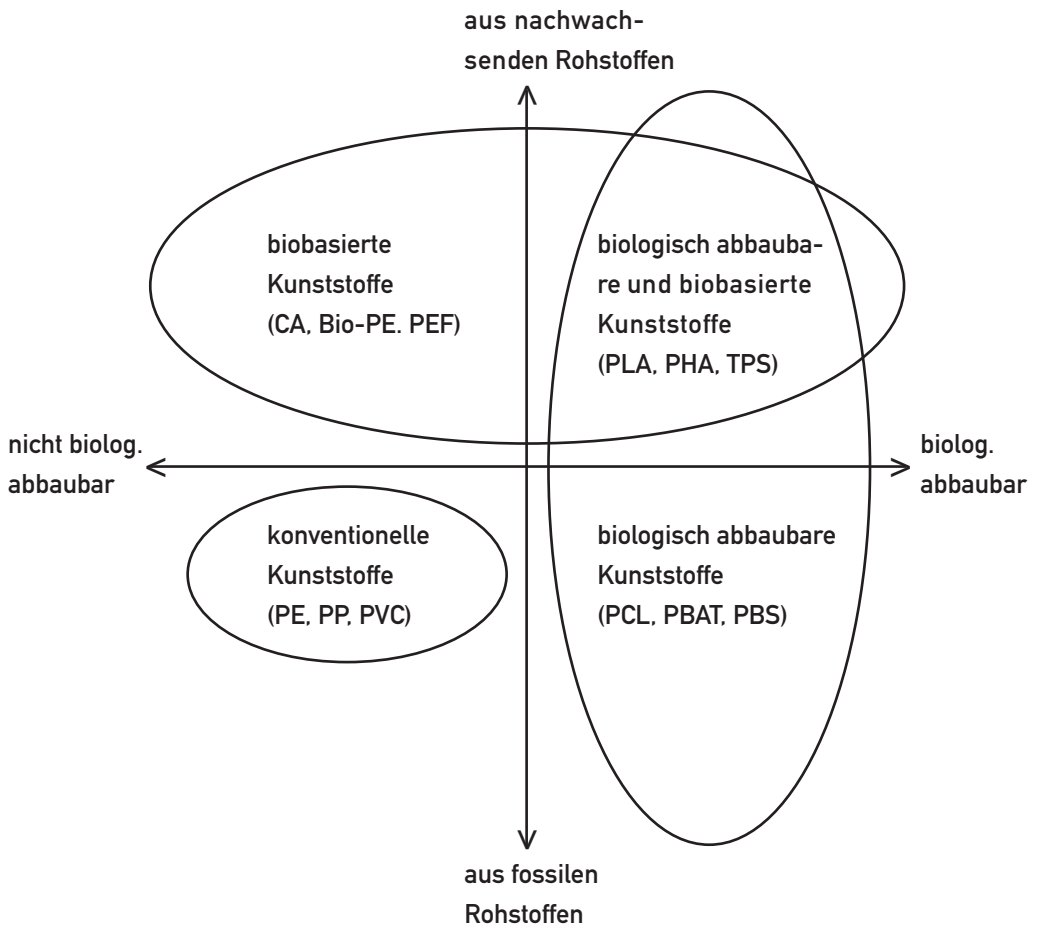


Abb. 13: Einteilung der Kunststoffe

Grundsätzlich sind Biokunststoffe eine gute Erfindung, um nicht alle fossilen Rohstoffe für unsere Wegwerfgesellschaft zu verschwenden. Allerdings kommen mit Biokunststoffen auch neue Probleme auf: In Kompostieranlagen hat der Müll vier Wochen Zeit, um zu verrotten — biologisch abbaubare Kunststoffe müssen nach Prüfkriterien aber erst nach zwölf Wochen abgebaut sein.³⁹ Monokulturen von Maispflanzen entstehen, um die Nachfrage zu erfüllen. Eine wichtige Nahrungsquelle für den Mensch und das Tier wird genommen. Kritisch betrachtet wirkt auch der Bio-Kunststoff nicht mehr optimal für unsere Gesellschaft.

³⁹ Maennel, Annette: „Plastikatlas/Daten und Fakten über eine Welt voller Kunststoffe“, 3. Aufl., Berlin: Heinrich-Böll-Stiftung, 2019, S. 35

Ich denke, ein großes Problem ist nicht das Material selbst, sondern eher unser Umgang damit. Erst durch die Massenproduktion von Konsumgütern wird die Nachfrage an Erdöl, Mais oder anderen neuen Ersatzstoffen so hoch wie noch nie.

Dennoch ist es faszinierend, wie der Mensch weiter neue Ideen spinnt und kreative Lösungen sucht, um mit unserer heutigen Situation umzugehen. Es werden weiter neue Ersatzstoffe für bestehende Stoffe gesucht und gefunden, die wiederum mit neuen ausgetauscht werden — es ist eine nicht endende Kette.

Viele frühere Ersatzstoffe, die aufgrund von äußeren Faktoren oder zu hoher Konkurrenz von den neuen Kunststoffen vom Markt verschwanden, werden heutzutage wieder entdeckt. In England hat eine Studentin Folien aus Fischabfällen entwickelt und möchte damit die klassischen erdölbasierten Verpackungsmaterialien ersetzen.⁴⁰ In Deutschland werden Fäden aus Milch gewonnen, die laut Internetauftritt seidengleich wirken sollen.⁴¹ Eine Firma in Italien produziert Galalith, das zum Beispiel zu Schmuckstücken verarbeitet wird.⁴²

Das Experimentieren mit alten, neuen Materialien ist ein weites Feld, das immer mehr Aufmerksamkeit bekommt. Spannend wird es, wenn sich Kreisläufe schließen und Produkte aus Materialien hergestellt werden, die im Kreislauf Bestand haben. Aber auch die Betrachtung des Potenzials von Materialien ist von Bedeutung. Benutze ich ein Produkt einmal, dann ist nicht nur der erdölbasierte Kunststoff in seinem Produktionsablauf von Nachteil, sondern auch die biobasierten Materialien. Ziel unserer Gesellschaft sollte sein, Materialien bewusst einzusetzen und zu hinterfragen.

Das Maß der Dinge ist — wie so oft — entscheidend, ob ein Material für ein Produkt angemessen ist oder nicht und gleichzeitig sollte hinterfragt werden, ob wir wirklich alle Produkte brauchen, die produziert werden. Das immer mehr haben wollen muss nicht nur negativ ausgelegt werden und für den Massenkonsum stehen, sondern kann auch die Chance beinhalten, dass kreative Lösungen für unseren Konsum geschaffen werden.

40 vgl. URL: https://www.weforum.org/agenda/2019/11/tipping-the-scales-briton-develops-fish-waste-plastic/?utm_source=Facebook%20Videos&utm_medium=Facebook%20Videos&utm_campaign=Facebook%20Video%20Blogs, Stand: 12.02.2020

41 vgl. URL: <https://www.qmilkfiber.eu>, Stand: 12.02.2020

42 vgl. URL: <http://www.gremolithitalia.it>, Stand: 12.02.2020



**ICH MACHE
DINGE SCHÖN**

Vor einiger Zeit hatte ich ein interessantes Gespräch mit meinem Mitbewohner zu meinem Studium. Es stellte sich heraus, dass er der festen Überzeugung war, dass mein Studium darin bestünde, Dinge schön zu machen. Auch war er der Meinung, dass es die Notwendigkeit gäbe, dass irgendwer Design studiere, da *„Dinge ja schön aussehen sollten, sonst könne man sie nicht verkaufen.“* Etwas schockiert über diese Ansicht hinterfragte ich mein Studium.

Natürlich war es nicht das erste Mal, dass ich auf mein Studium angesprochen wurde. Viele meiner Gesprächspartner*innen in den letzten Jahren waren mit dem Begriff Design erst einmal überfordert und verbanden damit oft den Modebereich (amüsanterweise war ich in der achten Klasse der gleichen Auffassung und wollte unbedingt Modedesign studieren). Meine Standardaussage war: „Nein, nein, Mode ist ein Bereich des Designs. Ich studiere allerdings mehr Richtung Produktdesign. Aber auch das ist themenübergreifend, da viele Themenfelder ineinander übergehen. Design ist oftmals prozesshaft.“

Prozesshaft — was für ein schönes Wort. Für mich ist Design ein Prozess der Gestaltung.

Ich bin integrierte Designerin. Integriert bedeutet themenübergreifend, ineinander übergehend. Mein Bereich im integrierten Design ist überwiegend Produktdesign. Produktdesign umfasst die Erstellung von Gegenständen, Objekten also, die funktionell und nützlich sein können, es aber nicht sein müssen.

Ich bin keine Chemikerin. Chemie–Unterricht mochte ich nicht. In meiner Bachelorarbeit habe ich mich mit Chemie beschäftigt. Kunststoffe haben ihren Ursprung im Intuitiven des Menschen und wurden dann chemisch betrachtet, um das Wissen gezielter einsetzen zu können. Als integrierte Designerin betrachte ich nicht nur einen Bereich, sondern behandle Themen fachübergreifend. Das Mittel Gestaltung einzusetzen, um diese Themen zu bearbeiten, ist für mich maßgebend. Das Verarbeiten kann unterschiedlich sein, mal bedarf es einer Zusammenstellung an Informationen, mal das Entwerfen eines Produktes. Es gibt nicht den einen richtigen Weg.

Als Gestalterin entwerfe ich nicht nur das Produkt, sondern auch den Weg und die Lebensdauer eines Objektes. Äußere Instanzen, wie Kund*innen, Partner*innen, die Grenzen einer

Produktion oder eines Materials sind ausschlaggebend für meine Arbeit und setzen einen Rahmen. Ob ich in diesem Rahmen arbeiten möchte oder muss, steht auf einem anderen Blatt. Losgelöst von diesem Rahmen entstehen Fragen wie: Wie treffe ich Entscheidungen? Was motiviert und überzeugt mich in meinen Gestaltungsprozessen? Was sind meine Bedürfnisse und Ansprüche bei Projekten?

Ich verkaufe seit September 2019 mein Produkt, den Mehrfalter®, eine Mehrweg-Brötchentüte, die aus Kunststoff hergestellt wird. Das Produkt wurde bereits auf verschiedenen Messen präsentiert und verkauft. Auch Bäckereien bieten mein Produkt inzwischen an. Es fällt auf, dass ich seit September sehr viel über Kunststoff rede. Leute fragen mich, warum ich dieses Material verwende. Es kommt sogar vor, dass einzelne Personen Sätze sagen wie *„Naja, nette Idee, aber es ist immer noch Plastik.“* Die gleichen Menschen kaufen sich am nächsten Stand einen Kaffee — natürlich im To-Go-Becher — und ziehen munter weiter mit ihren gefüllten Einkaufstaschen aus Kunststoff. Dieses Verhalten verwirrt mich nicht nur, es macht mich sogar sehr unzufrieden und nachdenklich. Auch im B2B-Gespräch besteht oftmals die Erwartungshaltung, dass es einen Mengenrabatt gibt, sobald eine Hand voll Mehrfalter® abgenommen werden würden. Faszinierend, wenn wir über das Thema Nachhaltigkeit reden und ich die handgemachten Produkte für Dumpingpreise rausgeben soll. Wir sind verwöhnt, Mengenrabatt, geschenkte Versandpreise und eine Lieferung über Nacht gelten als normal. Der Mehrfalter® wird in Bremen gedruckt, geschnitten, gefaltet und genäht. Das Produkt ist regional und wird zu fairen Bedingungen hergestellt. Die Preisverteilung von Material, Produktion und meinem Gewinn ist in etwa gleich. Natürlich könnte man einwenden, dass ich meinen Gewinn erhöhen sollte, um mehr zu verdienen. So würde allerdings auch der Ladenpreis steigen. Mein Interesse allerdings besteht darin, dass es vielen Menschen finanziell möglich ist, dieses Alltagsprodukt erwerben zu können. Da es ein handgemachtes Produkt ist, sind die finanziellen Möglichkeiten im Produktionsbereich und somit auch der Gewinnspielraum begrenzt. Ein Mensch ist nun mal keine Maschine.

Bei dem Projekt habe ich eine Menge über mich und meine Arbeit gelernt. Mir sind verschiedene Aspekte bei einer Projektentwicklung wichtig. Zum einen möchte ich mich gestalterisch

ausdrücken und Materialien finden, die meinem Produkt die nötigen Eigenschaften verleihen, die ich für wichtig erachte. Zum anderen interessiert mich die Verbindung von Material und Funktion — für was wird das Produkt verwendet, wie lange soll es im Umlauf sein und wie kann es entsorgt werden? Gleichzeitig soll die Produktion und Ausführung in Hinblick auf die sozialen und ökonomischen Komponenten funktionieren, für alle.

Es ist ein Balanceakt zwischen den drei Komponenten, der möglichst ausgewogen stabil sein kann.

Fragen an mich selbst:

Finde ich es verwerflich, ein Material, zu verwenden, das Rohstoffe aufbraucht?

Ich denke nein.

Warum finde ich es nicht verwerflich?

Der Mensch probiert sich aus und schießt manchmal (vielleicht auch etwas oft) über das Ziel hinaus. Doch wenn der Mensch sich nicht ausprobieren würde, hätten wir nicht den Wissensstand von heute.

Ab wann finde ich es verwerflich, ein Material zu verwenden, das Rohstoffe aufbraucht?

Sobald die Funktion des Objektes nicht mehr mit der des Materials übereinstimmt. Wenn ich verschwenderisch mit Ressourcen umgehe und der Balancezustand meiner drei Komponenten aus der Bahn gerät.

Materialien stehen für unsere Gesellschaft. Unsere Gesellschaft steht für Materialien.

Eng vernetzt und in einer Beziehung stehend. Ein gewisser Abstand hilft beizeiten, die genaue Betrachtungsweise dieser Beziehung und dieser Materialien zu sehen. Das Maß der Dinge ist entscheidend. Nur mit dem nötigen Bewusstsein können wir abwägen, ob ein Material ungeeignet oder genau richtig ist:

Es gibt keine falschen Materialien, sondern nur falsche Anwendungen.

Ich sage Danke.

Danke an Professor Oliver Niewiadomski und Professor Alexander Sahoo, die mir mit ihren Ratschlägen und Inspirationen zur Seite standen.

Ich möchte mich bei meiner Familie und meinen Freund*innen bedanken, die stets ein offenes Ohr für mich hatten und meine Arbeit durch Korrekturschleifen haben laufen lassen.

Carolina Bergedieck

Abb.	= Abbildung
Aufl.	= Auflage
ebd.	= eben da
f.	= folgend
ff.	= folgende
o. J.	= ohne Jahreszahlangebe
Prof.	= ProfessorIn
S.	= Seite
s.	= siehe
URL	= Uniform Resource Locator, Internetadresse
Vgl.	= vergleiche

Primärliteratur

Brachert, Eva

Hausrat aus Plastic: Alltagsgegenstände aus Kunststoff in Deutschland in der Zeit von 1950–1959
Weimar: Verlag und Datenbank für Geisteswissenschaften, 2002

Prof. Dr. Braun, Dietrich

Kleine Geschichte der Kunststoffe,
München: Carl Hanser Verlage, 2013

Koltzenburg, Sebastian/Maskos, Michael/Nuyken, Oskar
Polymere/Synthese, Eigenschaften und Anwendungen
Heidelberg: Springer-Verlag Berlin, 2014

Dr. Dr. h. c. Lattermann, Günter/Manske, Beate

Ein Stoff für alle Fälle/Kunststoffdesign im 20. Jahrhundert
Bremen: Wilhelm Wagenfeld Stiftung, 2011

Maennel, Annette

Plastikatlas/Daten und Fakte über eine Welt voller Kunststoff, 3. Auflage,
Berlin: Heinrich-Böll-Stiftung, 2019

Müller, Siegfried

Kultur in Deutschland, Vom Kaiserreich bis zur Wiedervereinigung
Stuttgart: W. Kohlhammer GmbH, 2017

Ostwald, Friedrich Wilhelm

Kolloid-Industrien
1915

Sekundärliteratur

Kunststoff-Museums-Verein e.V.

URL: <http://www.deutsches-kunststoff-museum.de/rund-um-kunststoff/allgemein/>

URL: <http://www.deutsches-kunststoff-museum.de/rund-um-kunststoff/das-lexikon-der-kunststoffe/>, Stand: 12.02.2020

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz

URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertung-entsorgung-ausgewaehlter-abfallarten/kunststoffabfaelle#unterschiede-bei-der-stofflichen-verwertung>

Gremolith Italia

URL: <http://www.gremolithitalia.it>, Stand: 12.02.2020

Anstalt des öffentlichen Rechts

URL: <https://www.planet-wissen.de/technik/energie/erdoel/index.html>, Stand: 12.02.2020

Qnature UG

URL: <https://www.qmilkfiber.eu>, Stand: 12.02.2020

World Economic Forum

URL: https://www.weforum.org/agenda/2019/11/tipping-the-scales-briton-develops-fish-waste-plastic/?utm_source=Facebook%20Videos&utm_medium=Facebook%20Videos&utm_campaign=Facebook%20Video%20Blogs, Stand: 12.02.2020

- Abbildung 1: Foto: Alge, Alexandra (o. J.): „BA 1171 Stapelstuhl - Entwurf von Helmut Bätzner, hergestellt von Bofinger, Deutschland, 1964.“
URL: <https://www.moebelagentur-alge.at/design20th/archiv-verkaufteobjekte-sammlung/bofinger-helmut-batzner-stapelstuehle-weiss.html>
- Abbildung 2: Tabelle: Bergedieck, Carolina (2020): „Kunststoffepochen“ in Anlehnung an: Prof. Dr. Braun, Dietrich, Kleine Geschichte der Kunststoffe, München: Carl Hanser Verlage, 2013, S. 47
- Abbildung 3: Grafik: Bergedieck, Carolina (2020): „Material–Ersatzstoff–Kette“
- Abbildung 4: Grafik: Bergedieck, Carolina (2020): „Elastomer“ in Anlehnung an: „Elastomer im unbelasteten und belasteten Zustand“
URL: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/Polymer_picture.svg, Stand: 12.02.2020
- Abbildung 5: Grafik: Bergedieck, Carolina (2020): „Homopolymer, Copolymer“ in Anlehnung an: Kunststoff-Museums-Verein e.V.
URL: <http://www.deutsches-kunststoff-museum.de/rund-um-kunststoff/allgemein/>, Stand: 12.02.2020
- Abbildung 6: Grafik: Bergedieck, Carolina (2020): „Polyreaktion“ in Anlehnung an: „Einteilung von Polymerisationen“
URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Polymerisation#/media/Datei:Polyreaktionsbaum.svg>, Stand: 12.02.2020
- Abbildung 7: Grafik: „Elastomer im unbelasteten und belasteten Zustand“
URL: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/Polymer_picture.svg, Stand: 12.02.2020
- Abbildung 8: Grafik: Bergedieck, Carolina (2020): „Molekülanordnung der Kunststoffgruppen“
- Abbildung 9: Grafik: Bergedieck, Carolina (2020): „Abkürzungstabelle“ in Anlehnung an: Kunststoff-Museums-Verein e.V.
URL: <http://www.deutsches-kunststoff-museum.de/rund-um-kunststoff/allgemein/>, Stand: 12.02.2020

- Abbildung 10: Foto
URL: <https://dergreif-online.de>, Stand: 25.04.2016
- Abbildung 11: Foto
URL: <http://fuckyouverymuch.dk/>, Stand: 23.01.2016
- Abbildung 12: Foto: „Transparente Blumen der PET-Flasche“.
URL: <http://ideendekoration.com/wp-content/uploads/2018/09/d3505deba34287f12b113ae91effc2f6.jpeg>, Stand: 12.02.2020
Bildnachbearbeitung: Bergedieck, Carolina
- Abbildung 13: Grafik: Bergedieck, Carolina (2020): „Einteilung der Kunststoffe“ in Anlehnung an:
URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Biologisch_abbaubarer_Kunststoff#/media/Datei:Biokunststoffe_Final.svg, Stand: 12.02.2020
- Abbildung 14: Foto: Davis, Clara: „BIOBAG“
URL: <http://www.lottozero.org/store/biobag-clara-davis>, Stand: 12.02.2020

