

P d R

PRODUKTGESTALTUNG DER  
RESSOURCENKNAPPHEIT

## PRODUKTGESTALTUNG DER RESSOURCENKNAPPHEIT

Bachelorthesis Produktgestaltung and der  
Hochschule für Gestaltung Schwäbisch Gmünd  
von Jan Sagasser und Raphael Jung.

## PRODUCT DESIGN AND RESOURCE SCARCITY

Bachelor thesis Product Design at the  
University of Applied Sciences Schwäbisch Gmünd  
by Jan Sagasser and Raphael Jung

Produktgestaltung ist beeinflusst durch Faktoren der Umwelt, der Kultur sowie der immer neuen Bedürfnisse, hervorgerufen durch die voranschreitende Technologisierung. Sie ist eine Disziplin im stetigen Wandel.

Ein Wirkungsbereich des Designs ist dabei auch das Feld der elektronischen Konsumprodukte, in dem, mit zunehmender Komplexität der Produkte, in den vergangenen Jahren die Reparier- und Recyclbarkeit stetig abnahm. Die Folgen für die Umwelt werden dabei spätestens bei der Entsorgung dieser sichtbar. Nicht nur, dass die Entsorgung, wenn korrekt durchgeführt, wie auch der gesamte Herstellungsprozess sehr energieaufwendig ist, auch dass durch eine Herstellung, bei der nicht auf die Rückgewinnung wertvoller Rohstoffe geachtet wird, solche Prozesse äußerst komplex sind. Wodurch ein Großteil des Elektroschrotts nicht fachgerecht recycelt wird, sondern auf Deponien endet oder in andere Länder exportiert wird, in denen die Auflagen für die Entsorgung andere oder erst gar nicht existent sind.

Dazu wird ein Thema in den letzten Jahren und in 2022 durch den Ausbruch des Krieges in der Ukraine zunehmend relevanter: Die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen und des hinsichtlich der Umweltbelastung immer dringlicher werdenden Wandels hin zu erneuerbaren Energien, um einerseits die Ziele des Pariser Klimaabkommens zu erreichen und um andererseits auf die bevorstehende Erschöpfung der Erdöl- und Erdgas-Quellen vorbereitet zu sein. Dieser Umstieg bedarf jedoch genau der kritischen Rohstoffe, die in den meisten Elektronikprodukten verbaut sind und bei denen es sich ebenso um endliche bzw. schwer zugängliche Rohstoffe handelt.

Product design is influenced by environmental factors, culture and the ever-changing needs brought by the ongoing technological development.

It is a discipline in constant change. One area influenced by design is the field of electronic consumer products, in which the reparability and recyclability of products has steadily decreased in recent years as their complexity has increased.

The consequences for the environment become apparent at the latest when the products get disposed. Not only is disposal, if carried out correctly, very energy-intensive, but the entire manufacturing process is extremely complex due to a production process that does not take into account the recovery of valuable raw materials.

As a result, a large part of e-waste is not recycled properly, but ends up in landfills or is exported to other countries where the requirements for disposal are either different or non-existent in the first place.

In addition, one issue has become increasingly relevant in recent years and in 2022 with the outbreak of war in Ukraine: The dependence on fossil fuels and the increasingly urgent shift towards renewable energies in terms of environmental impact, in order to achieve the goals of the Paris Climate Agreement on the one hand and to be prepared for the imminent exhaustion of oil and natural gas sources on the other. However, this change requires precisely the critical raw materials that are built into most electronic products and which are also finite or difficult to access.

Es muss ein Umdenken stattfinden, in dem vollumfänglich hinterfragt wird, wie Produkte gestaltet sind, um in einer Zeit, in der die Rohstoffe, die uns alltäglich umgeben, knapp werden. Auch wie sich das Konsumverhalten der westlichen Welt entwickeln muss, um nicht nur selbst einen nachhaltigeren, ressourcensparenderen Lebensstil zu erreichen, sondern auch um eine Vorbildrolle einzunehmen.

In dieser Arbeit werden die Ereignisse der Vergangenheit und die Entwicklungen, die zur gegenwärtigen Situation führten, ausführlich beleuchtet, um die Nachvollziehbarkeit des von uns erstellten Designguides zu gewährleisten.

In diesen Guidelines wurden Maßnahmen aufgelistet, die bei der Gestaltung von elektronischen Konsumgütern, im Zeitalter der Ressourcenknappheit, höchst relevant sind. Zudem wird dargelegt, wie die Anwendung dieser auf konkrete Produkte aussehen kann und welche Denkprozesse und Entscheidungen den resultierenden Produkten zugrunde liegen.

We need to change the way we think about how products are designed in order to be more sustainable at a time when the raw materials that surround us every day become scarce. We also need a change in consumer behaviour in the western world, not only to achieve a more sustainable, resource-efficient lifestyle ourselves, but also to set a good example.

In this thesis, the events of the past and the developments that led to the current situation are examined in detail in order to ensure the comprehensibility of the Design Guide we have created. These guidelines listed measures that are essential in the design of consumer electronics in the age of resource scarcity.

It also explains how to apply these to concrete products and which thought processes and decisions underlie the resulting products.



# 1. PROBLEMANAYLSE RESSOURCEN

1.1	DIE MENSCHHEIT UND DIE RESSOURCEN	22-23
1.2	MEGATREND RESSOURCEN- KNAPPHEIT	24-25
1.3	MATERIALIEN IN ELEKTRONISCHEN KONSUMGÜTERN	26-27
1.4	KRITISCHE ROHSTOFFE	28-33
	1.4.1    BEDEUTUNG FÜR DIE SUSTAINABILITY TRANSITION	
	1.4.2    STRATEGIEN	
1.5	FALLBEISPIEL INDIUM	34-38
1.6	KUNSTSTOFF UND METALL	39-43
	1.6.1    KUNSTSTOFF RECYCLING	
	1.6.2    METALL RECYCLING	
1.7	LEVERAGE POINTS RESSOURCEN	44-45

# 1. PROBLEM ANALYSIS RESOURCES

1.1	HUMANS AND RESOURCES	210-211
1.2	MEGATREND RESOURCE SCARCITY	212-213
1.3	MATERIALS IN CONSUMER ELECTRONICS	214-215
1.4	CRITICAL RAW MATERIALS	216-221
	1.4.1    IMPORTANCE FOR SUSTAINABILITY TRANSITIONS	
	1.4.2    STRATEGIES	
1.5	CASE STUDY INDIUM	222-226
1.6	PLASTICS AND METALS	227-231
	1.6.1    PLASTIC RECYCLING	
	1.6.2    METAL RECYCLING	
1.7	LEVERAGE POINTS RESOURCES	232-233

## 2. PROBLEMANAYLSE KONSUM

2.1	ENTWICKLUNG DES KONSUMVERHALTENS	48-49
2.2	AUSWIRKUNGEN UNSERES KONSUMVERHALTENS	50
2.3	GRÜNDE FÜR DIESES VERHALTEN	51-55
	2.3.1    IDENTITÄT UND ZUGEHÖRIGKEIT	
	2.3.2    SOZIALE KONVERSATION	
	2.3.3    GEWOHNHEIT	
	2.3.4    BEGEHREN	
2.4	WARUM DER FALSCHER KONSUM NICHT GLÜCKLICH MACHT	56-57
2.5	AUSWIRKUNGEN DES KONSUM- VERHALTENS AUF NEU ENTWICKELTE PRODUKTE	58-60
2.6	LEVERAGE POINTS KONSUMVERHALTEN	60-62
1+2	FAZIT NACH DER PROBLEMANALYSE	62-64

## 2. PROBLEM ANALYSIS CONSUMPTION

2.1	EVOLUTION OF OUR CONSUMPTION BEHAVIOR	236-237
2.2	IMPACT OF OUR CONSUMPTION BEHAVIOR	238
2.3	DRIVERS OF OUR CONSUMPTION BEHAVIOR	239-243
	2.3.1    IDENTITY AND BELONGING	
	2.3.2    SOCIAL CONVERSATION	
	2.3.3    HABIT	
	2.3.4    DESIRE	
2.4	WHY THE FALSE CONSUMPTION DOES NOT MAKE YOU HAPPY	244-245
2.5	EFFECTS OF CONSUMER BEHAVIOUR ON NEWLY DEVELOPED PRODUCTS	246-248
2.6	LEVERAGE POINTS CONSUMPTION	248-249
1+2	CONCLUSION OF THE PROBLEM ANALYSIS	250-251

# 3. INTERVENTIONEN UND METHODEN

3.1	MÖGLICHE TRANSITIONSPFADE	68-74
3.1.1	TRANSFORMATIONSPFAD BEI RESSOURCEN- KNAPPHEIT	
3.1.2	TECHNOLOGISCHER SUBSTITUTIONSPFAD BEI RESSOURCENKNAPPHEIT	
3.2	NUTZUNG GEGENWÄRTIGER LUXUSKONSUMMUSTER	75-76
3.3	PRODUKTBINDUNG SCHAFFEN	77-79
3.4	WEGE ZU EINER NACHHALTIGEN RESSOURCENNUTZUNG	80-85
3.4.1	VISION	
3.4.2	AUFZEIGEN EINES WEGES ZU EINER NACHHALTIGEN RESSOURCENNUTZUNG	

# 3. INTERVENTIONS AND METHODS

3.1	POSSIBLE TRANSITION PATHWAYS	254-260
3.1.1	TRANSFORMATION PATHWAY IN RESOURCE SCARCITY	
3.1.2	TECHNOLOGICAL SUBSTITUTION PATHWAY IN RESOURCE SCARCITY	
3.2	USING CONTEMPORARY LUXURY CONSUMPTION PATTERNS	261-262
3.3	PRODUCT ATTACHMENT	263-264
3.4	PATHWAY TOWARDS SUSTAINABLE USE OF RESOURCES	266-271
3.4.1	VISION	
3.4.2	POINTING OUT A PATHWAY WITH THE BACKCASTING METHOD	

3.5	WEGE ZU BEWUSSTEREM KONSUM	86-95
3.6	ÄSTHETIK UND NACHHALTIGKEIT	90-95
3.6.1	RECYCLEBARKEIT	
3.6.2	UPGRADEBARKEIT/ REPARIERBARKEIT (OFFENES PRINZIP)	
3.6.3	TRENDS ENTGEGEN- WIRKEN	
3.6.4	MATERIELLE UNTER- SCHIEDE	

## 4. DESIGN GUIDELINES

4.1	MATERIALIEN UND PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN	100-113
4.2	VERHALTEN UND BEWUSSTSEINSBILDUNG	114-127
4.3	MÄRKTE UND UNTERNEHMEN	128-139

3.5	WAYS TO MORE CONSCIOUS CONSUMPTION	272-275
3.6	AESTHETICS AND SUSTAINABILITY	276-281
3.6.1	RECYCLABILITY	
3.6.2	UPGRADEABILITY/ REPARABILITY (OPEN PRINCIPLE)	
3.6.3	COUNTERACT TRENDS	
3.6.4	MATERIAL DIFFERENCES	

## 4. DESIGN GUIDELINES

4.1	MATERIALS AND PHYSICAL PROPERTIES	286-299
4.2	BEHAVIOR AND AWARENESS	300-313
4.3	COMMUNICATION AND MARKET POSITIONING	314-325

## 5. ANWENDUNG DER GUIDELINES

5.1	KOOPERATION UND AUSRICHTUNG	142-143
5.2	AUSWAHL DER EXEMPLARISCHEN PRODUKTE	144-147
5.3	DOCKINGSTATION	148-171
5.4	TIME SWITCH	172-178
5.5	HARD DRIVE CASE	188-201
	FAZIT	204

## A ANHANG

A	DANKSAGUNGEN	386-387
A	QUELLEN	388-402
A	EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG	404

## 5. USING THE GUIDELINES

5.1	COOPERATION AND ORIENTATION	328-329
5.1	SELECTION OF THE EXEMPLARY PRODUCTS	330-333
5.3	DOCKING STATION	334-353
5.4	TIME SWITCH	354-365
5.5	HARD DRIVE CASE	366-377
	CONCLUSION	380

## A APPENDIX

A	CREDITS	386-387
A	SOURCES	388-402

# PROBLEM ANALYSE RESSOURCEN

# 1.

Der erste Abschnitt der Problemanalyse bezieht sich konkret auf die Rolle von Ressourcen in dem Megatrend der Ressourcenknappheiten. In diesem Abschnitt werden unter anderem die Bedeutung von Ressourcen, die Ressourcenknappheiten und die im Bezug auf elektronische Konsumgüter betroffenen Ressourcen behandelt. Dabei betrachtet werden die bisherigen Entwicklungen und der momentane Zustand der relevanten Faktoren.

# 1.1 DIE MENSCHHEIT UND DIE RESSOURCEN

Ressourcen sind für die Existenz des Menschen und aller Lebensformen unerlässlich. Wir brauchen Sauerstoff zum Atmen, Wasser zum Trinken, Nahrung zum Essen und Lebensraum. Die Entwicklung der menschlichen Spezies ist eng mit der Entdeckung und Nutzung von Materialien verbunden.

Die erste Verwendung von Werkzeugen durch menschliche Vorfahren wird auf die Steinzeit vor 3,3 Millionen Jahren zurückgeführt (Gimbutas, 2022). Die folgenden Zeitalter der Menschheit waren die Bronzezeit und die Eisenzeit - die Grundlage für die Entwicklung der Menschheit, welche nach Materialien benannt wurden.

Im späten 20. Jahrhundert ist die Menschheit mit der Digitalisierung unserer Welt im Siliziumzeitalter angekommen.

Das moderne Leben hängt von Produkten, Systemen und Infrastrukturen ab, die ohne Siliziummetalle nicht funktionieren würden.

Obwohl die Ressourcen für die Menschheit eine existenzielle Rolle spielen und daher von so großem Wert sind, ist unser Umgang mit ihnen ausbeuterisch. In dem Bestreben, nicht nur an die Spitze der Nahrungskette zu gelangen, sondern auch immer mehr Kontrolle über die Ressourcen zu erlangen, hat die Menschheit nicht nur das Aussterben von Arten vorangetrieben, sie ist auch für die Zerstörung und Qualitätsminderung nicht erneuerbarer Ressourcen verantwortlich. Unser heutiges und wahrscheinlich auch zukünftiges Verhalten hat die gleichen Auswirkungen.

Wie es in „The globalized thought process in relation to natural resources“ von Swing heißt, haben kurzfristige wirtschaftliche Anforderungen Vorrang vor fast allen anderen langfristigen Aspekten unserer Existenz (Swing, 2019, S. 1).

Der Zerfall unseres Ökosystems schreitet mit wachsender Bevölkerung und steigendem Konsum immer schneller voran. Im Jahr 1950 wurde die Weltbevölkerung auf etwa 2,6 Milliarden Menschen geschätzt (Vereinte Nationen, n. d.).

Im Jahr 2022 werden über 7,9 Milliarden Menschen auf der Welt leben (World Population Review, 2022). Zudem betrug das weltweite Bruttoinlandsprodukt (BIP) im Jahr 1915 rund 4,7 Billionen US-Dollar, hundert Jahre später lag es bereits bei rund 108 Billionen US-Dollar (Roser, 2013). Diese Entwicklungen haben zu einem starken Anstieg der Ressourcennachfrage geführt und es ist davon auszugehen, dass diese Entwicklung auch in naher Zukunft nicht nachlassen wird.

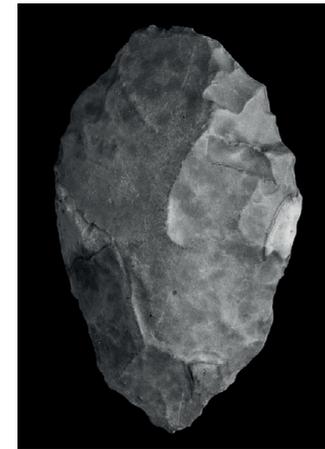


Abb.1 Feuerstein



Abb.2 Indium

# 1.2 MEGATREND RESSOURCEN- KNAPPHEIT

Ein exponentielles Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum bei gleichzeitig begrenzten Ressourcen wird, wenn sich nichts ändert, unweigerlich zum Systemversagen führen. Aufgrund der oben genannten Faktoren erlebt die Menschheit derzeit den Megatrend der Ressourcenknappheit. Megatrends sind globale, tiefgreifende und langfristige Entwicklungen mit großen Auswirkungen auf Ökologie, Politik, Gesellschaft, Wirtschaft und Technologie (Evolutionizer, n. d.). Ressourcenknappheit ist einer von ihnen. In dem Bericht „Narratives of scarcity: Framing the global land rush“ stellen Scoones et al. (2019) drei Rahmungen von Knappheit vor:

**Absolute Knappheit (1)** Das Verständnis von absoluter Knappheit, das hauptsächlich von ökologischen Ökonomen, Ressourcenökonominnen und Demographen vertreten wird, besagt, dass eine unveränderliche physische Begrenztheit von Rohstoffen einer steigenden Nachfrage der Menschheit gegenübersteht. Es wird argumentiert, dass die zunehmenden Auswirkungen menschlicher Aktivitäten stärker sind als die Fähigkeiten unserer natürlichen Umwelt. Wie im Bericht des Club of Rome „Limits to Growth“ von Meadows et al. (1972) vorhergesagt, wird das Ergebnis ein ziemlich plötzlicher und unkontrollierbarer Rückgang sowohl der Bevölkerung als auch der industriellen Kapazität sein (Meadows et al., 1972, S.23). Dieses Verständnis von Knappheit bedeutet, dass Ressourcenknappheit unausweichlich, physisch und real ist (Scoones et al., 2019).

**Relative Knappheit (2)** Bei dieser Sichtweise wird Knappheit als etwas Relatives verstanden. Die Gesellschaft hat wirtschaftliche, institutionelle und technologische Antworten auf Knappheiten. Relative Knappheit wird hauptsächlich von Agrarökonominnen, neuen institutionellen Ökonomen und neoklassischen Ökonomen vorgeschlagen (Scoones et al., 2019). Es wird angenommen, dass Knappheit relativ zur Nachfrage ist. Die begrenzte Verfügbarkeit von Ressourcen kann durch Wissenschaft, Wirtschaft, Technologie und Innovation ausgeglichen werden. Die Ursache des Problems liegt nicht in der mangelnden physischen Verfügbarkeit, sondern in der Unterproduktion (Scoones et al., 2019).

**Politische Knappheit (3)** Sie wird hauptsächlich von politischen Ökologen, Ökonomen und Soziologen vorgeschlagen. Politische Knappheit wird künstlich erzeugt und wahrgenommen, um bestimmten Interessen zu entsprechen (Scoones et al., 2019). Geografisch begrenzte Ressourcenverfügbarkeit, Machtverhältnisse und historische Ungleichheiten wirken sich auf die Ressourcenverteilung aus, wobei es Gewinner und Verlierer im Kampf um die Ressourcen gibt (Scoones et al., 2019, S. 223). Ein Beispiel dafür ist Chinas langfristige Strategie zur Kontrolle der natürlichen Ressourcen, die zu einer starken Abhängigkeit von China bei kritischen natürlichen Ressourcen geführt hat (Kuo & Tang, 2015). Ein aktuelles Beispiel für die Nützlichkeit solcher Abhängigkeiten ist der Russland-Ukraine-Konflikt. Die Abhängigkeit der EU von Rohstoffen aus Russland, die für die Energieproduktion benötigt werden, schränkt den Handlungsspielraum in Bezug auf noch schärfere Sanktionen ein.

# 1.3 MATERIALIEN IN ELEKTRONISCHEN KONSUMGÜTERN

Unterhaltungselektronik besteht aus drei Hauptelementen: Das Gehäuse, das Skelett und die elektronischen Komponenten (Bildschirm, Batterie, Hauptplatine ...). Einige haben zusätzliche Elemente, z. B. den Standfuß eines Monitors oder die Tasten einer Tastatur.

Das Gehäuse: Das Gehäuse hat vier Hauptfunktionen.

Es isoliert die Elektronik im Inneren, es schützt die Elektronik z. B. vor physischen Stößen, Wasser und Schmutz, es sorgt für Tragbarkeit und es bildet die äußere Hülle und bestimmt somit das Aussehen und die Haptik. Es gibt vier Hauptfertigungsoptionen, von denen jede eine Materialauswahl vorgibt (Ye, 2020):

CNC-Fräsen: Diese Fertigungsoption ermöglicht präzise und hochkomplexe Formen, hat aber den Nachteil, dass sie relativ langsam und kostspielig ist. Die für das CNC-Fräsen von Elektronikgehäusen üblicherweise verwendeten Materialien sind:

1. Aluminium
2. Stahl
3. Edelstahl

Spritzgießen: Dieses Verfahren wird für die Massenproduktion von einfacheren Kunststoffgehäusen verwendet. Es eignet sich für vielseitige Formen und ist eine sehr verbreitete Produktionsmethode.

Der Nachteil sind die hohen Anfangsinvestitionen in Werkzeuge, die sich erst bei der Massenproduktion auszahlen. Die bei diesem Verfahren üblicherweise verwendeten Materialien sind:

1. ABS
2. Polycarbonat
3. Acryl
4. TPE

Blechumformung: Diese Methode ist erschwinglich und ermöglicht die Herstellung von langlebigen und einfach zu fertigenden Elektronikgehäusen. Ihr Nachteil sind die begrenzten Möglichkeiten in Bezug auf Ästhetik und Haptik. Folgende Materialien werden üblicherweise für die Blechumformung von Gehäusen verwendet:

1. Aluminium
2. Stahl
3. Rostfreier Stahl

3D-Druck: Dieses Verfahren eignet sich derzeit nicht für die Produktion größerer Mengen. Es ist eine effektive und kostengünstige Möglichkeit zur Herstellung von Einzelanfertigungen. Übliche Materialien für den 3D-Druck von Gehäusen sind:

1. ABS
2. PLS
3. Polycarbonat

Das Skelett befindet sich im Inneren des Gehäuses und hält die elektronischen Komponenten an ihrem Platz. Bei vielen Produkten ist das Skelett bereits im Gehäuse enthalten. Üblicherweise werden hier je nach Anwendung Kunststoffe oder bei höheren Anforderungen an die Stabilität ein geeigener Stahl verwendet.

Die elektronischen Bauteile variieren je nach Art des Produkts. Beispiele sind Bildschirme, Touchscreens, Batterien, Sensoren und Antennen. Diese Teile sind häufig recycelbar und enthalten seltene Materialien mit hohem wirtschaftlichem und gesellschaftlichem Wert.

Die EU führt solche Materialien als Kritische Rohstoffe (CRM) auf.

# 1.4 KRITISCHE ROHSTOFFE (CRM)

Die Kritischen Rohstoffe (CRM) sind eine Auswahl von Rohstoffen, die von der Europäischen Union gruppiert wurden. Diese Materialien sind von hoher strategischer und wirtschaftlicher Bedeutung für die europäische Wirtschaft und in Bezug auf ihre Versorgung gefährdet (Bonollo & Ferro, 2019).

Sie werden nicht nur in allen Industriezweigen und Stufen der Lieferkette verwendet, sondern sind auch entscheidend für die mit der Nachhaltigkeit verbundene Technologie, die zur Bewältigung unserer Klimakrise erforderlich ist (z. B. Energiespeicher) (Europäische Kommission, n. d.). Die derzeitige Entwicklung neuer Technologien führt zu einer wachsenden Anzahl solcher Materialien, die für die Produktion unserer Unterhaltungselektronik benötigt werden.



Abb.3 Bayan-Obo-Mine

Die beiden wichtigsten Parameter zur Analyse der Kritikalität von Materialien für die Europäische Union sind die wirtschaftliche Bedeutung und das Versorgungsrisiko (European Commission, n. d.). Die wirtschaftliche Bedeutung eines Materials ist der Mehrwert dieses Materials für die verarbeitenden Sektoren in der EU und die wirtschaftliche Bedeutung in Bezug auf die Endanwendung.

Darüber hinaus umfasst der Parameter „wirtschaftliche Bedeutung“ auch die Leistung von Ersatzstoffen für diese Materialien. Der Parameter „Versorgungsrisiko“ spiegelt wider, in welcher Konzentration rohstoffproduzierende Länder diese unter Berücksichtigung von Handelsaspekten und ihrer Governance-Leistung beziehen (European Commission, n. d.). Bis zum Jahr 2020 werden 30 Rohstoffe als kritisch eingestuft. Die folgenden Materialien sind Teil dieser Auswahl (Europäische Kommission, n. d.):

- Antimon
- Baryt
- Bauxit
- Beryllium
- Bismut
- Borat
- Kobalt
- Kokskohle
- Flussspat
- Gallium ›

Germanium  
Hafnium  
Schwere Seltene Erden  
Leichte Seltene Erden  
Indium  
Lithium  
Magnesium  
Natürlicher Graphit  
Naturkautschuk  
Niob  
Platingruppenmetalle  
Phosphatgestein  
Phosphor  
Scandium  
Silizium-Metall  
Tantal  
Titan  
Wolfram  
Strontium  
Vanadium

Seit ihrer erstmaligen Erwähnung hat sich die Liste der Kritischen Rohstoffe im Laufe der Zeit erweitert. Im Jahr 2014 galten 17 Materialien als Kritische Rohstoffe, im Jahr 2020 sind es bereits 30 Materialien (Deloitte Sustainability et al., 2017). Diese Entwicklung - getrieben durch unser Konsumverhalten - zeigt die Notwendigkeit eines Kurswechsels in unserem Verhältnis und Handeln gegenüber Ressourcen.

30

PROBLEMANALYSE

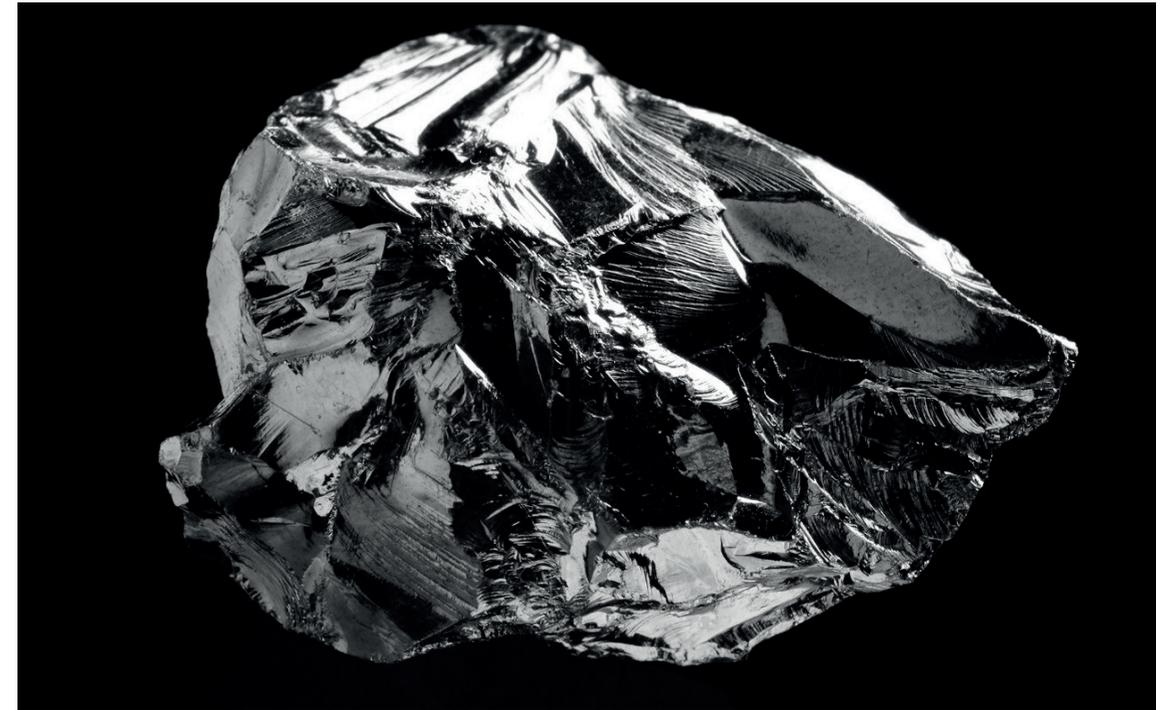


Abb.4 Silizium

## 1.4.1 BEDEUTUNG FÜR DIE SUSTAINABILITY TRANSITIONS

Zusätzlich zu den bereits bestehenden Versorgungsrisiken und der wirtschaftlichen Bedeutung ist eine hohe Menge an kritischen Rohstoffen essentiell, um notwendige Nachhaltigkeitsübergänge zu vollziehen, z. B. den Übergang zu einer umweltfreundlicheren Energieerzeugung (die sogenannte Energiewende). Dolega et al. (2021) stellen fest, dass bis 2050 die Nachfrage nach Lithium aufgrund der Verwendung in Autobatterien um das 45-fache, die Nachfrage nach Kobalt um das 15-fache und die nach Nickel um das Vierfache steigen könnte.

Dies ist nur ein Beispiel für die steigende Nachfrage nach CRM aufgrund ihrer Verwendung in dem grünen Technologiesektor. Dies unterstreicht die Dringlichkeit, die Nutzung dieser Ressourcen strategisch zu steuern.

31

RESSOURCEN

## 1.4.2 STRATEGIEN

Um den Übergang zu einem nachhaltigeren System zu vollziehen, sind, wie Bonollo und Ferro (2019) schreiben, „migrating actions“ in Bezug auf die Beschaffung, die Verwendung und das End-of-Life-Management von CRMs erforderlich.

Die Verwendung dieser Materialien muss reduziert werden, wenn möglich sollten sie durch unkritische Materialien ersetzt und am Ende ihrer Lebensdauer als Bestandteil eines Produkts recycelt werden. Benötigte Änderungen sind:

### Verhaltensänderungen (1) Eine Änderung unseres

Verhaltens in Richtung eines geringeren Verbrauchs, einer besseren Pflege und Reparatur von Produkten und ihrer ordnungsgemäßen Entsorgung am Ende ihrer Lebensdauer kann einen großen Einfluss auf unsere Nachfrage nach CRM haben. Andere Verhaltensänderungen, die sich auswirken, sind z. B. die bewusste Entscheidung, welche Produkte wir konsumieren und welche Dienstleistungen wir in Anspruch nehmen.

Substitution (2) In einigen Anwendungen können CRM durch andere Materialien ersetzt werden, ohne ihre Funktion zu verlieren. Ein Beispiel ist die Substitution von natürlichem Graphit durch synthetisches Graphit in Batterien. Eine Substitution kann Nebeneffekte mit starken negativen Auswirkungen haben, z. B. erfordert die Herstellung von synthetischem Graphit hohe Energiemengen (Dolega et al., 2021).

Materialeffizienz (3) Verringerung des Einsatzes von CRM durch effizientere Verwendung in Produkten. Materialeffizienz wird in der Regel in der Entwicklungsphase von Produkten angestrebt, da sie eng mit der wirtschaftlichen Effizienz verbunden ist (Dolega et al., 2021).

Innovationen (4) Innovationen, die die Beschaffung und Verarbeitung von CRM verbessern, können deren Menge verringern, die zur Deckung der Nachfrage erforderlich ist. Diese Option könnte unbeabsichtigte und gegensätzliche Nebeneffekte hervorrufen. Dolega et al. (2021) geben das Beispiel einer verbesserten

Energiedichte bei Elektrowerkzeugen, die statt kleinerer Batterien zu einem starken Anstieg der Nachfrage nach solchen Batterien für neue Anwendungen (Bohrmaschinen, Kettensägen usw.) führte.

Recycling (5) Das Recycling ist derzeit noch ineffizient, aber für eine stabile langfristige Ressourcenversorgung von entscheidender Bedeutung. Ein verbessertes Produktdesign, ein stärkeres Bewusstsein bei den Verbrauchern und eine bessere Infrastruktur sind unerlässlich, um die Auswirkungen des Recyclings auf die Verwendung von CRM zu verbessern. Zusätzlich sind verbesserte Technologien und Innovationen erforderlich. Momentan werden die Kosten der Recyclingprozesse nicht durch den Wert des zurückgewonnenen Materials ausgeglichen. Mit steigenden Materialkosten kann das Recycling zu einer attraktiveren Option werden.

Politische Maßnahmen (6) Vorschriften und politische Maßnahmen können dazu beitragen, das System rund um die Verwendung von CRMs in Richtung einer Kreislaufwirtschaft zu lenken, und können einen Anreiz zur Verbesserung der Recyclingquoten bieten, z. B. durch die Einführung verbindlicher Quoten für den Recyclinganteil (Dolega et al., 2021). Der Ausschuss für Industrie, Forschung und Energie der Europäischen Union (Committee on Industry, Research and Energy of the European Union, 2021) entwickelte eine europäische Strategie für kritische Rohstoffe.

# 1.5 FALLBEISPIEL INDIUM

LCD-Bildschirme (z. B. Computerbildschirme und Fernsehgeräte) und Touchscreens (z. B. Smartphones und Tablets) verwenden eine transparente leitfähige Schicht aus Indiumzinnoxid. Für die Herstellung von Indiumzinnoxid wurden - Stand 2012 - bis zu 75 % des gesamten weltweit raffinierten Indiums verwendet (Ylä-Mella & Pongrácz, 2016). Da die Produktion solcher Endgeräte im Laufe der Jahre drastisch gestiegen ist, hat sich auch die Nachfrage nach Indium erhöht.

Die Zahl der Bildschirme weltweit hat inzwischen die zweistellige Milliardenengrenze überschritten. Allein im Jahr 2020 wurden 3,2 Milliarden Flachbildschirme produziert (Deloitte, 2020). Mit der Etablierung neuer Produktkategorien, die solche Bildschirme enthalten (z. B. Smartwatches, intelligente Kühlschränke usw.), bleibt die Abhängigkeit des Unterhaltungselektronikmarktes von Indium stark.

Außerdem spielt Indium eine entscheidende Rolle bei der Herstellung von „thin film“ Photovoltaik-Systemen. Diese Systeme stellen die zweite Generation der Photovoltaik-Systeme dar und sind aufgrund niedriger Produktionskosten und eines geringen Material- und Energiebedarfs effizienter, so dass sie im Rahmen der Energiewende zunehmend an Bedeutung gewinnen.

Die Kosten für Solarstrom sind in diesem Jahrhundert um 90 % gesunken, und es ist davon auszugehen, dass sie in den nächsten zehn Jahren um weitere 15 bis 20 % sinken werden (Flowers, 2021).

Betriebliche Verbesserungen werden voraussichtlich die Erzeugungskapazitäten erhöhen, während Wechselrichter den gesamten „Fußabdruck“ verbessern werden. Wie Ravi Manghani in einem Interview mit Flowers (2021) erklärt, wird erwartet, dass Solarstrom bis 2030 auf den meisten Strommärkten zu Großhandelspreisen wettbewerbsfähig sein wird.

Diese Entwicklungen machen die Solarenergie zu einem zentralen Element der Energiewende und werden zu einer noch höheren Nachfrage nach Indium führen. Ciacci et al. (2018) geben an, dass die weltweite Nachfrage nach Indium jährlich um 5 bis 10 % steigen wird. Die Versorgung ist jedoch aus folgenden Gründen gefährdet (Lokanc et al., 2015):

34

PROBLEMANALYSE

Kleine Märkte (1) Indium wird in so geringen Mengen gehandelt, dass es an keiner der Metallbörsen gehandelt wird. Eine Störung durch einen einzigen Anbieter kann daher starke Auswirkungen auf den Preis von Indium haben. Zwischen 2002 und 2005 verzehnfachte sich der Preis für Indium aufgrund der Schließung einer einzigen Raffinerie (Stevenson, 2019).

Produktion als Nebenprodukt (2) Derzeit wird Indium fast ausschließlich als Nebenprodukt von Zink hergestellt. Dies führt zu geteilten Produktionskosten, also viel niedrigeren Kosten als bei einer Eigenproduktion. Die steigende Nachfrage wird eine eigene Produktion erforderlich machen, was zu höheren Produktionskosten führen wird (Lokanc et al., 2015).

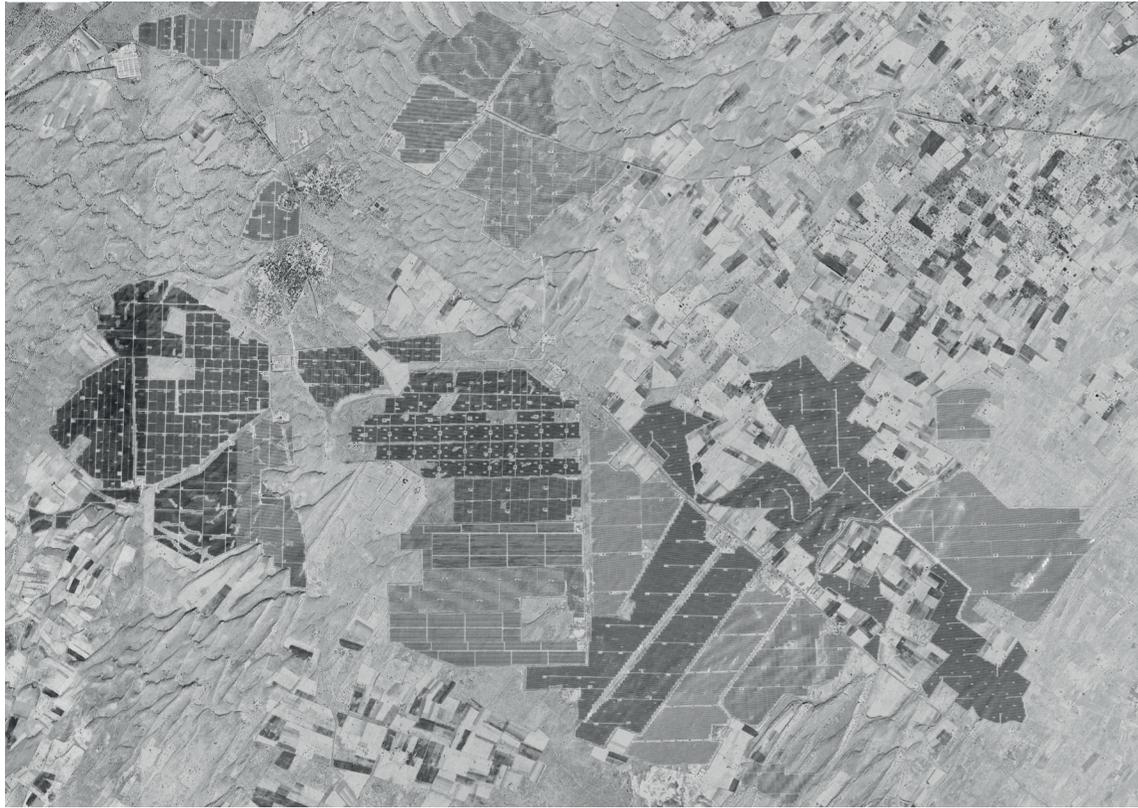
Darüber hinaus sind seine Mengen in der Produktion als Nebenprodukte so gering, dass die Beschaffung von Indium nicht nur von der Nachfrage und dem Angebot der Primärprodukte abhängt, sondern auch von den Raffinerien manchmal überhaupt nicht gefördert wird (Ylä-Mella & Pongrácz, 2016).

Knappheit (3) Indium kommt in der Erdkruste nur in geringen Mengen vor und ist daher eines der selteneren Elemente. Die American Chemical Society führt Indium als eines der neun Elemente auf, deren Versorgung in den nächsten 100 Jahren ernsthaft gefährdet ist (Stevenson, 2019). Außerdem werden 72,70 % des Indiums von China vertrieben (Zhang et al., 2015). Dies schafft eine hohe Abhängigkeit der Nutzerstaaten von diesem Land.

Der hohe wirtschaftliche und nachhaltigkeitsbezogene Wert in Kombination mit den hohen Versorgungsrisiken erfordert Strategien zur Bewältigung dieses Problems. Ein vielversprechender Weg ist das Recycling von indiumhaltigen Altprodukten. Im Jahr 2016 wurde weniger als 1 % des Indiums recycelt (Ylä-Mella & Pongrácz, 2016), während es Methoden gibt, die eine Recyclingrate von 86 % in LCD-Bildschirmen ermöglichen (Zhang et al., 2015). Das erste große Problem bei der Recyclingrate von Indium sind die hohen Dissipationsverluste. Die Dissipationsrate von Indium lag im Jahr 2016 bei 90 %.

35

RESSOURCEN

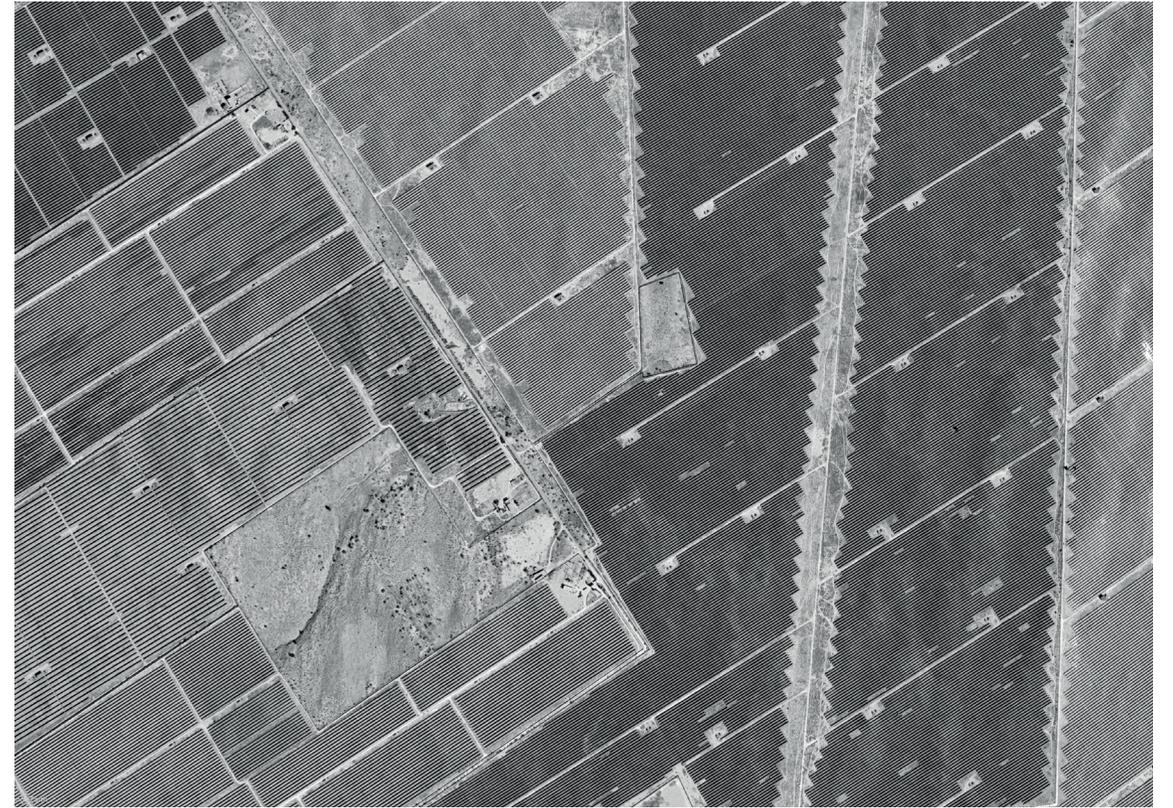


*Abb.5 Solarpark Bhadla I*

1km

36

PROBLEMANALYSE



*Abb.6 Solarpark Bhadla II*

200m

37

RESSOURCEN

In der „global substance flow analysis“ von Indium von Yoshimura et al. (2013) werden drei Kategorien von Verlusten genannt.

Der Verlust bei der Beschaffung (verantwortlich für über 93 % der Indiumverluste), Verluste während des Rückgewinnungsprozesses (verantwortlich für etwa 6 % der Indiumverluste) und die Entsorgung von Altprodukten.

Die Raffinationseffizienz hat sich in den letzten Jahren stark verbessert (Ylä-Mella & Pongrácz, 2016) und wird sich mit neuen Technologien und der steigenden Nachfrage wahrscheinlich weiter verbessern.

Um die anderen Kategorien zu verbessern, sind ein besseres End-of-Life-Management und eine bessere Wiederverwertbarkeit von zentraler Bedeutung. Die aktuellen Probleme bei der Schließung des Kreislaufs sind unter anderem die folgenden:

1. Produktdesign, das die Demontage und Materialtrennung schwierig oder unmöglich macht (Ylä-Mella & Pongrácz, 2016, S. 5)
2. Geringes Bewusstsein für den Verlust von Ressourcen (Ylä-Mella & Pongrácz, 2016, S. 5)
3. In den Industrieländern lagern viele Güter wie kleine Elektronikgeräte in Schubladen und Schränken (Ylä-Mella & Pongrácz, 2016, S. 5)
4. Recyclingtechnologien haben mit den komplexen und vielfältigen modernen Produkten nicht Schritt gehalten. (Ylä-Mella & Pongrácz, 2016, S. 5)

Bei diesen Aspekten handelt es sich um System- und Designprobleme, die in den Zuständigkeitsbereich von Produktdesigner\*innen fallen. Von der Verringerung der Verwendung von Indium in Produkten durch den Verzicht auf unnötige Displays und Touchscreens bis hin zur aktiven Berücksichtigung des Produktlebensendes und der Wiederverwertbarkeit von Produkten können Gestalter\*innen einen wichtigen Einfluss auf die Entwicklung der Verwendung und der Beziehungen zu Indium ausüben.

# 1.6 KUNSTSTOFFE UND METALLE

Neben den elektronischen Bauteilen werden in der Unterhaltungselektronik vor allem Kunststoffe und Aluminium verwendet, wobei die Hauptanwendung das Gehäuse ist. In diesem Abschnitt werden die Eigenschaften der am häufigsten verwendeten Materialien und ihre Beziehung zur Ressourcenknappheit erörtert.

## 1.6.1 KUNSTSTOFFRECYCLING

Der Kunststoffanteil in der Unterhaltungselektronik beträgt durchschnittlich 28 % bei kleinen Geräten und 15 % bei großen Geräten (Slijkhuis, 2020).

Untersuchungen aus dem Jahr 2015 besagen, dass die Erdölreserven nur noch 50 Jahre reichen (METGroup, 2021). Da über 99 % der Kunststoffe aus Chemikalien hergestellt werden, die aus fossilen Brennstoffen gewonnen werden (Center for International Environmental Law, 2019), ist es dringend erforderlich, Kunststoffe zu recyceln und effektiv zu nutzen. Bei jährlich 40 bis 60 Millionen Tonnen Elektro- und Elektronikabfällen (WEEE) (Schwesig & Riise, 2016) bedeutet dies, dass jährlich 7,5 bis 15 Millionen Tonnen Kunststoffabfälle aus Elektro- und Elektronik-Altgeräten anfallen. Die am häufigsten verwendeten Kunststoffe sind:

Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS): ABS ist heute einer der kostengünstigsten Kunststoffe. Er ist sehr haltbar, bietet eine hohe Schlagzähigkeit und Hitzebeständigkeit, eignet sich aber hauptsächlich für die Verwendung in Innenräumen, da er nicht sehr UV-stabil ist. Sein niedriger Schmelzpunkt macht es sehr nützlich für das Herstellungsverfahren des Spritzgießens (Polycase, 2021). ABS eignet sich vor allem für die Produktion hoher Stückzahlen oder die Produktion mit geringen Materialkosten.

Recycling von ABS: Im Jahr 2020 machte ABS 17 % aller aus WEEE (Waste from Electrical and Electronic Equipment) recycelten Kunststoffe aus (Slijkhuis, 2020). Unter den richtigen Umständen kann ABS zu 100 % recycelt werden (Vihaan, 2022). Wie die Studie von Fisher und Ford (2019) zeigt, kann recycelter ABS (rABS) ein voll funktionsfähiger Ersatz für neuer ABS bei der Verwendung als Gehäuse für Elektronik sein, was lediglich das richtige Produktdesign erfordert. Dies lässt den Schluss zu, dass ABS sowohl gute Recyclingeigenschaften hat als auch sein Recycling sinnvoll ist. Um das Endprodukt gut recycelbar oder sogar potenziell kreislauffähig zu machen, müssen die Produktdesigner die leicht unterschiedlichen Eigenschaften von rABS, eine einfache Demontage und die Verwendung von Monomaterial rABS in Betracht ziehen.

Polyamid (PA): Polyamid ist ein Material, das sich aufgrund seiner guten Hitzebeständigkeit für den Außeneinsatz eignet (Early, 2015). Es ist zäh, verschleißfest und ein guter elektronischer Isolator. Feuchtigkeit stellt für PA ein Problem dar, da PA Wasser absorbiert (OKW Enclosures Inc., n.d.). Polyamid ist sehr langlebig. Der Nachteil dieser Eigenschaft ist, dass PA, wenn es weggeworfen wird, lange Zeit in der Umwelt verbleibt. Etwa 10 % des gesamten Mülls im Meer besteht aus PA (Vanden, 2020b).

Recycling von PA: PA ist gut recycelbar. Es ist langlebig, d. h. es kann mehrfach wiederaufbereitet werden. Dadurch eignet es sich für den Einsatz in Kreislaufsystemen (Vanden, 2020b).

Polycarbonat (PC): Polycarbonat ist zäh, schlagfest, thermisch stabil, transparent und leicht einfärbbar. Es kann sowohl im Innen- als auch im Außenbereich eingesetzt werden und verfügt über eine gute UV-Beständigkeit (OKW Enclosures Inc., n.d.). Insgesamt ist Polycarbonat ein vielseitiges und leistungsstarkes Material mit vielen Einsatzmöglichkeiten. Es erfreut sich immer größerer Beliebtheit (Vanden, 2020b).

Recycling von PC: Im Jahr 2020 machte PC 12 % aller aus WEEE (Waste from Electrical and Electronic Equipment) recycelten Kunststoffe aus (Slijkhuis, 2020). Unter den richtigen Bedingungen können 100 % des PC recycelt werden (Vanden, 2020b). Recyceltes PC kann als Ersatz für neues PC verwendet werden.

PC/ABS-Mischungen: PC/ABS ist ein technischer Thermoplast, der durch Mischen von ABS und PC entsteht. Seine Eigenschaften hängen von dem Verhältnis der beiden Komponenten ab. Es ist kostengünstiger als PC und bietet die Wärmebeständigkeit und Zähigkeit von PC mit der Verarbeitungsfähigkeit und Dehnbarkeit von ABS (Fast Radius, 2021).

Recycling von PC/ABS-Gemischen: Die Trennung von PC/ABS-Blends in PC und ABS für die Wiederverwertung ist ein schwieriger Prozess. Bis 2018 wurde PC/ABS nur für die Verbrennung und nicht für das Recycling verwendet. MGG Polymers (2019) behauptet, dass sie seit 2018 in der Lage sind, PC/ABS-Blends in der Serienproduktion zu trennen und zu veredeln.

Andere Kunststoffe, die üblicherweise für Elektronikgehäuse verwendet werden, auf die hier aber nicht weiter eingegangen wird, sind hochschlagfestes Polystyrol (HIPS), Polypropylen (PP) und thermoplastische Elastomere (TPE).

Wenn Unterhaltungselektronik ihr Lebensende erreicht, wird ein Großteil demontiert, sortiert und die Metalle werden entfernt. Nach dem Schreddern wird der verbleibende Inhalt als Elektronikschredderrückstand (ESR) bezeichnet.

ESR besteht aus einer großen Vielfalt verschiedener Materialien, wobei Kunststoffe 86 % des europäischen ESR ausmachen (Schwesig & Riise, 2016).

Aufgrund der folgenden Faktoren ist die Rückgewinnung von Kunststoffen aus ESR für das Recycling eine Herausforderung (Schwesig & Riise, 2016):

\*Viele verschiedene Kunststoffarten in ESR

\*Nicht-Kunststoffe machen einen erheblichen Anteil aus

- \*Beschichtungen und Lacke
- \*Problematische Stoffe im ESR-Mix  
(Flammschutzmittel, Schwermetalle etc.)
- \*Hohe Anforderungen an die entstehenden Materialien,  
wenn sie als Ersatz für Neuware verwendet werden

Das mechanische Recycling ist in diesem Fall die umweltfreundlichste Option im Vergleich zur Verbrennung und zum chemischen Recycling › (Barthes et al., 2012). Aufgrund der Komplexität des Recyclingprozesses von Elektro- und Elektronik-Altgeräten wird durch die Vereinfachung dieses Prozesses durch Vermischung die Recyclingrate erhöht und das Abfallvolumen kurzfristig verringert (Barthes et al., 2012). Da die Gemische nach dem Ende ihrer Lebensdauer getrennt werden müssen, was schwierig ist, ist es fraglich, ob die Erhöhung der Recyclingquote und die Verringerung des Abfallvolumens auch langfristig eintreten.

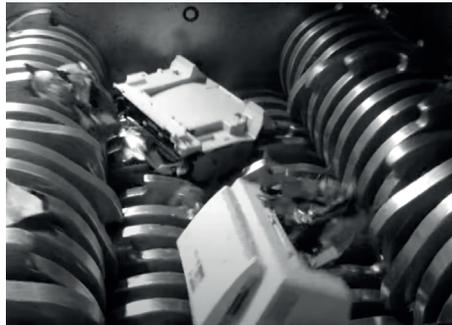


Abb.7 Schredder

## 1.6.2 METALLRECYCLING

Metalle machen gewichtsmäßig 60 % der Elektro- und Elektronikaltgeräte aus (Cesaro et al., 2018). Mit 49000 mg/kg ist Aluminium eines der am häufigsten in Elektro- und Elektronikaltgeräten vorkommenden Metalle. Die anderen am häufigsten vorkommenden Metalle sind Eisen, Kupfer, Zink, Blei und Antimon. Auch wenn Edelmetalle nur in geringen Mengen vorkommen, haben sie einen sehr hohen wirtschaftlichen Wert. Zu den Edelmetallen gehören u. a. Gold, Silber, die Platingruppenmetalle Palladium und Rhodium. Da sie in kleinen Mengen in Leiterplatten verwendet werden,

42

PROBLEMANALYSE

ist ihre Konzentration in diesen Leiterplatten in der Regel viel höher als in Mineralerzen, was einen wirtschaftlichen Anreiz für das Recycling von Elektro- und Elektronikaltgeräten bietet (Cesaro et al., 2018).

Aluminium: Da die meisten Metalle nur in den elektronischen Bauteilen vorhanden sind und Aluminium häufig in Gehäusen von Unterhaltungselektronik zu finden ist, wird hier Aluminium für die weitere Untersuchung ausgewählt. Aluminium ist leicht, aber stabil und ermöglicht daher langlebige Produkte. Es wird von vielen als „hochwertigeres“ Material im Vergleich zu Kunststoffen angesehen und ist gleichzeitig kostengünstiger als andere Metalle. Außerdem leitet es Wärme besser ab als andere Alternativen, was für Elektronik, die sich leicht erwärmt, nützlich ist. Auf der anderen Seite blockiert es Signale.

Recycling von Aluminium: Aluminium ist zu 100 % recycelbar, wobei für das Recycling nur 5 % der Energie benötigt wird, die für die Produktion von neuem Aluminium erforderlich ist (Ugreen, 2021). Europa hat die weltweit höchste Recyclingrate von Aluminium, 81 % des gesamten verwendeten Aluminiums werden recycelt (Quartz Business Media, 2020).

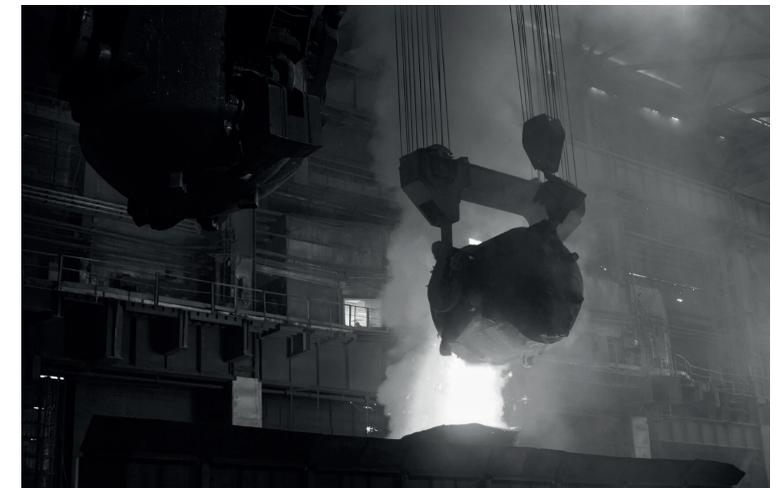


Abb.8 Aluminium Recycling

43

RESSOURCEN

# 1.7 LEVERAGE POINTS RESSOURCEN

Aus der hervorgegangenen Problemanalyse für das Produktdesign von elektronischen Konsumgütern im Hinblick auf Ressourcenknappheit gehen die folgenden Leverage Points hervor.

- Gegenentwürfe für negative Produktrends anbieten (1) Die Schaffung von Designs außerhalb bestehender Trends mit negativen Auswirkungen oder die Lenkung bestehender Trends im Produktdesign in eine Richtung mit verbesserten Auswirkungen trägt dazu bei, das weit verbreitete Verständnis von „gutem Design“ in eine Richtung mit verbesserten Umweltauswirkungen zu verschieben.
- Design für Langlebigkeit (2) Je länger die Lebensdauer eines Produkts ist, desto später muss es ersetzt werden, und desto weniger Produkte werden hergestellt. Das spart Energie für die Herstellung von Produkten und Materialien, die Emissionen für den Transport und es werden weniger Rohstoffe benötigt. Dies bedeutet auch, dass eine bessere Reparaturfähigkeit möglich sein sollte.
- Entwerfen für die Demontage (3) Wenn ein Produkt sein Lebensende erreicht hat und in den Abfallstrom gelangt, muss die Demontage möglich und einfach sein, um gute Recyclingeigenschaften zu garantieren. Damit eine einfache Demontage möglich ist, muss sie bereits in der Entwurfsphase eines Produkts berücksichtigt werden.
- Optimierung des Materialeinsatzes (4) Die Materialmenge sollte so optimal wie möglich eingesetzt werden. In Bezug auf die Menge sollten die Produkte so wenig Material wie möglich enthalten, um die Eigenschaften und Anforderungen zu erfüllen. Dies verbessert nicht nur die Auswirkung der Produkte auf die Ressourcenknappheit, sondern ist auch in wirtschaftlicher Hinsicht der beste Weg.

Berücksichtigung der richtigen Materialien (5) Da ABS, PS und PP etwa 55 % des Kunststoffes in WEEE ausmachen ist ihr recycling am lukrativsten und wird daher auch am effizientesten betrieben (Sliz, 2019).

Andere Materialien wie PC oder PMMA liegen hingegen nur in kleinen Mengen vor (1-2 %), somit ist ihr Recycling ökonomisch uninteressant.

Daher sollten möglichst gängige Materialien gewählt werden (Sliz, 2019). Bei der Auswahl der Materialien für die Gestaltung eines Produkts sollten die folgenden Punkte berücksichtigt werden: Eignung, Wiederverwertbarkeit, Knappheit, Energiebedarf für Produktion und Transport, Haltbarkeit und andere Anwendungen, die diese Materialien erfordern.

Design für die Verwendung von recycelten Materialien (6) Die Eigenschaften recycelter Materialien können im Vergleich zu ihren neuen Gegenständen variieren.

Die Produkte sollten so gestaltet sein, dass die recycelten Materialien verwendet werden können. Es muss zusätzlich bedacht werden, dass WEEE-Kunststoffe mit Nah-Infrarot-Erkennung (NIR) für das Recycling sortiert werden.

Diese Technik erkennt nur helle Kunststoffe zuverlässig. Dunkle werden nur unzuverlässig oder gar nicht erkannt, machen aber 60-80 % der Kunststoffe in WEEE aus (Sliz, 2019).

Verwendung von Monomaterialien (7) Ein großes Problem beim Recycling ist die Reinheit der Materialien. Die Verwendung von Verbundwerkstoffen und anderen Multimaterialien ist daher im Hinblick auf die Wiederverwertbarkeit eines Produkts problematisch.

Falls machbar, sollten in so vielen Bauteilen wie möglich Monomaterialien verwendet werden. Zusätzlich sind Beschichtungen und Lacke oft problematisch, da sie oft schwer zu entfernen sind und die Produktreinheit beeinträchtigen.

# PROBLEM

# ANALYSE

# KONSUM

Im zweiten Abschnitt der Problemanalyse soll das Konsumverhalten der westlichen Welt betrachtet werden. Die Entwicklungen, die zu den aktuellen Konsummustern führten sowie die Auswirkungen dieses Verhaltens auf neugestaltete Produkte und auf den Menschen selbst.

Welche Rolle Konsum im Alltag und im sozialen Umfeld spielt und wie dies den Konsum, die Produkte die gekauft werden zusätzlich beeinflusst.

# 2.

# 2.1 ENTWICKLUNG DES KONSUMVERHALTENS

Die Entwicklung, die zu dem vorherrschenden Konsumverhalten führte, begann bereits mit dem wirtschaftlichen Aufschwung nach dem 2. Weltkrieg, der Wohlstand in vielen Schichten der Gesellschaft brachte. Die treibenden Motive waren dabei die Zugehörigkeit, die der Selbstaufwertung und des Genusses. Die Nachfrage stieg, da die Bevölkerung sich modernisierender Gesellschaften wuchs, Preise für Lebensmittel und Kleidung sanken und mehr Geld für andere Konsumzwecke blieb.

Die bereits im 19. Jahrhundert beginnende Liberalisierung unterstützte diesen Konsum zusätzlich, die unteren sozialen Schichten merkten, dass sie durch Mehrarbeit denselben ressourcenaufwendigen Lebensstil führen konnten, der zuvor den Adligen vorbehalten war. So wandelten sich die traditionellen Fremdwänge (arbeiten zu müssen) in Selbstzwang um. Die Ausbreitung von Konsumzielen sowie die Angst vor der sozialen Desintegration, die diese Entwicklung mit sich brachte, lassen sich eins zu eins auf weite Teile unserer heutigen Gesellschaft übertragen. Mehr noch band der distinktive Konsum (Konsum zur Abgrenzung von einer bestimmten sozialen Gruppe) die Identität der Menschen zunehmend an symbolisch Konsumgüter (Stengel, 2011).

Eine weitere Intensivierung des Konsumverhaltens begann mit dem Untergang der Planwirtschaft, wodurch der Kapitalismus alternativlos und endgültig global wurde. Schwellenländer, die sich durch die günstige Produktion von Gütern einen Vorteil im Wettbewerb verschafften, verhalf den dort lebenden Menschen zu neuem Wohlstand. Zwar legitimierte diese Entwicklung, hin zu besseren Lebensbedingungen für alle, den Kapitalismus erneut, doch forcierte sie die ökologische Krise. Da Produkte durch die gesunkenen Herstellungspreise noch günstiger in den Industrieländern verkauft werden konnten und die Menschen in den ehemaligen Schwellenländern nun dieselben Konsumziele anstrebten wie die europäischen Industrieländer (Frankreich, Deutschland oder Großbritannien). Nach 1990 steigerte sich der Verbrauch fossiler



Abb.9 VW Käfer - ein Symbol des Wirtschaftswachstums

Energieträger und natürlicher Ressourcen stetig. Die Überproduktion der eigendynamischen Marktwirtschaft galt damals schon als ein ökologisches Problem, das allerdings zu Gunsten der Überwindung der Mangelgesellschaft toleriert wurde. Zu Beginn des 21. Jahrhundert genießt ein Großteil der Menschen in den industrialisierten Ländern einen materiellen Wohlstand, der bereits weit über die Existenzsicherung hinausging (Pfister, 1995).

Heute lebt die westliche Welt im Überfluss, in der die Herstellung der uns umgebenden Warenfülle zur Bedrohung der Natur und damit zur Bedrohung des Menschen geworden ist. Zudem haben die großen Volkswirtschaftsnationen durch das Stimulieren des Marktes zum Kauf von mehr Konsumgütern angeregt. Dieser Versuch die Wirtschaftskrise zu überwinden manövrierte die Konsumgesellschaft in eine systematische Zwickmühle (Stengel, 2011), in der Hersteller den Markt mit immer neuen Versionen ihres Produktes fluten, bei der sich die Neuerungen jedoch auf minimale Verbesserungen am Produkt oder der Software beschränken. Was dazu führt, dass die Nutzungsdauer rohstoff- und energieintensiver Produkte sinkt. Dies wiederum ist ein Auslöser für den uns bevorstehenden Rohstoffmangel sowie die Menge an Elektroschrott ist (Wang et al., 2009).

## 2.2 AUSWIRKUNGEN UNSERES KONSUMVERHALTEN

Überkonsum, der angetrieben durch Überproduktion unser Leben seit den 90er-Jahren prägt, zeichnet sich heute neben der Rohstoffknappheit in vielen Umweltproblemen ab. Die Rodung der Wälder, die Verschmutzung unsere Weltmeere führten dabei neben der vom Menschen verursachten Verschmutzung, dem Klimawandel zum Verlust der Biodiversität. Die Biodiversität ist essenziell zur Schaffung und Erhaltung komplexer Ökosysteme und somit grundlegender Bestandteil des Lebens auf der Erde.

Noch dazu können diese, wenn einmal zerstört, nicht vom Menschen reproduziert werden (Gupta et al., 2020). Die zivilisierte Gesellschaft zerstört somit, um ihren Lebensstandard, der auf reproduzierbaren Gütern und Lebensräume (Städte, Dörfer...) basiert, zu ermöglichen, vom Menschen nicht reproduzierbare Ressourcen. Dazu gehören Riffe und Wälder, die Lebensräume von Tieren, die auf diese angewiesen sind. Aber auch Lebensräume von Ureinwohnern, die bislang in Harmonie, rücksichtsvoll mit der Natur zusammen lebten.

Eine uns viel direkter betreffende Bedrohung ist jedoch die Bodenerosion und Versauerung. Diese hängt mit einer Vielzahl an Faktoren zusammen, die bereits genannte Rodung der Wälder, um unter der Erde befindliche Rohstoffe zu fördern, allgemein die Umlegung naturbelassener Flächen zu Anbauflächen und der intensive Einsatz von Düngemitteln. Diese Entwicklung betrifft uns direkter, da der Anbau unserer Lebensmittel langfristig auf diesen Böden nicht mehr möglich sein wird, somit setzt sich diese Entwicklung weiter fort (Gryschko et al. 1997).

## 2.3 GRÜNDE FÜR DIESES VERHALTEN

Wir leben in einer Welt, in der größere Zufriedenheit und Glück eng mit größerem materiellen Wohlstand verbunden sind. Der Konsum ermöglicht uns Mobilität, abwechslungsreiche Ernährung, mehr Bequemlichkeit sowie viele individuelle Freiheiten und persönlichen Komfort. Wodurch die Vorstellung herrscht, dass es uns besser geht, je mehr wir konsumieren.

Unsere Konsumgesellschaft funktioniert dabei auf der Grundlage des andauernden Drangs, die durch die Werbung wahrgenommenen Bedürfnisse zu befriedigen. Diese Befriedigung wird zudem durch politische Anreize (Abwrackprämie, neue Energieeffizienzklassen) gesteigert, was für ein immer höheres Konsumniveau sorgt. Dabei sind die wahren menschlichen Bedürfnisse nach Max Neef im Gegensatz zur Unersättlichkeit des Begehrens gering und universal (Ekins et al., 1992). Er spricht damit die Doppelfunktion vieler materieller Gegenstände an. Denn meistens sind diese nicht nur wegen ihres direkten praktischen Nutzens für uns wichtig, sondern auch aufgrund dessen, was sie für uns und für andere bedeuten. Der Umweltökonom Tim Jackson listet in seinem bereits 2005 erschienen Report zum Thema „Motivating Sustainable Consumption“ verschiedene Theorien, die zum Verständnis unseres Verhaltens beitragen. In erster Linie sind die menschlichen Bedürfnisse sehr allgemeingültig und nicht auf Konsum ausgerichtet.

Menschliches Wohlbefinden  
Eigentum und Besitz  
Privatsphäre  
Unbefangtheit  
Allgemeine Benutzbarkeit (von Informationstechnologie)  
Vertrauen  
Autonomie (der Entscheidungen)  
Rechenschaftspflicht  
Höflichkeit ›

Die Erfüllung dieser Bedürfnisse kann wiederum hinsichtlich zweier Aspekten klassifiziert werden: materielle Bedürfnisse (Lebensunterhalt und zum Schutz) und soziale psychologischen Bedürfnisse (Selbstwertgefühl und Zugehörigkeit) zudem unterscheidet man zwischen Bedürfnissen selbst und Zufriedenstellern (satisfiers), was die Diskussion eröffnet, dass nicht alle Zufriedensteller die zugrunde liegenden Bedürfnisse gleichermaßen befriedigen.

Ein Beispiel dafür sind Lebensmittel, die zu den lebensunterhaltenden Bedürfnissen zählen, doch nicht alle Lebensmittel haben denselben Nährwert mehr noch sind viele bereits in kleinen Mengen schädlich für uns. Unabhängig von der Befriedigung grundlegender Bedürfnisse wurden aus kommerziellem Interesse viele ‚falsche‘ und ‚unnatürliche‘ Bedürfnisse geschaffen (Jackson, 2005).

Die realen Konsumausgaben in Deutschland haben sich dabei in den letzten 30 Jahren fast verdoppelt (Statistisches Bundesamt, 2021) wohingegen sich die Zufriedenheit mit der Lebenssituation kaum verändert (Donovan, 2002)

Wir konsumieren also so, dass es unserer Psyche nichts nützt und zudem unserer Umwelt schadet.

Wenn also weder die psychologischen noch die sozialen Bedürfnisse, durch die moderneren Produkte und Waren wirklich schlechter befriedigt werden, schlussfolgert Jackson (2004), sollte es möglich sein, durch weniger Konsum besser zu leben und unsere Auswirkungen auf die Umwelt zu verringern. Die von ihm aufgezeigten Theorien versuchen somit die grundsätzliche Frage zu klären:

Wenn uns die Produkte, die wir konsumieren nicht glücklicher machen (uns, nicht befriedigen), warum konsumieren wir dann weiter?

## 2.3.1 IDENTITÄT UND ZUGEHÖRIGKEIT

Unser Verhalten als Verbraucher ist eng mit unserer persönlichen und kollektiven Identität verbunden. "Wir sind, was wir besitzen". Bestimmte Konsumgüter wie Kleidung, Musik oder Lebensmittel spielen eine wichtige Rolle im Prozess der Identitätsbildung. Die Menschen tragen die neueste Mode, um sich mit einer bestimmten sozialen Gruppe zu identifizieren, sich innerhalb dieser Gruppe zu positionieren, sich von anderen Gruppen abzugrenzen und zu zeigen, welchen Idealen man anhängt.

Den Idealen, die ein Produkt dabei symbolisiert, kann zudem eine soziale Bedeutung zugesprochen werden, so trägt der Konsum nicht nur zur Identifizierung mit einer Gruppe, sondern auch auf die gesamte Gesellschaft bezogen zur Verleihung eines bestimmten Status bei (Jackson, 2005).



Abb.10 Punk

## 2.3.2 SOZIALE KONVERSATION

Symbole sind von Natur aus soziale Konstrukte, deren Wert innerhalb eines kulturellen Kontextes immer wieder neu ausgehandelt wird. Konsumgüter spielen damit eine Schlüsselrolle im sozialen kulturellen Dialog und den Narrativen, die die Gesellschaft zusammenhalten.

Damit beschränkt sich ihre Rolle nicht nur auf die Schaffung und Erhaltung der persönlichen Identität, sie können nach Douglas und Sherwood (1996) als nonverbales Medium für das Kreativitätsvermögen betrachtet werden. Mehr noch kann gerade materiellen Gütern ein Markierungsdienst zuweisen werden, der über den Vorzeigekonsum hinaus geht.

Da diese helfen, den Austausch innerhalb einer sozialen Gruppe aufrecht zu erhalten, die soziale Widerstandsfähigkeit angesichts kultureller Veränderungen zu verbessern, um die soziale Identität zu bewahren und die Beziehungen zwischen den Gruppenauszuhandeln. Mit anderen Worten:



Abb.11 Bourgeoisie

Die symbolische Rolle von Konsumgütern erleichtert eine Reihe wichtiger sozialer Gespräche über individuelle und soziale Identität, Gruppenkohäsion und kulturelle Bedeutung (Jackson, 2005).

### 2.3.3 GEWOHNHEIT

Aus Gewohnheit konsumieren wir viele Dinge, ohne es zu merken. Wir hinterfragen bestimmte Käufe nicht, wenn es bereits die Gewohnheit unserer Eltern war, oder wenn es die Gesellschaft im Allgemeinen als normal widerspiegelt, diese Produkte zu besitzen oder zu konsumieren. Dies ist als Lock-in-Effekt bekannt: Gesellschaften machen sich sozial und materiell von bestimmten Konsumgütern abhängig.



Abb.12 Tasse Kaffee

Diese Form kultureller Abhängigkeit, besteht darin, dass wir uns an ein bestimmtes Maß materiellen Besitzes gewöhnen (Auto, Smartphone, Markenkleidung, Geschirrspüler ...) oder uns technologisch abhängig machen (Belz, 2007). Das heißt, wir werden in der soziale Organisation/Kommunikation abhängig von technischen Geräten wie Computern oder Mobiltelefonen (Jackson, 2002).

### 2.3.4 BEGEHREN

Geschmäcker und Vorlieben sind durch Begehren, die durch sexuelle Konnotation in der Werbung direkt als auch indirekt eingesetzt werden, geprägt. Es ist eine sehr reale und weit verbreitete Assoziation von materiellen Gütern mit sexuellem und sozialem Status.



Abb.13 Schaufenster

Die Evolutionstheorie besagt, dass tierische Verhaltensweisen das Ergebnis einer evolutionären Anpassung unter dem Druck der natürlichen Selektion (Wettbewerb um knappe Ressourcen) und der sexuellen Selektion (Wettbewerb um Sexualpartner\*innen) sind. Begehren wird nicht mit „rationalen“ Bemühungen in Verbindung gebracht. Es wird also nicht der funktionalen Charakter von Gütern mit unseren spezifischen persönlichen oder sozialen Bedürfnissen in Einklang gebracht, sondern mit starken emotionalen oder sexuellen Trieben und Motivationen versucht Produkte zu vermarkten. (Damit wird eine biologische Grundlage für den Konsum suggeriert, die die Aufgabe, das Verhalten zu ändern, in einem noch entmutigenderen Licht erscheinen lässt.)

Die Evolutionstheorie bietet jedoch auch eine Erklärung zum kooperativen und moralischen Verhalten, so ist die Entscheidung des Einzelnen zwischen kompetitivem und kooperativem Verhalten stark vom sozialen Klima abhängig (Belk et al., 2003).

## 2.4 WARUM DER FALSCHER KONSUM NICHT GLÜCKLICH MACHT

Dass ein höheres Einkommen nicht zwangsläufig glücklich macht, ist weitläufig bekannt. Ein Grund dafür ist dabei der Zeitstress, unter dem Bezieher höherer Einkommen leiden (Hamermesh & Lee, 2005), da Freizeit eine erhebliche Bedeutung für das subjektive Wohlbefinden darstellt.

Fragt man nun, ob mehr Konsum glücklich macht, lässt sich argumentieren, dass das für den gehobenen Konsum zu erzielende Einkommen meist nur mit größerem Zeiteinsatz erreichbar ist, somit mit weniger Freizeit. Doch psychologisch und neurobiologisch gibt es abgesehen von der schieren Menge an Konsumgütern, die wir erwerben wollen, weit mehr Gründe, weshalb Konsum uns nicht glücklich macht.

Für diese Arbeit ist dabei die neurobiologische Eigenheit der Menschen, sofortige Belohnung verzögerter Belohnung vorzuziehen (Prinz & Pawelzik, 2006) interessant, da dieses Phänomen ein nahezu alltägliches ist.

Wir konsumieren, ohne zu konsumieren; wir kaufen ohne zu nutzen. Bei der hedonistischen Kaufhandlung schüttet das Belohnungssystem unseres Gehirns Endorphine aus.

Richtet sich unser Hedoniestreben rein auf den Konsum, ist das Resultat, das nach der Inbesitznahme des Konsumguts das Hedoniestreben so stark abfällt, dass es nach Wayne Hoyer und Deborah MacInnis (2004) nicht mehr zum Konsum kommt.



Abb.14 Black Friday 2017

Dieser Glücksrausch einer (eigentlich) gelungenen Bedürfnisbefriedigung nutzt sich durch erhöhten Konsum ab, so dass durch erwartbare Befriedigungen kaum noch ein Glücksrausch hervorgerufen wird (Prinz & Pawelzik, 2006). Ein psychologischer Aspekt, der die These, dass wir konsumieren, um uns von einer sozialen Schicht abzugrenzen, infrage stellt ist, dass nach Pelzmann und Tinbergen (2006), der mit Hilfe der Höhe von Konsumausgaben ausgetragenen Statuskonkurrenzkampf kein hedonistisches Äquivalent gegenüber steht. So kann zwar dieser Konsum den eigenen Status verbessern, wodurch der Status mindestens eines anderen verschlechtert wird.

Der Konsum ist dabei jedoch ein Kampfmittel ohne einen äquivalenten intrinsischen Wert. Doch muss er nicht zwangsläufig als Kampfmittel genutzt werden, es reicht aus, dass wir andauernd das Gefühl haben, mithalten zu müssen.

# 2.5 AUSWIRKUNGEN DES KONSUM- VERHALTENS AUF NEU ENTWICKELTE PRODUKTE

Zwar herrscht bei der Frage der Verantwortlichkeit für die Obsoleszenz von modernen Produkten in den Medien eine klare verteilte Täter-Opfer-Kategorisierung, in der die Hersteller\*innen von Produkten die alleinige Verantwortung für das schnelle Verschleiben ehemals langlebiger Produkte tragen.

Dieses Narrativ verstärkt allerdings die Folgen dieser Entwicklung nur zusätzlich, denn diese Darstellung der Ursache kann sich auf die Wahrnehmung der eigenen Rolle der Konsument\*innen auswirken. Bei einer Befragung der Soziologin Melanie Jaeger-Erben (2019) gaben die meisten Befragten auf die Frage nach dem Grund für das Ende der Lebensdauer eines Gerätes - ausgenommen Smartphones und Notebooks - an, dass diese aufgrund der zu erwartenden Verschleißerscheinungen kaputtgegangen seien. Dieses Ende der Lebensdauer wird aus Sicht der Konsument\*innen dabei als 'eher erwartungsgemäß' eingestuft.

Diese Konsument\*innen erwarten scheinbar, dass ihre Produkte aufgrund bewusster Fehlkonstruktion kürzer funktionstauglich sind. Sie sehen diese kurze Lebensdauer keineswegs problematisch, sondern nehmen das kaputte Gerät als willkommenen Anlass, sich ein neues Gerät zu kaufen.

Das neue Gerät wird, wie bereits auf den vorangegangenen Seiten aufgezeigt wurde, mit Lebensqualität assoziiert und man zeigt sich damit gerne in seinem sozialen Umfeld. Produzent\*innen verweisen zudem bereits auf den Wunsch ihrer Kund\*innen nach immer neuen, möglichst günstigen Produkten sowie das Desinteresse an Langlebigkeit (Spinney et al., 2012).

Doch nicht nur die Wahrnehmung der Kund\*innen spielt bei der Obsoleszenzfrage eine Rolle, auch die Nutzungspraxis ist ausschlaggebend. So wissen die meisten Nutzer\*innen nicht, wie ein Lithium-Ionen-Akku richtig geladen werden müsste oder wie und wann eine Waschmaschine gewartet werden muss.

Nach Friedrich von Borries (2016) ist „[d]er Mensch [...] in der von ihm geschaffenen Welt, den neuen Maschinen, der schnellen Produktion, den rasenden technologischen Entwicklungen [...] und deren Handhabung nicht gewachsen. Die Entwürfe des Menschen überfordern seine eigene Fähigkeit, er kann in der von ihm selbst geschaffenen Welt nicht mehr kompetent agieren.“

Viele unserer Handlungen laufen auf impliziertes, praktisches Wissen, welches in den meisten Fällen nicht hinterfragt wird, zudem wird der fachgerechten Pflege und Wartung der Produkte in unserem Alltag nicht genügend Zeit eingeräumt. Zeit bzw. die Abhängigkeit von Produkten spielt auch bei der fehlenden Bereitschaft der Nutzer\*innen, defekte Produkte zu reparieren eine bedeutende Rolle. Bei vielen Nutzern\*innen ist der Grund für das Nichtreparieren eines Produktes, dass diese nicht auf dieses verzichten können, und dass ein Ersatzgerät funktionsfähig (und meist günstig) verfügbar ist (Jaeger-Erben, 2019). Dies stellt zumindest die gängigen Erklärungen, dass sich der Neukauf vor allem auf den Reiz des Neuen sowie einem hohen Mode- oder Statusbewusstsein stützt infrage. ›

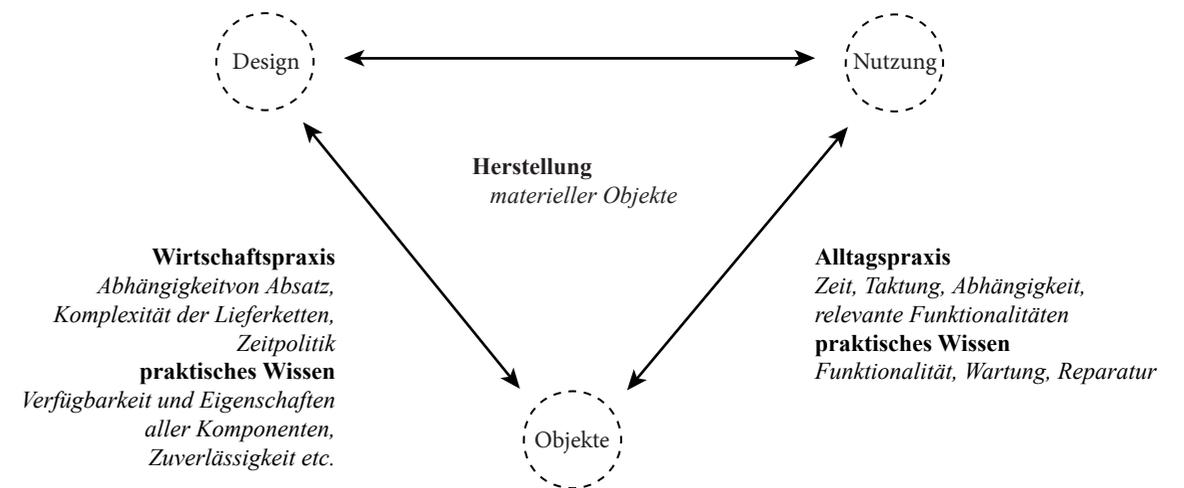


Abb.15 Dreiecksbeziehung bei der Herstellung von Obsoleszenz erweitert um für die Mensch-Objekt-Beziehungen relevanten Aspekte

Geht man anders als im öffentlichen Diskurs, wo bisweilen von einem linearen Verhältnis der Akteure ausgegangen wurde, von der in *Abb. 15* dargestellten Dreiecksbeziehung aus, wird deutlich, dass wir mit unserem Konsumverhalten direkt Einfluss auf die Obsoleszenz von Produkten nehmen.

Zudem beeinflussen wir mit unseren Anforderungen und Verhaltensmustern die Neuentwicklung von Produkten maßgeblich (Jaeger-Erben, 2019).

## 2.6 LEVERAGE POINTS KONSUMVERHALTEN

Aus der vorangegangenen Problemanalyse der Konsumententwicklung, den Auswirkungen auf den Menschen sowie die Faktoren, die die Gestaltung neuer Produkte beeinflussen, sind die folgenden Leverage Points hervorgegangen.

Produkte sollten durch die Nutzung befriedigen (1) mit einer Tätigkeit, die befriedigt verbunden werden. Da Erlebnisse im Alltag schnell verblassen, kann nicht generell behauptet werden. 'Erlebnisse sind besser als Gegenstände'.

Denn die Freude über den Kauf kann je nach Produkt länger anhalten und damit einen ungleich größeren Wert haben (Oberhuber, 2016). Wer sich ein schönes Fahrrad kauft und damit schöne Touren fährt, hat lange und häufig eine tiefe Befriedigung.

Werte und Sichtweisen stärken (2) Produkte sind über den Vorzeigekonsum hinaus Kommunikationsmittel, die einer sozialen Gruppe helfen, den Austausch innerhalb der Gruppe aufrecht zu erhalten und damit ihre Werte nach außen zu verteidigen. Gehen wir von einer Gruppe aus,

die bereits verantwortungsbewusst konsumiert, helfen Produkte und der Austausch darüber, sich gegen die Einflüsse des gesellschaftlichen Massenkonsums zu wehren. Können diese Produkte im Zentrum eines Zusammentreffens der Gruppe stehen, verbessert dies die Wirkung.

Ideale und Werte eines Produktes sollen nach außen sichtbar sein (3)

Nach der Kommunikation nach innen, können Produkte auch kommunikative Aspekte nach außen mit sich bringen. Sieht man Produkte ihre Andersartigkeit über Form, Materialität, Nutzung oder Branding (Bsp. Veja Schuhe) an, werden diese selbst zum Träger der neuen Ideale. Mehr noch kann die Nutzung dieser Objekte einen edukativen Effekt auf andere haben, zum Denken anregen und damit auf andere soziale Gruppen überspringen.

Es ist sinnvoll, neue Produkte zu schaffen, die eine Abgeschlossenheit mit sich bringen (4) Diese Produkte können losgelöst von Innovationen bestehen. Viele neue Produkte werden ständig ausgetauscht, um mit der Geschwindigkeit schritt zu halten. Alte Dinge sind abgeschlossen, sie haben oft keine „wirkliche“ Funktion mehr, dennoch tragen sie eine starke Symbolik in sich.

Das Merkmal der Abgeschlossenheit steht in starkem Kontrast zu einem schnellen Lebenswandel und hilft zur Ruhe zu kommen und das Leben zu entschleunigen.

Die Gebrauchshäufigkeit von Produkten sollte bei der Neugestaltung von Produkten beachtet werden (5) Wir bauen nur zu Produkten, die wir wirklich benötigen und nutzen eine Bindung auf, die eine Wertschätzung und die Mühe des Gebrauchs und des Erhaltes mit sich bringt.

Der norwegische Industriedesigner Roar Høyland merkte dies bereits 1938 an. Er nannte dabei das Beispiel, das die Verbesserung des Milchkartons wichtiger sei als die Verbesserung eines weiteren teuren Stuhls (Fallan, 2011).

Weniger und dafür richtig konsumieren (6) Wenn Konsum uns nicht glücklich macht, sollten wir die Art, wie wir konsumieren überdenken. Weniger Produkte zu besitzen bedeutet auch, Verantwortung für weniger Produkte übernehmen zu müssen, die Zeit von uns abverlangen sowohl in der Nutzung (wenn wir sie nutzen) als auch in der ›

Instandhaltung. Um unser Konsumverhalten generell zu verändern und Ressourcen zu sparen - auf sie verzichten, müssen wir nicht nur die Produkte verändern, sondern auch unser Bewusstsein.

Dieses Bewusstsein muss von einzelnen auf das soziale Umfeld, auf die Nachfahren weitergegeben werden, um das Weiterführen des zivilisatorischen Projekts zu gewährleisten.

# 1.+2. FAZIT NACH DER PROBLEMANALYSE

Es muss konsumiert werden, um das Überleben zu sichern und die Grundbedürfnisse zu stillen. Es muss konsumiert werden, um sich in soziale Gruppen zu integrieren, von anderen Gruppen abzugrenzen, und das Wohlbefinden zu steigern. Es wird so konsumiert, dass andere sehen, dass es einem gut geht und sie einen beneiden.

Es wird wiederum so konsumiert, weil wir andere beneiden, das Gefühl haben, zu brauchen, was sie haben. Das Konsumverhalten ist stark von dem sozialen Umfeld geprägt. Das Gefühl der Zugehörigkeit zu einer Gruppe, aber auch der Status in der gesamten Gesellschaft wird mit den Produkten, die besitzen werden (den Kleidern, den Autos, den Reisen ...) assoziiert.

Grundlage für dies sind dabei die Ressourcen, die zur Herstellung all dessen benötigt werden. Während die Ressourcen und die Möglichkeiten, sie zu gewinnen, begrenzt sind, scheint das Wachstum der Bevölkerung und der Nachfrage unbegrenzt. Diese Entwicklung führt zu dem Megatrend der Ressourcenknappheit.

Auf der Seite der Konsument\*innen führen die uneingeschränkten Konsumangebote zu einer Erlebnisüberflutung, die man nicht zu verarbeiten im Stande ist. Dies zeigt sich unter anderem darin, dass Produkte, die gekauft werden, nicht genutzt werden, da letztendlich die Zeit dazu fehlt, somit umgibt man sich eher mit Produkten, die einem eine Option bieten sie zu nutzen.

62

PROBLEMANALYSE

Die vielen Produkte sorgen wiederum dafür, dass das Gekaufte stärker mit anderen angebotenen Optionen verglichen wird und der Kauf eher bereut wird.

Die Spirale, die dadurch generiert wird, in der immer neue Produkte erworben werden, die Befriedigung und die Endorphin-Ausschüttung nachlässt, wodurch zur Kompensation zuerst noch mehr konsumiert wird, bis die erwartbaren Befriedigungen kaum noch einen Glücksrausch hervorrufen, mündet in noch größerer Frustration über die Produkte. Bewusstes Konsumieren kann nicht nur Effekte wie diese verhindern, die zum einen den Menschen frustrieren und psychisch belasten sondern auch zur Ressourcenverschwendung beitragen, denn die kritischsten Materialien, die kritischen Rohstoffe (CRM), werden häufig in der viel konsumierten und oft ersetzten Unterhaltungselektronik verwendet.

Sowohl die steigende Zahl der Verbraucher\*innen als auch aktuelle Produktrends (z. B. größere Bildschirme bei Smartphones) führen zu einem steigenden Bedarf an CRM. Auch die für den Übergang zur Nachhaltigkeit erforderlichen Technologien (z. B. Fotovoltaikpaneele oder Energiespeicher) benötigen diese Materialien dringend. Da die Versorgung mit CRMs gefährdet ist, stellt dies eine große Bedrohung für das System und sogar für die Menschheit dar. Die anderen Hauptmaterialien, die in der Unterhaltungselektronik verwendet werden, sind Kunststoffe und Metalle. Da Kunststoffe 15 % bis 28 % des Elektro- und Elektronikschrotts ausmachen, der größte Teil davon Erdöl zu ihrer Herstellung benötigt und die Synthese von neuen Kunststoffen energieintensiver ist als das Recycling von Kunststoffen, ist die Recyclingfähigkeit von Kunststoffen in der Unterhaltungselektronik wichtig. Weitere Gründe für die Befürwortung eines effektiven Kunststoffrecyclings sind die Verringerung der Nachfrage nach anderen benötigten Rohstoffen und die Reduzierung der auf Mülldeponien entsorgten Altkunststoffe.

Da Metalle den Großteil der Elektro- und Elektronik-Altgeräte ausmachen, ist ihr Recycling ebenfalls von großem Interesse. Angesichts des hohen Energiebedarfs für die Herstellung von Neumetallen und des oft weitaus geringeren Energiebedarfs für das Recycling, z. B. bei Aluminium, sind die Sammlung und das Recycling von ›

63

FAZIT

Metallabfällen von großer Bedeutung. Der hohe Wert von Edelmetallen wie Gold und Silber, deren Konzentration im Allgemeinen in Platinen viel höher ist als die Konzentration in Minerallerzen, kann einen wirtschaftlichen Anreiz für das Recycling von Elektro- und Elektronik-Altgeräten darstellen.

Dies zeigt, wie wichtig es ist, die Ressourcenknappheit bei der Produktgestaltung zu berücksichtigen. Das Produktdesign ist oft Teil des Problems, kann aber auch als wichtiger Teil der Lösung genutzt werden. Die Berücksichtigung der Ressourcennutzung nach dem Ende der Lebensdauer von Produkten, die Arten, Mengen und Qualitäten der verwendeten Materialien, die Lebensdauer eines Produkts und die Gestaltung von „guten Beispielen“ (zur Ausrichtung und Reorientierung von Produktrends) können einen großen Einfluss auf die Ressourcenknappheit haben.

INTERVE  
UND  
METHOD

NTIONEN  
EN

3.

Nachdem in der Problemanalyse der aktuelle und frühere Stand der Ressourcenknappheit und andere mit diesem Problem zusammenhängende Themen erörtert wurden, konzentriert sich dieser Teil auf Aspekte, die für die Entwicklung eines Design-Guides relevant sind. Das Ziel ist ein Design-Guide, der sich für die Gestaltung von Produkten eignet, die einen optimalen Einfluss auf die Ressourcenknappheit haben.

# 3.1 MÖGLICHE TRANSITIONS- PFADE

Die Multilevel-Perspektive (MLP) (Geels & Schot, 2007) visualisiert sozio-technische Transformationspfade. Die MLP unterscheidet zwischen drei Ebenen: Die sozio-technische Landschaft, das sozio-technische Regime und Nischeninnovationen.

Die sozio-technische Landschaft ist das gesamte Umfeld, das den betreffenden Transitionspfad betrifft. Sie liegt außerhalb des direkten Einflusses der Akteure aus den Regimen und Nischen. Beispiele sind die Makroökonomie, Umweltentwicklungen und tiefgreifende kulturelle Muster.

Landschaftsentwicklungen können Druck auf die sozio-technischen Regime ausüben, dieser Landschaftsdruck kann Transitionen erleichtern. Das sozio-technische Regime besteht aus den sechs Regimen Industrie, Wissenschaft, Kultur, Politik, Märkte und Technologie.

Das Regime besteht aus den vorherrschenden und etablierten sozialen Gemeinschaften, Branchen, Praktiken, Ansichten und Normen. Beispiele sind Design- und Konstruktionspraktiken, Konsummuster und dominante Unternehmen.

Auf der Ebene der Nischeninnovation werden Neuheiten geschaffen. Radikal neue Ideen werden von kleinen Netzwerken geschaffen, die aus engagierten Akteuren bestehen. Die Nischen auf dieser Ebene entwickeln und schützen Neuheiten vor der Verdrängung durch die Mainstream-Märkte. Diese Neuheiten haben die Chance, im Zuge einer Transition auf die Regimeebene zu gelangen.

Zunehmende Strukturierung  
der Aktivitäten

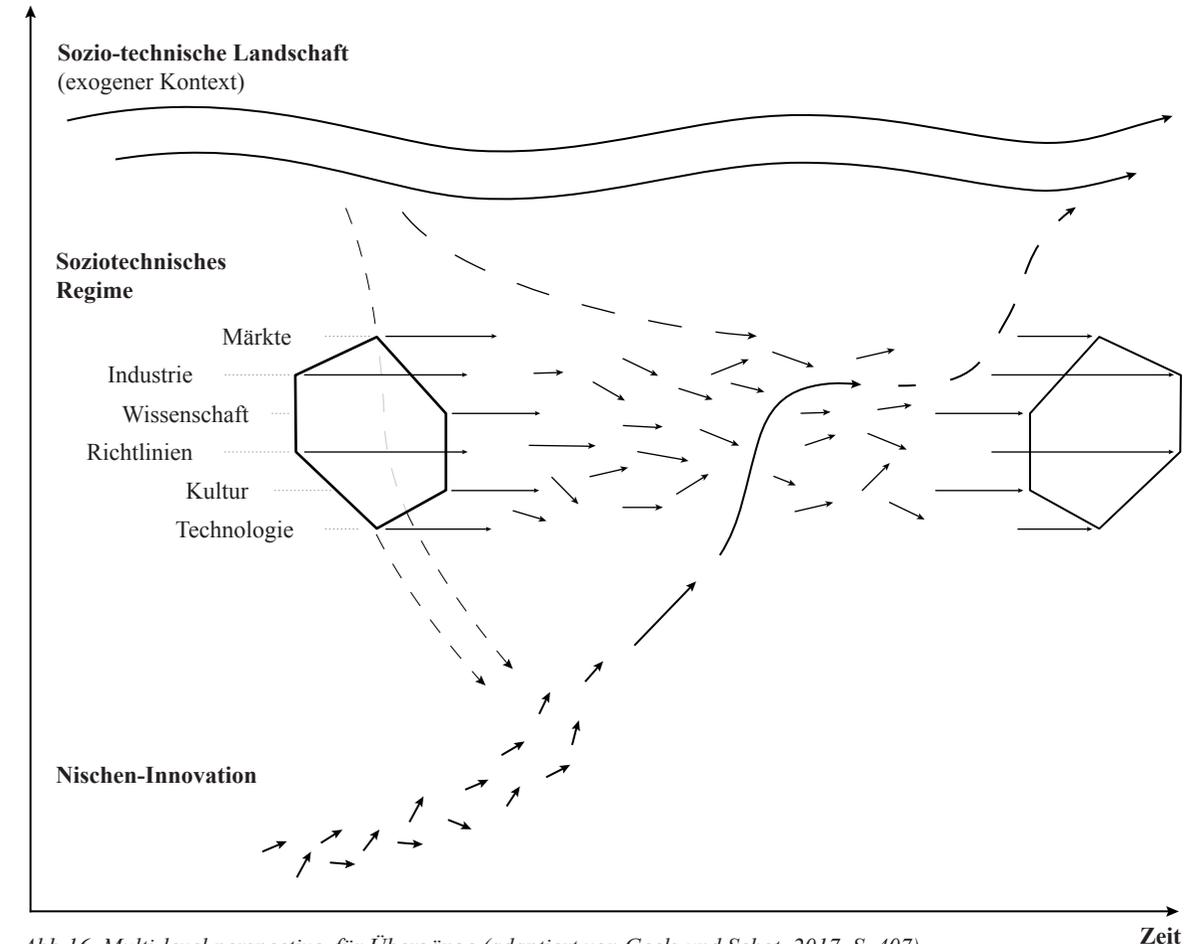


Abb.16 Multi-level perspective für Übergänge (adaptiert von Geels und Schot, 2017, S. 407).

Geels und Schot (2007) unterscheiden zwischen vier verschiedenen Arten von Transitionspfaden: Den Transformationspfad, den Dealignment- und Realignment-Pfad, die technologische Substitution und den Rekonfigurationspfad.

Transformationspfad (1) Dieser Transitionspfad tritt auf, wenn sich die Landschaft mäßig in eine Richtung verändert, und zwar zu einem Zeitpunkt, zu dem Nischeninnovationen noch nicht voll entwickelt sind. Bestehende Regimeakteure reagieren auf den Druck der Landschaft, indem sie die Richtung der Entwicklungen anpassen und Nischeninnovationen einbeziehen (Geels & Schot, 2007).

Dealignment- und Realignment-Pfad (2) Wenn sich die Landschaft in einer Zeit, in der Nischeninnovationen noch nicht voll entwickelt sind, stark, plötzlich und vielfältig verändert, brechen die Regime auseinander. Dies schafft ein Zeitfenster für eine Vielzahl von Nischeninnovationen, die in dem sich neu bildenden Regime koexistieren.

Irgendwann werden sich die dominantesten durchsetzen und den neuen Kern des Regimes bilden (Geels & Schot, 2007).

Technologische Substitution (3) Wenn die Landschaften einen starken Wandel erfahren, der zu einem hohen Landschaftsdruck führt, und zwar zu einem Zeitpunkt, an dem Innovationen aus Nischen voll entwickelt sind, werden sie sich durchsetzen und das bestehende alte Regime ersetzen (Geels & Schot, 2007).

Rekonfigurationspfad (4) Nischeninnovationen werden in das Regime aufgenommen, um kleine Probleme zu lösen. Diese Übernahme löst weitere Anpassungen aus, die die Kernarchitektur des Regimes verändern (Geels & Schot, 2007).

Für unser Projekt wird eine Transition hin zu einem System mit nachhaltiger Ressourcennutzung angestrebt. Um besser zu verstehen, was für einen solchen Übergang erforderlich ist, werden mögliche Transitionspfade ausgewählt und analysiert.

Der Megatrend der Ressourcenknappheit ist eine große und langfristige Landschaftsveränderung mit den Faktoren der physischen Verfügbarkeit von Materialien, der Preise für Ressourcen und der sich verändernden Abhängigkeit von Ressourcen sowie der politischen und gesellschaftlichen Verwendung von Materialien.

### 3.1.1 TRANSFORMATIONSPFAD BEI RESSOURCENKNAPPHEIT

Wenn sich die Ressourcenknappheit in eine stetige Richtung hin zu immer weniger Ressourcen, höheren Ressourcenkosten, höherer Ressourcennachfrage und stärkerer ressourcenbezogener Abhängigkeit von Regimeakteure zu anderen Regimeakteuren entwickelt, wird die Landschaftsentwicklung stetig und eindimensional sein, was in den Regimen den Druck erzeugt, Substitute zu finden, den Ressourcenverbrauch zu reduzieren, die zirkuläre Nutzung von Ressourcen einzuführen usw.

Die daraus resultierende Transition entspricht dem von Geels & Schot (2007) beschriebenen "Transformationspfad". Das bedeutet, dass die Aufmerksamkeit auf die negativen Auswirkungen gelenkt, Protest gegen problematische Praktiken geäußert und Lösungen gefordert werden müssen (z. B. strengere Vorschriften).

Zunehmende Strukturierung der Aktivitäten

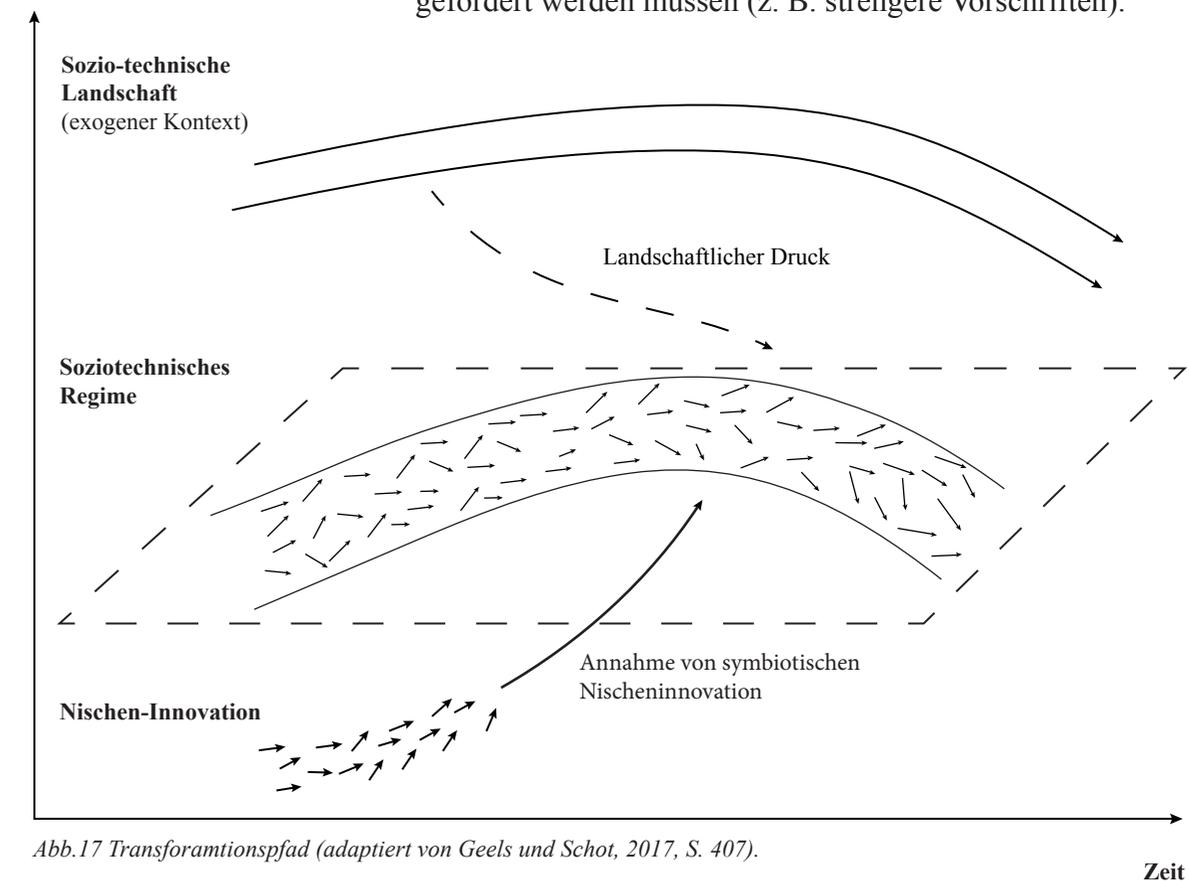


Abb.17 Transformationspfad (adaptiert von Geels und Schot, 2017, S. 407).

Die Rolle der Produktdesigner\*innen besteht in diesem Fall in der Entwicklung alternativer Praktiken und Technologien und der Schaffung von Produkten, die praktikable Alternativen darstellen, um die Regimeakteure zu beeinflussen, ihre Aktivitäten neu auszurichten und Nischeninnovationen zu übernehmen.

### 3.1.2 TECHNOLOGISCHER SUBSTITUTIONSPFAD BEI RESSOURCENKNAPPHEIT

Wenn das Umfeld rund um das Thema Ressourcenknappheit eine schockartige Entwicklung erfährt (z. B. durch einen Krieg mit einem Land, das große Mengen bestimmter Materialien kontrolliert), schafft dieser Schock eine hohe Nachfrage nach Alternativen, wodurch das bestehende Regime aufgebrochen wird, was ein Zeitfenster für den Eintritt von Nischenakteuren in die Regime schafft. Die etablierten Regimeakteure werden versuchen, sich durch Investitionen in Verbesserungen zu verteidigen.

Wenn die Nischeninnovationen die bisherige Technologie ersetzen, wird ein Dominoeffekt eintreten und ein breiterer Ko-Evolutionsprozess wird folgen.



Abb.18 Mariupol, Ukraine, Februar 2022

Zunehmende Strukturierung der Aktivitäten

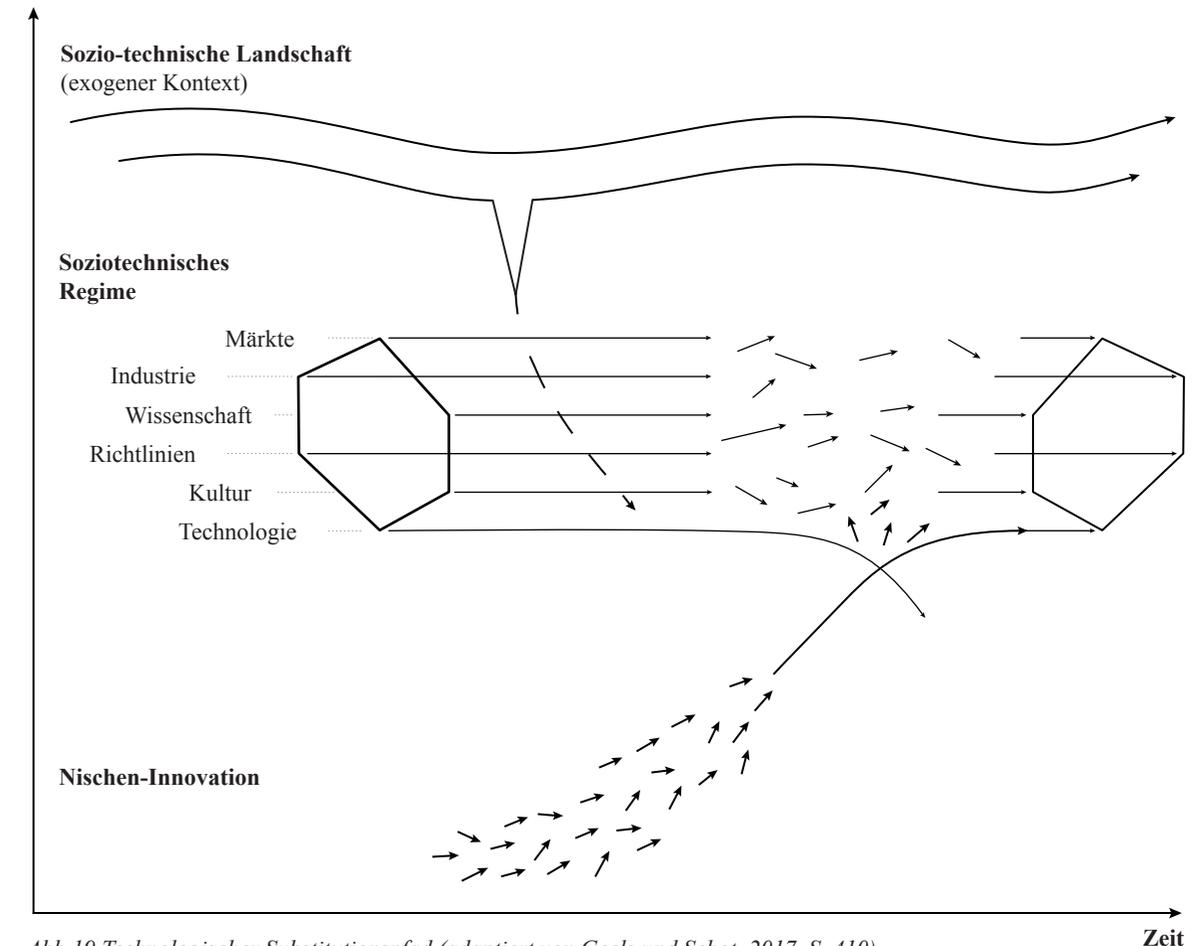


Abb.19 Technologischer Substitutionspfad (adaptiert von Geels und Schot, 2017, S. 410).

Derzeit vollzieht sich ein disruptiver und eindimensionaler Wandel in der Verfügbarkeit vieler Ressourcen. Aufgrund der Nachfrage durch eine stetig wachsende Bevölkerung, des höheren Verbrauchs und der Rolle dieser Materialien in immer wichtigeren Bereichen wie den grünen Technologien in Kombination mit ihrer zunehmenden Knappheit kann der disruptive Wandel der Umwelt als nahezu unvermeidlich angesehen werden. Eine Transition ist daher definitiv erforderlich, um mit diesen Veränderungen umzugehen.

Für Produktdesigner bedeutet dies, dass bei der Gestaltung von Produkten sorgfältige Überlegungen zum Ressourcenverbrauch angestellt werden müssen. Für die beteiligten Regimeakteure kann eine ressourcenschonende Produktgestaltung bedeuten, ›

dass sie im Zuge dieser Entwicklung nicht von Konkurrenten überholt werden und die Auswirkungen der Ressourcenknappheit auf ihre eigene Handlungsfähigkeit abfedern.

Aufgrund der Anfälligkeit der Versorgung mit kritischen Rohstoffen kann es in der Landschaft zu Schocks kommen. Die Arten von Schocks können sehr unterschiedlich sein, von der Schließung von Raffinerien über Kriege (z. B. zwischen China und Taiwan), Rohstoffkosten, die die Schwelle des wirtschaftlich Machbaren überschreiten, bis hin zur intensiven Nutzung von Rohstoffzuteilungen als politisches Druckmittel.

Das Ergebnis wäre wahrscheinlich eine Transition, die dem Pfad der technologischen Substitution folgt. In diesem Fall kann die Verantwortungsbewusstesdes Produktdesign zur Bewältigung der Ressourcenknappheit für die Regimeakteure bedeuten, dass sie die Auswirkungen des Schocks auf ihr Unternehmen dämpfen und auf den Wettbewerb mit den auf den Markt drängenden Nischen-Innovationen. Für Nischenakteure hilft ein solches Produktdesign, das durch den Schock geschaffene Zeitfenster optimal zu nutzen und sich auf dem Markt zu etablieren. Es hilft ihnen auch, mit anderen Nischenakteuren und den Akteuren des alten Systems zu konkurrieren, die ihre Position verteidigen.

Für die Gesellschaft und unsere Umwelt ist eine nachhaltige Ressourcennutzung überlebenswichtig. Wie Meadows et al. vorhersagten, wird das Ergebnis eines unbegrenzten Wachstums bei begrenzten Ressourcen ein "ziemlich plötzlicher und unkontrollierbarer Rückgang sowohl der Bevölkerung als auch der industriellen Kapazität" sein (Meadows et al., 1972, S.23). Zusätzlich zu den Wettbewerbsvorteilen der ressourcenorientierten Gestaltung bietet sie auch eine Möglichkeit, Systemausfälle zu vermeiden und eine gesunde Umwelt zu erhalten.

## 3.2 NUTZUNG GEGENWÄRTIGER LUXUSKONSUMMUSTER

Luxusprodukte werden von Wang (2018) als Produkte definiert, die sowohl teuer als auch exklusiv sind und sich von gewöhnlichen Produkten durch ihren sensorischen Reiz, ihr exquisites Design und ihre Handwerkskunst sowie ihre ausgeprägten soziokulturellen Narrative unterscheiden. Wie Wang (2018) feststellt, ist ein wichtiger Teil der Nutzung von Luxusprodukten die Luxuskompetenz ihrer Nutzer\*innen.

Diese Kompetenzen sind Sensibilität für Luxussymbolik, ästhetischer Geschmack und Fachwissen. Die Luxuskompetenzen sind eng mit den oben genannten Luxusmerkmalen verknüpft. Die sensorische Anziehungskraft korreliert mit dem ästhetischen Geschmack, das exquisite Design und die Verarbeitung mit der Luxusexpertise und die soziokulturellen Narrative mit der Sensibilität für die Luxussymbolik. ›

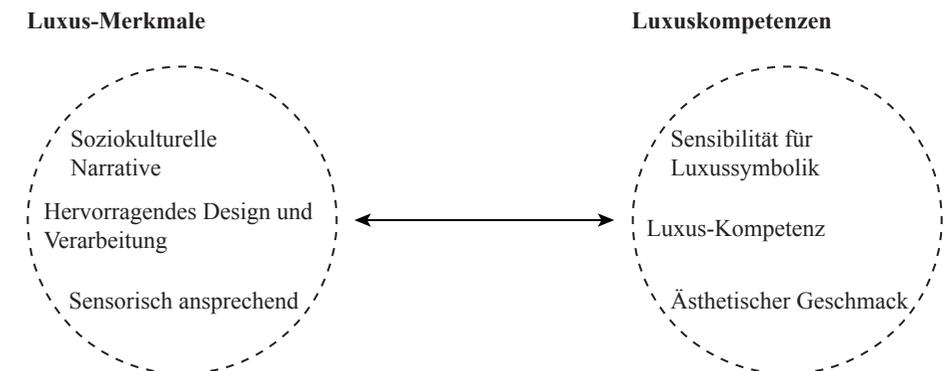


Abb.20 Luxus-Merkmale und Luxuskompetenzen

Nutzer\*innen mit einem kompetenzbasierten Konsum von Luxusgütern sind offener für Neuheiten, so dass neue Arten von Produktkategorien auf den gegenwärtigen Luxusmarkt gelangen, z. B. Kaffeemaschinen, › Föhn und andere Haushaltsgeräte.

Dieses weit verbreitete Verständnis führt dazu, dass traditionelle Luxusprodukte in Verruf geraten und gegenwärtiger Luxus und die damit verbundenen Statussymbole stärker mit der Vermittlung von Werten, Raffinesse und Intellekt verbunden werden (Wang, 2021).

Dieses gegenwärtige Verständnis von Statussymbolen kann bei der Einführung ressourcenorientierter Designs auf einem Markt von Nutzen sein. Wie in der Problemanalyse dargelegt, ist die bewusstseinsbildende Wirkung eines Produkts von wesentlicher Bedeutung, wenn es darum geht, Verhaltensänderungen zur Verbesserung des Ressourcenverbrauchs umzusetzen.



Abb.21 Freitag Rucksack

Die Interaktion mit einem Produkt, z. B. die sensorische Stimulation seines Aussehens oder seiner Funktion, muss eine erzieherische Wirkung haben und die Werte hinter dem Produkt darstellen. Diese Wirkung gilt nicht nur für die Benutzer\*innen, sondern für alle, die mit dem Produkt interagieren. Ein Beispiel sind die „Freitag“-Taschen, bei denen entsorgte LKW-Planen als Stoff für Taschen, Rucksäcke usw. verwendet werden. Da jede Tasche aufgrund der unterschiedlichen Aufdrucke auf den LKW-Planen, der Patina der Planen und der Aufdrucke selbst einzigartig ist, vermitteln sie ihren Besitzer\*innen und allen, die sie betrachten, eindeutig, dass sie aus einem recycelten Material hergestellt sind. Mit Preisen zwischen 190 € und 320 € für einen Alltagsrucksack sind sie teurer als der durchschnittliche Alltagsrucksack. Das Produkt kommuniziert, dass seine

Nutzer\*in wahrscheinlich Wert auf Nachhaltigkeit legt und einen Sinn für Individualität und Mode hat. Diese Faktoren tragen dazu bei, Faktoren, die sich positiv auf die Nachhaltigkeit des Produkts auswirken, mit Faktoren zu verbinden, die sich positiv auf die Menge des verkauften und verwendeten Produkts und den akzeptierten Preis auswirken.

Dieses gegenwärtige Konsumverhalten schafft einen Markt für ressourceneffizientere Produkte und unterstreicht, wie wichtig es für Produktdesigner ist, die positiven Auswirkungen gut gestalteter und ressourceneffizienter Produkte intensiv zu kommunizieren.

## 3.3 PRODUKTBINDUNG SCHAFFEN

In Anbetracht der stetig steigenden Abfallmenge von Elektro- und Elektronikgeräten (Statista, 2021b) und Studien, die zeigen, dass viele Produkte weggeworfen werden, obwohl sie noch funktionstüchtig sind (z. B. 52 % der weggeworfenen Handmixer (Prakash et al., 2016)), ist die Schaffung einer stärkeren Produktbindung bei den Benutzern wünschenswert. Hegele und Hilbert (2022) haben in ihrer Arbeit “Maßnahmen gegen psychologische Obsoleszenz” Maßnahmen aufgezeigt, die gegen diese Art von Obsoleszenz gerichtet sind.

Eine Auswahl dieser Maßnahmen ist hier dargestellt:

Die Schaffung einer Informationsbasis (1) Für Konsument\*innen sind umfassende Informationen über ein Produkt eine wichtige Grundlage für Kaufentscheidungen. Wichtige Informationen für eine fundierte Kaufentscheidung sind die Auswirkungen der Produkte (z. B. Energieverbrauch), ihre Vergleichbarkeit mit anderen Produkten und Informationen über die Lebensdauer des Produkts.

Stärkung der Kompetenz der Nutzer\*innen (2) Wenn das Wissen der Nutzer\*innen über die Komponenten, die Struktur und die Technologie eines Produkts verbessert wird, können sie die Produkte besser pflegen, warten und reparieren. Diese Kompetenz trägt dazu bei, die Lebensdauer von Produkten zu verlängern und verbessert die Übereinstimmung zwischen den Erwartungen an ein Produkt und den tatsächlichen Fähigkeiten eines Produkts.

Schaffung von Produktloyalität (3) Wenn eine starke Bindung der Nutzer\*innen zu einem Produkt besteht, wird das Produkt besser gepflegt, gewartet und bleibt länger im Lebenszyklus. Solche Bindungen können sowohl rational als auch emotional sein. Faktoren sind Wissen, Information, Assoziation, Erfahrungen, die Funktion, Ergonomie, Haptik und Ästhetik.

Den Alterungsprozess nutzen (4) In der westlichen Kultur wird Neuere oft für besser gehalten. Alterungsbedingte Mängel gelten als problematisch und werden entweder mit Unmut hingenommen, repariert oder das Produkt wird gegen ein neues ausgetauscht. Die Schaffung eines Bewusstseins für den natürlichen Alterungsprozess von Materialien und die Berücksichtigung des Alterungsprozesses beim Design ist eine Maßnahme, um der Veralterung von Produkten entgegenzuwirken.

Verbesserung der Anpassungsfähigkeit von Produkten (5) Veränderungen und Entwicklungen sind in dem System, in das Produkte eingebettet sind, allgegenwärtig. Um möglichst lange funktionsfähig und interessant zu bleiben, müssen Produkte anpassungsfähig sein, sich in veränderte Umgebungen einfügen und aufrüstbar sein.

Entwicklung von Dienstleistungen zur Werterhaltung und Wertsteigerung (6) Dienstleistungen zur Werterhaltung von Produkten können z. B. Geräte sein, die sich auf die Wartung und Reparatur von Produkten konzentrieren, oder Dienstleistungen, die eine Anpassung von Produkten an die Wünsche und Nutzungsszenarien des Einzelnen ermöglichen.

Die Berücksichtigung dieser Maßnahmen kann die Produktbindung der Nutzer\*innen verbessern. Diese Maßnahmen stehen in engem Zusammenhang mit den Beweggründen für das Konsumverhalten gegenwärtiger Luxusprodukte. Die Berücksichtigung dieser Faktoren bedeutet also nicht nur die Schaffung von Optionen für den Markteintritt, sondern auch die Verbesserung der Produktbindung. Die Umsetzung solcher Maßnahmen ist daher auch bei der Gestaltung für alle anderen Zielgruppen, neben den Nutzer\*innen moderner Luxusgüter, relevant.

Da viele Optionen für den wirtschaftlichen Erfolg ressourcenorientierter Unterhaltungselektronik, z. B. durch das Abzielen auf die Gruppe der LOHAS oder der erwähnten Nutzer\*innen von Luxusprodukten, mit der Akzeptanz hoher Produktpreise einhergehen, kann kritisiert werden, dass solche Strategien nur eine kleine Gruppe potenzieller Nutzer\*innen einbeziehen und die Mehrheit außen vor lassen.

Für eine Transition hin zu einer nachhaltigen Ressourcennutzung müssen sich die Mehrheit der Nutzer und die Mehrheit der Produkte ändern. Es ist daher wichtig zu

erkennen, dass die diskutierten Markteintrittsoptionen nur ein erster Schritt sein können, um die Etablierung von Produkten mit verbesserter Ressourcennutzung zu erleichtern. Die von Hegel und Hilbert (2022) genannten Maßnahmen eignen sich für eine Vielzahl von Produkten und sollten daher als allgemeiner und hoch relevanter Rahmen für die Verbesserung der Produktbindung und die Bekämpfung der psychologischen Obsoleszenz betrachtet werden.

# 3.4 WEGE ZU EINER NACHHALTIGEN RESSOURCENNUTZUNG

Mit der Backcasting-Methode wurde eine Vision für eine nachhaltige Ressourcennutzung entwickelt. Diese Vision besteht aus mehreren Faktoren. Für das Backcasting wurden die wichtigsten Faktoren, die für Produktdesigner relevant sind, ausgewählt und ein Weg entwickelt. Die wichtigsten Punkte, die von den Produktdesignern berücksichtigt werden müssen, sind Bewusstseinsbildung und Verhaltensänderung, Materialien und die physische Beschaffenheit der Produkte sowie die Schaffung von „guten Beispielen“, um bewährte Verfahren zu präsentieren.

## 3.4.1 VISIONS

Für die Backcasting-Methode wurde eine Vision der Zukunft in Bezug auf die Ressourcenknappheit entwickelt, die nach unserem Verständnis erstrebenswert ist. Diese Vision soll keine Vorhersage sein, sondern eher ein Ziel, auf das hinarbeitet werden kann. Die entwickelte Vision besteht aus 14 Faktoren, die sich für das diskutierte Thema als relevant erwiesen haben.

Diese Faktoren stellen einerseits konkrete Ziele für die sozio-technischen Regime dar, andererseits aber auch allgemeinere Ziele, die sich auf die Umwelt und die Gesellschaft beziehen. Aufgrund der hohen Komplexität des Themas erheben diese 14 Faktoren keinen Anspruch auf Vollständigkeit aller relevanten Faktoren, die in Zukunft im Zusammenhang mit Rohstoffen eine Rolle spielen werden. Sie stellen lediglich eine Auswahl der wichtigsten Faktoren dar und sollen helfen, die Vision einer optimalen Zukunft zu charakterisieren und greifbarer zu machen.



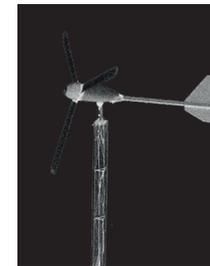
1. Net-Zero-Emissionen in der globalen Produktion



2. Vollständige Kreislaufwirtschaft weltweit



3. Rate der Rohstoffgewinnung ist niedriger als die Rate der Ressourcenerzeugung



4. Dezentralisierte Ressourcen- sowie Energiebeschaffung und -produktion



5. Gleichmäßige Verteilung der Ressourcen



6. Unkritische und regenerative Ersatzstoffe für kritische Rohstoffe werden verwendet



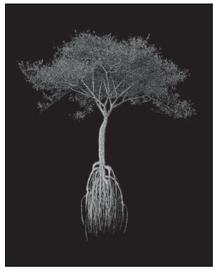
7. 100 % erneuerbaren Rohstoffen 0 % fossile Rohstoffe



8. Weit verbreitetes Bewusstsein für die Bedeutung einer nachhaltigen Ressourcennutzung



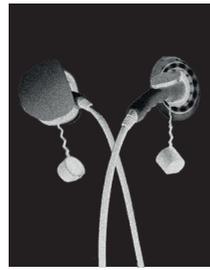
9. Reduzierter und bewusster Konsum



10. Pufferzonen und Reserver zur Bewältigung potenzieller Ressourcenknappheit sind eingerichtet



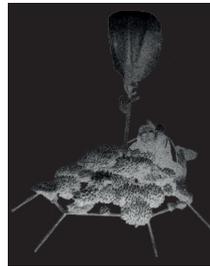
11. Mülldeponien werden abgebaut und die Natur erobert zerstörte Flächen zurück



12. Ressourcenanforderungen in grünen Technologien sind erfüllt



13. Weltweit geltende Vorschriften und Strategien gewährleisten eine nachhaltige Ressourcennutzung



14. Die Qualität der Ökosysteme (z. B. Böden und Meere) verbessert sich ständig

*Abb.22-35 sind die Darstellungen der Visionen 1-14*

### 3.4.2 AUFZEIGEN EINES WEGES ZU EINER NACHHALTIGEN RESSOURCENNUTZUNG

Mit dieser Methode wurde eine Vision für eine nachhaltige Ressourcennutzung entwickelt. Diese Vision besteht aus mehreren Faktoren. Für das Backcasting wurden die wichtigsten Faktoren, die für Produktdesigner relevant sind, ausgewählt und ein Weg entwickelt. Die wichtigsten Punkte, die von den Produktdesignern berücksichtigt werden müssen, sind Bewusstseinsbildung und Verhaltensänderung, Materialien und die physische Beschaffenheit der Produkte sowie die Schaffung von “guten Beispielen”, um bewährte Verfahren zu präsentieren. >

heute (2022)

2025

2029

2036

2050

**Bewusstseinsbildung und Verhaltensänderungen**

Geringes Bewusstsein für die Bedeutung einer nachhaltigen Ressourcennutzung

*63 % der Bevölkerung halten Nachhaltigkeit für ein wichtiges Kriterium beim Kauf und Verbrauch von Konsumgütern*

Das Bewusstsein für die Bedeutung einer nachhaltigen Ressourcennutzung wächst, kleinere Maßnahmen werden ergriffen

*70 % der Bevölkerung halten Nachhaltigkeit für ein wichtiges Kriterium beim Kauf und Verbrauch von Konsumgütern*

70 % der Bevölkerung sind sich der Bedeutung einer nachhaltigen Ressourcennutzung bewusst, es werden mäßige Maßnahmen ergriffen

*85 % der Bevölkerung halten Nachhaltigkeit für ein wichtiges Kriterium beim Kauf und Verbrauch von Konsumgütern*

95 % der Bevölkerung sind sich der Bedeutung einer nachhaltigen Ressourcennutzung bewusst, es werden umfassende Maßnahmen ergriffen

*98 % der Bevölkerung halten Nachhaltigkeit für ein wichtiges Kriterium beim Kauf und Verbrauch von Konsumgütern*

100 % der Bevölkerung sind sich der Bedeutung einer nachhaltigen Ressourcennutzung bewusst.

*100 % der Bevölkerung halten Nachhaltigkeit für ein wichtiges Kriterium beim Kauf und Verbrauch von Konsumgütern*

**Materialien und physische Natur**

Rund 240 Millionen Tonnen CO2-Emissionen der Industrie pro Jahr

Weltweite Recyclingquote von Elektro- und Elektronikaltgeräten bei rund 17,4 %

*30 Materialien sind als kritische Rohstoffe gelistet*

Die Emissionen der Industrie werden auf rund 200 Millionen Tonnen CO2 jährlich reduziert.

Weltweite Recyclingquote für Elektro- und Elektronikaltgeräte von rund 25 % und erste Kreislaufsysteme für Elektronik in einigen Ländern

*30 Materialien sind als kritische Rohstoffe gelistet*

Die Emissionen der Industrie werden auf rund 120 Millionen Tonnen CO2 jährlich reduziert.

Weltweite Recyclingquote für Elektro- und Elektronikaltgeräte von rund 40 % und erste Kreislaufsysteme für Elektronik in einigen Ländern

*27 Materialien sind als kritische Rohstoffe gelistet*

Die Emissionen der Industrie werden auf rund 70 Millionen Tonnen CO2 jährlich reduziert.

Weltweite Recyclingquote für Elektro- und Elektronikaltgeräte von etwa 50 % - Kreislaufsysteme werden zur Norm

*15 Materialien sind als kritische Rohstoffe gelistet*

Net-Zero-Emissionen in der globalen Produktion

100 % aller Produkte werden in Kreislaufsystemen verbraucht

*100% der kritischen Rohstoffe werden mit unkritischen und regenerativen Materialien subventioniert*

**Gute Beispiele**

Die Umsetzung neuer Vorschriften erfolgt nur langsam, es fehlt an „guten Beispielen“ in den Branchen

Gute Beispiele erscheinen auf dem Markt und veranlassen die politischen Entscheidungsträger, neue Vorschriften und Strategien für eine effizientere Ressourcennutzung einzuführen

Vorschriften und politische Maßnahmen sorgen für eine nachhaltige Ressourcennutzung in Teilen der Welt, die durch „gute Beispiele“ in allen Branchen vorangetrieben werden

Vorschriften und politische Maßnahmen sorgen dafür, dass nachhaltige Ressourcen auf der ganzen Welt weiter umgesetzt werden

Weltweit geltende Vorschriften und Strategien gewährleisten eine nachhaltige Ressourcennutzung

Abb. 36 Backcasting - Die gewünschte Zukunft der ressourcenorientierten Produktgestaltung

# 3.5 WEGE ZU BEWUSSTEREM KONSUM

Bevor die Frage gestellt wird wie eine Veränderung aussehen kann muss geklärt werden unter welchen Umständen es zu dieser kommen kann. Matthias Horx (2020) führt als Anzeichen für BIG SHIFTS also einen grundlegenden Wandel der Denkweise der Menschen, der Wirtschaft, Kultur und Politik das entfremden von der uns umgebenen Welt an, in der das Alte noch nicht aufgehört und das Neue noch nicht angefangen hat. Horx sieht die Welt aktuell vor einem solchen Wandel, dem Wandel vom Industriellen zum Ökologischen Zeitalter.

Das etablierten sozioökologisches System ist erschöpft und die Menschheit steht vor einer komplexitätsweisenden Krise, die eine höhere Ebene der Lösung erfordert. Eine solche ist die Klimakrise; das Problem der Erderwärmung lässt sich nicht mehr mittels industrieller oder nationaler Strategie lösen, statt dessen bedarf es globaler Kooperationen und radikal anderer Denkweisen. Gut ist der bevorstehende Wandel auch am sich aufbauenden Widerstand zu erkennen, von „Windkraft-Hassern“ und „Tempolimit-Gegnern“ bis hin zu „Klima-Leugnern“, das vereinfachte Lagedenken sind dabei nach Wolf Lotter (n.d.) bewusstseinsreduzierende Drogen was sich in Populismus, Hysterie in den Medien und der Polarisierung der Zukunftsdebatte zeigt.

Eine bereits 2000, durch die Studie des Soziologen Paul H. Ray und der Psychologin Ruth Anderson, an die Öffentlichkeit getragene Bewegung ist LOHAS - Lifestyle of Health and Sustainability (Lebensstil auf der Basis von Gesundheit und Nachhaltigkeit). Der 2007 in Deutschland veröffentlichte 'Trendbericht Zielgruppe LOHAS – wie der grüne Lifestyle die Märkte erobert' ordnete 30 % der deutschen Bevölkerung (ähnlich wie in den USA) dieser Gruppe zu (Glöckner et al., 2010).

LOHAS versteht sich dabei nach Wenzel et al. (2007) als „eine neue Anspruchselite, die sich entlang von Schlüsselbegriffen wie Wertehaltung, Authentizität, Lebensqualität und Wohlfühlen definiert.

LOHAS beschreibt den ‚Lifestyle des Sowohl-als-auch‘. Die postmaterielle, wertegetriebene Orientierung steht im Kern dieses Lebensstils. Gleichzeitig kreuzen sich Verantwortungsbeusstsein mit positiver Lebenseinstellung und einem lustbetonten Life-Design.“

Der Hauptaspekt ihres Handels ist der strategische Konsum der die Umwelt durch neue Werte, wie Authentizität, Information, Ehrlichkeit, Nachhaltigkeit etc. die den Kauf neuer Produkte mitbestimmen, verändern und beeinflussen soll. Die große Chance besteht darin, dass diese Werte die breite, bürgerliche Mitte erreicht, denn diese ist mit ihrer starken Kaufkraft in der Lage die Wirtschaft zu verändern. So können sie durch die veränderten Kaufkriterien die Wirtschaft dazu bewegen dementsprechende Produkte auf den Markt zu bringen.

Wie Glöckner et al. (2010) mit ihrer Verortung der LOHAS in den Sinus-Milieus zeigen, sind gemäßigte LOHAS bereits in der bürgerlichen Mitte angekommen die Core Group, die sich intensiver für ihre Werte einsetzt, haben den Schritt in die bürgerliche Mitte noch nicht geschafft. >

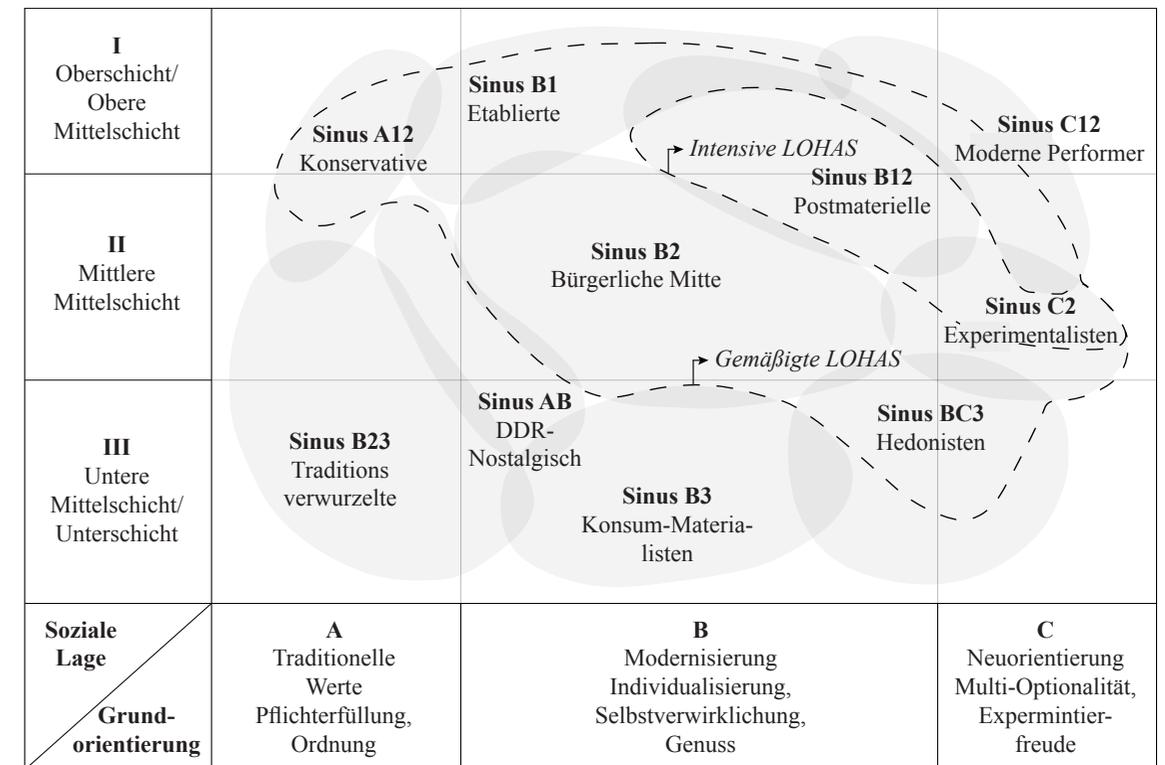


Abb. 37 Verortung des LOHAS in den Sinus-Milieus

Zwar beschreibt das Zukunftsinstitut eine nicht als unter Marktforschungsgesichtspunkten eingegrenzte Zielgruppe, sondern als eine gesellschaftliche Veränderungsbewegung, deren Anfänge jedoch durch die Verordnung in den Sinus-Milieus gut sichtbar wird.

Wenzel et al. gehen mit ihrer Beschreibung soweit, dass sie sagen:

„Mit den LOHAS beschreiben wir keinen vorübergehenden modischen Hype, keine kurzfristige Konsumlaune, sondern einen lang anhaltenden gesellschaftlichen Wertewandelprozess, der unsere Wirklichkeit (und natürlich unsere Konsumrealitäten) substantiell verändert.“

Wie die Verbreitung eines solchen Wertesystems unterstützt werden kann, beschreibt Matthias Horx mit der Blauen Revolution, in der die Ökologie nicht als Zwang und Verzicht, sondern als Befreiung vom Zuviel gesehen wird. Der bisherige Gedanke der grünen Ökologie stützt sich auf drei Säulen:

1. Dogma der existenziellen Knappheit
2. Romantisierung der Natur
3. Schuldlogik gegenüber der Natur

Diese Aspekte führen dazu, dass in dieser Sichtweise Vermeidung zum Grundgedanken des Lebens wird. Doch diese Knappheitsideologie schafft Verteilungskämpfe: Wer muss verzichten? Wer darf noch etwas? Für eine erfolgreiche Durchsetzung einer solchen Bewegung müssen diese Öffnungen und neuen Freiheiten verbunden sein, die auf das Neue, Bessere hoffen lassen.

Im Zentrum eines solchen Wandels muss also ein Paradigmenwechsel von der Knappheit zur Fülle stehen. Matthias Horx (2020) erläutert es anhand eines Beispiels.

„Krankhaftes Übergewicht ist nicht selten das Ergebnis des Gefühls »nicht genug zu bekommen«. Allerdings auf einer anderen, nämlich emotionalen Ebene. Essen ist, wie wir alle wissen, ein verdammt guter Tröster, ein tolles »Kompensat«. Also essen wir mehr, als uns guttut.

Wir verschieben einen Mangel auf der einen Ebene auf ein Erlebnis von Überfülle auf der anderen. Dabei bleiben wir aber sozusagen am Mangel kleben. Auf eine paradoxe Weise werden wir niemals satt, obwohl wir uns im Überfluss befinden. Dieser trancehafte Zustand ähnelt der gesamten industriellen Zivilisation in Bezug auf das Öl und seine Derivate: Wir können einfach nicht genug davon bekommen, WEIL wir ständig Angst haben, dass es knapp wird.“

Ein Wandel funktioniert demnach nur, wenn wir uns von der Angst nicht genug zu bekommen lösen, nicht durch „grüne Askese“, sondern durch Anerkennung der Fülle. So kann eine neue Freiheit des Verzichts entstehen, in der wir nichts vermissen müssen. Er nennt dazu als Beispiel die Kopenhagisierung, die sich auf die Verdrängung der Autos aus den Städten bezieht.

Betrachtet man dies von Seite des Mangels, verringert dies nur die Möglichkeiten sich mit dem Auto in der Stadt zu bewegen. Betritt man jedoch eine Stadt wie Amsterdam oder Kopenhagen, verändert sich das Mindset, die Autos fehlen einem gar nicht man genießt eher, was ohne sie möglich ist.

Ähnlich verhält es sich mit dem Rauchverbot in Restaurants und Flugzeugen. Was auf den ersten Blick eine deutliche Freiheitsbeschränkung darstellt, wirkt, als diese Regelung eingeführt wurde, wie eine Befreiung. Eine neue soziale Fülle entstand in der Raucher vor der Türe neue Menschen kennenlernen konnten und sich nicht schlecht fühlen musste anderen vollzuqualmen.

Blaue Ökologie bedeutet eine andere Denkweise anzunehmen, in der durch die Befreiung vom Zuviel neue Fülle erlebbar wird. Um diesen Blauen Horizont zu erreichen, braucht es neue Technologien, Bewegungen und Denkweisen, die aufzeigen, dass das bewusste entscheiden gegen die Nutzung bestimmter Ressourcen, Produkte oder dass Ablegen von Gewohnheiten nichts mit Mangel zu tun hat, sondern zugunsten des Erleben einer neuen Vielfalt an Möglichkeiten geschieht.

# 3.6 ÄSTHETIK UND NACHHALTIGKEIT

Die Gestaltung ressourcensparender und nachhaltiger Produkte bringt eine neue Ästhetik mit sich. Einflussfaktoren sind dabei das verwendete Material, das visuell bereits eine sehr dominante Position einnimmt, hinzu kommen weitere Faktoren, welche die Ästhetik auf Umwegen maßgeblich mitbestimmen.

## 3.6.1 RECYCELBARKEIT

Wirkliche Recyclbarkeit und somit die Vermeidung von Abfällen beeinflusst die Ästhetik in Form von Monomaterialien und der Authentizität dieser (keine Einfärbung). Der Verzicht auf das Kombinieren von Kunststoffen mit unterschiedlicher Festlichkeit, verändert die Herangehensweise, wie beispielsweise Kontaktflächen an Produkten gestaltet werden. Um Griffflächen mit einem rutschfesten, einfach weicheren Kunststoff oder einem natürlichen Werkstoff wie Kork zu versehen, sollten die Elemente mit, vor dem Entsorgen lösbaren Verbindungen befestigt sein.

Da diese lösbaren Verbindungen zumeist anderes als Klebungen oder andere nicht-zerstörungsfreilösbare Verbindungen die Komplexität des Designs beeinflussen, was sich sowohl im Volumen als auch in optischen Merkmalen bemerkbar machen kann, sind die Auswirkungen des recycelbaren Designs auch ein Merkmal der nachhaltigen Ästhetik.

## 3.6.2 UPGRADEBARKEIT/ REPARIERBARKEIT (OFFENES PRINZIP)

Im Zentrum dieser Arbeit steht zwar die Beständigkeit, trotzdem ist der technologische Wandel nicht aus unserer Zeit wegzudenken. Um das Ersetzen des gesamten Produktes zu vermeiden, sollten daher Möglichkeiten geschaffen werden, einzelne Elemente auszutauschen, die möglicherweise verschleiß können (Reparierbarkeit) oder Bauteile, bei denen eine Innovation absehbar ist, zu ersetzen (Upgradebarkeit). Sollten also leistungstärkere Elektromotoren mit einem geringeren Energieverbrauch auf den Markt kommen, sollte die Möglichkeit geboten sein, diese einfach in das System einzubauen.



Abb. 38 Karl Clauss Dietel mit einem der ersten Entwürfe des SR51 Rollers

*Exkurs: Ein historisches Beispiel für diese Art des Gestaltens ist das von Karl Clauss Dietel und Lutz Rudolf als „Das offene Prinzip“ bezeichnete Konstruktionsprinzip, das dauerhafte Funktionalität und Nutzbarkeit gewährleisten sollte. Dieses Prinzip wurde das erste Mal auf das Heliradio rk3 angewendet, welches sich durch Vereinfachung und gesteigerte Sachlichkeit von konventionellen, in sich geschlossenen und in Holz gearbeiteten Tonmöbeln ›*

*absetzen. Die Neuerung lag dabei in der konsequenten Hervorhebung des technischen Charakters und der Separierbarkeit der einzelnen Komponenten. Die in Deutschland wohl bekanntesten Beispiele, welche bis heute noch von vielen als erstes Motorrad gefahren werden, sind die Simson S50 oder die SR51. In ihr sind die einzelnen Komponenten so positioniert, sodass diese von jedem selbstständig getauscht werden können, egal ob bei Neuerungen, Defekt oder bei sich wandelnden ästhetischen Ansprüchen.*

Um dabei jedoch nicht eine neue Bedürfniskette herbeizuführen, beziehungsweise mit dem Ersetzen des bestehenden Bauteils (Motor) nicht ein weiteres Abfallprodukt zu generieren, muss schon bei der Erstbestückung gewährleistet sein, dass das ersetzte Bauteil wiederverwendet wird (zurück in den Kreislauf kommt) oder komplett recycelt werden kann.

Hierbei kommen den Unternehmen neue Verantwortlichkeiten zu, Produkte werden nicht grundsätzlich überarbeitet und als neue Version auf den Markt gebracht, statt dessen wird stets über Upgradebarkeit informiert, nötige Bauteile (Adapter etc.) angeboten und Bauteile und Geräte zurückgenommen, diese repariert und wieder angeboten. Die direkten Auswirkungen auf die Ästhetik können dabei sein: größeres Bauvolumen um Platz für einfache Reparierbarkeit und den Austausch von Bauteilen (mit variierender Größe) zu ermöglichen.

Vermehrter Einsatz von (zerstörungsfrei-) lösbaren Verbindungen dabei sollten die Verbindungen nicht zu leicht lösbar sein, da die häufige Beanspruchung von beispielsweise Schnappverbindungen, aus Neugierde, diese schädigen und so die Langlebigkeit des Bauteils/Produktes gehemmt wird. Die Verwendung einfacher Hilfswerkzeuge (Münze, Karte, Löffel, Stift etc.) zum Aufheben und Entriegeln dieser Verbindungen sind denkbar.

### 3.6.3 TRENDS ENTGEGENWIRKEN

Styling und das Verfolgen der immer wieder aufkommen Trends bezüglich Farbe, Form, Materialist etc. schafft nicht nur immer neue Bedürfnisse, was bei den aktuellen Produktionsstandards, den verwendeten Materialien in Kombination mit dem Unwillen, Produkte zu reparieren/ recyceln per se nicht nachhaltig ist, bringt in Zeiten von Ultra Thin 4K TV's und dem generellen Trend zum flacher-ist-besser auch gestalterische Aspekte mit sich, die Nachhaltigkeit schwer umsetzbar macht.

Die Anwendung von Trends in Form und Farbe auf neu gestaltete Produkte wird spätestens dann fraglich, wenn man sich die Formentwicklung der iPhone Generationen anschaut. Ohne überhaupt von der Modebranche zu sprechen, lässt sich sagen, dass Trends meist leicht modifiziert wiederkehren. Ein Wechsel der Ästhetik ist oft auf die Gewinnmaximierung durch das Ausnützen unseres Konsumverhaltens zurückzuführen. Besonders der Aspekt der sozialen Bedeutung der Produkte wird dabei ausgenutzt.

Die abgerundeten iPhones ab der 6. Generation bildeten mit Modifikationen der Größe, der Kamera sowie der Tasten, den Standard von 2014 bis 2021. Im Jahr 2014 stellte es ein starker Kontrast zum damaligen Vorgänger mit eckigen Kanten dar. Mit über 200 Millionen verkauften Exemplaren (Oiku, 2021) ist dies bis heute die meist verkaufte iPhone Generation.

Durch den starken Kontrast war es leichter zu erkennen, ob man bereits ein neues oder noch ein altes iPhone besitzt. Die Modifikationen der folgenden Modelle steigerten die Verkäufe wiederum unmerklich, bis im April 2021 das iPhone 12 (eckige Kanten) mit über 120 Millionen verkauften Geräten (Oiku, 2021) nach nur einem halben Jahr auf dem Markt die Verkäufe wieder drastisch ansteigen ließ.

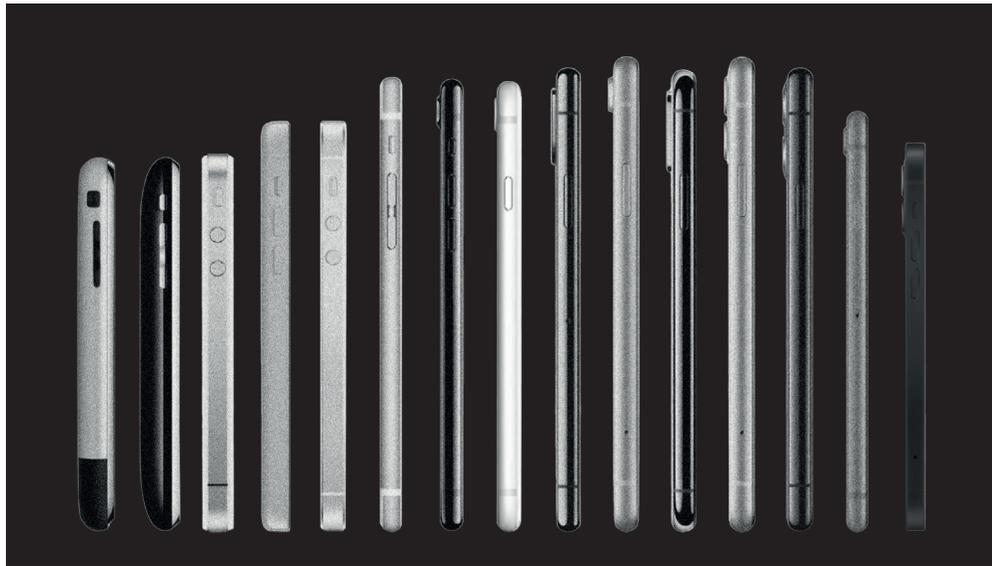


Abb.39 Apple iPhone-Formentwicklung

Um dieses Konsumverhalten zu umgehen, sollte eine schlichte und unaufdringliche Form gewählt werden. Die eigentliche Farbe wird bei Smartphones meist durch die Hülle verdeckt/modifizierbar und kann dadurch schlicht gehalten werden. Bei für wirkliche Langlebigkeit gestalteten Produkten sollte die Wahl der Farbe durch austauschbare Elemente ermöglicht werden. So kann entweder zur Individualisierung ein Teil ausgetauscht oder bei der Reparatur durch das Ersetzen eines Bauteils dem Produkt eine neue Ästhetik verliehen werden und so ähnlich wie bei Kintsugi das Kaputte repariert und gleichzeitig veredelt werden.

Ein weiteres Beispiel anhand eines Apple Produktes zeigt die Schwierigkeit auf den Trend des dünner-ist-besser entgegenzuwirken, so waren die ersten Berichte und Foren-Einträge zur 2021 erschienenen MacBook Generation, gespickt mit der Kritik, dass dieses dicker und schwerer sei als das Vorgängermodell. Das dies eine notwendige Entwicklung sein könnte, um Produkte widerstandsfähiger kam nie auf (bei Apple ist es auf die höhere Kühlungsleistung, die für das Betreiben der neuen Chips benötigt wird, zurückzuführen, nicht auf die verbesserte Widerstandsfähigkeit).

Dabei ist dies einer der Aspekte, der das Design der nächsten Jahre, nicht nur hinsichtlich der Widerstandsfähigkeit, sondern auch um den Einsatz von recycelten Materialien zu ermöglichen, maßgeblich prägen wird. Recyceltes

ABS (rABS) weist beispielsweise eine höhere Steifigkeit auf, was das Produkt bei selben Formen, Wandstärken und Versteifungen wie bei ABS fragiler macht. Daher ist, noch mehr hinsichtlich dem zukünftigen Einsatz von Bio-Plastics, eine Entwicklung hin zu voluminöseren Bauformen empfehlenswert. Zwar wird für diese im Umkehrschluss mehr Material benötigt, jedoch wird dieser Mehreinsatz durch die längere Haltbarkeit und den Einsatz recycelter-Rohstoffe/ Bio-Plastics amortisiert.

### 3.6.4 MATERIELLE UNTERSCHIEDE

Die Materialien, aus denen viele Produkte hergestellt werden, sind heute zumeist eingefärbt oder lackiert. Beides bedarf zusätzlicher Rohstoffe und Energie. Verzichtet man hingegen auf das generelle Einfärben und nimmt den Rohstoff, wie er ist bzw. verzichtet auf das erneute Einfärben der recycelten Materialien, werden Ressourcen und Energie gespart. Einfärben bedeutet zugleich, dass das Material verunreinigt wird, wodurch es weniger häufig recycelt werden kann. Die Herstellung einer (materiell) einheitlichen Produktästhetik ist dann nicht mehr zu gewährleisten.

Dies muss jedoch nicht als Nachteil gesehen werden. Der Wunsch vieler Konsument\*innen nach Individualisierung/Personalisierung ihrer Produkte wird dadurch, wie durch das bereits erwähnte Ersetzen einzelner Bauteile durch farbige Bauteile ermöglicht. Zudem haben authentische Materialien eine starke Symbolkraft, die wie bereits angesprochen notwendig ist, um die Ästhetik dieser Materialität zu etablieren.

# DESIGN GUIDELINES

# 4.

Diese Designguidelines sollen Designer\*innen einen Überblick über die Aspekte geben, die für die Gestaltung von Produkten mit einer besseren Auswirkung auf die Ressourcenknappheit relevant sind. Gegenwärtig ist die Unterhaltungselektronik immer noch von kritischen Rohstoffen und anderen nicht erneuerbaren Ressourcen abhängig. Um unsere Lebensqualität, unsere Grundbedürfnisse und ein stabiles System aufrechtzuerhalten, ist ein Umdenken im Umgang mit Ressourcen unerlässlich. Produktdesigner und Hersteller\*innen sowie die Verbraucher\*innen spielen bei diesem Thema eine wichtige Rolle. Es liegt in der Verantwortung der Designer\*innen im einundzwanzigsten Jahrhundert, auf eine Transition der nachhaltigen Ressourcennutzung hinzuwirken. Dieser Design-Leitfaden bietet einen Überblick über die Umsetzung positiver Veränderungen, um Teil der genannten Transition zu sein. Die Leitlinien sind nicht nur für Designer\*innen relevant, sondern auch für Hersteller\*innen und andere Akteur\*innen im System rund um Design, Herstellung, Vertrieb, Nutzung und Abfallmanagement von Unterhaltungselektronik.

## 4.1 MATERIALIEN UND PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN

- 4.1.1 Design für Langlebigkeit
- 4.1.2 Design für die Demontage
- 4.1.3 Die Auswahl der richtigen Materialien
- 4.1.4 Design für die Verwendung von recycelten Materialien
- 4.1.5 Optimierung des Materialeinsatzes
- 4.1.6 Optimierung der Materialqualität

## 4.2 VERHALTEN UND BEWUSSTSEINSBILDUNG

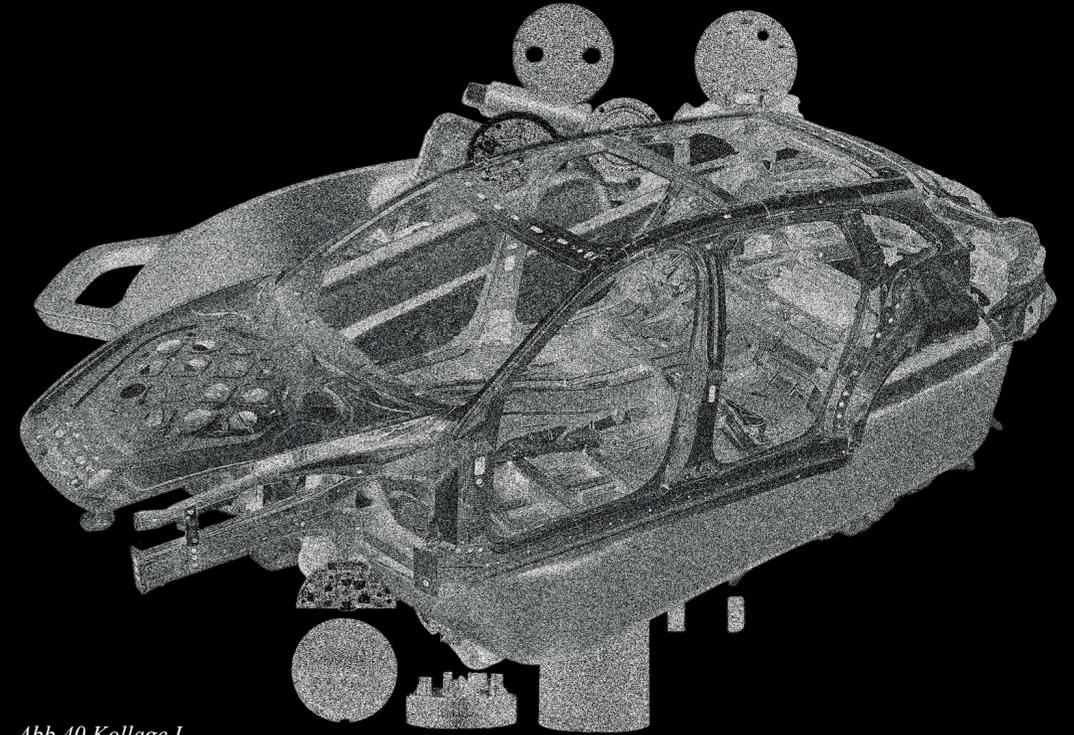
- 4.2.1 Befriedigung durch Nutzung schaffen
- 4.2.2 Werte und Perspektiven stärken
- 4.2.3 Ideale und Werte sichtbar machen
- 4.2.4 Abgeschlossene Produkte anstreben
- 4.2.5 Häufigkeit der Nutzung berücksichtigen
- 4.2.6 Konsumverhalten verändern

## 4.3 MÄRKTE UND UNTERNEHMEN

- 4.3.1 Gegenentwürfe zu negativen Produktrends anbieten
- 4.3.2 Die Zielgruppe kennen
- 4.3.3 Kunden überzeugen
- 4.3.4 Zeitgemäße Luxuskonsummuster nutzen
- 4.3.5 „Nachhaltige Ästhetik“ vermarkten

# 4.1 MATERIALIEN UND PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN

Die unter der Kategorie “Materialien und physikalische Eigenschaften” aufgeführten Leitlinien wirken sich alle direkt auf die physikalische Beschaffenheit des entworfenen Produkts aus. Sie wurden erstellt, um die Auswirkungen der physikalischen Eigenschaften (z. B. die Art und Menge der Materialien) zu verbessern, um die direkten Auswirkungen der Ausgangsmaterialien und die für die Produkte erforderlichen End-of-Life-Faktoren zu verbessern.



*Abb.40 Kollage 1*

## 4.1.1 DESIGN FÜR LANGLEBIGKEIT

Je länger die Lebensdauer eines Produkts ist, desto später muss es ersetzt werden und desto weniger Produkte werden hergestellt. Dadurch werden die für die Herstellung von Produkten und Materialien benötigte Energie und die Emissionen für den Transport gesenkt und es werden weniger Rohstoffe benötigt.

Design-Implikationen:

1. Niemals für geplante Obsoleszenz aus rein wirtschaftlichen Gründen entwerfen
2. Definieren Sie die angemessene Lebensdauer für das zu entwerfende Produkt (z. B. kürzer für Einweg-Plastikflaschen, länger für Thermosflaschen)
3. Entwerfen Sie das Produkt so, dass die tatsächliche Lebensdauer der angemessenen Lebensdauer entspricht ist. Wenn die Produktlebensdauer länger als angemessen ist, werden möglicherweise Ressourcen verschwendet. (z. B. sind Einwegflaschen aus Edelstahl verschwenderisch, während Edelstahl ein geeignetes Material für Thermosflaschen ist)
4. Die Produktästhetik muss an die definierte Lebensdauer angepasst sein (z. B. erfordert eine lange Produktlebensdauer eine trendunabhängige Ästhetik)
5. Das Produkt muss so gestaltet sein, dass es leicht repariert werden kann (z. B. kann der Deckel der Thermoskanne ausgetauscht werden, wenn er bricht)

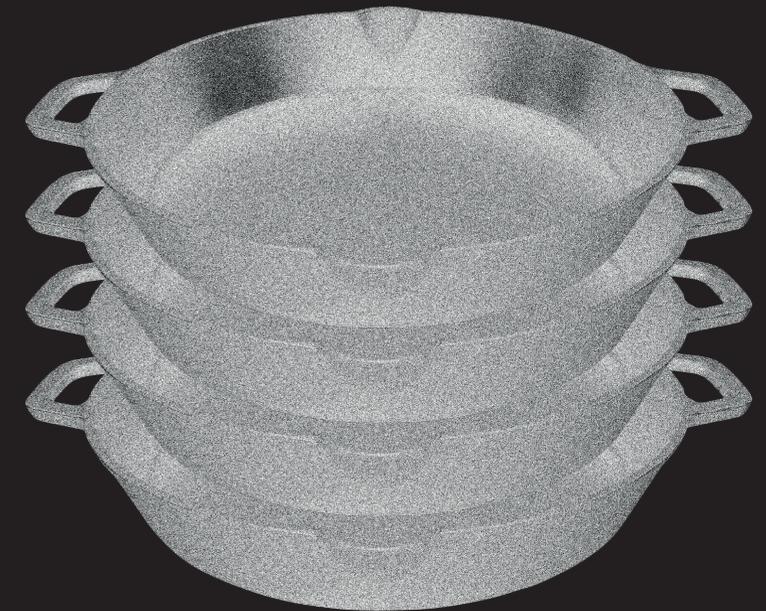


Abb.41 Gusspfannen

## 4.1.2 DESIGN FÜR DIE DEMONTAGE

Wenn ein Produkt sein Lebensende erreicht hat und in den Abfallstrom gelangt, muss die Demontage möglich und einfach sein, um gute Recyclingeigenschaften zu erzielen - dies ist auch für eine gute Reparierbarkeit wichtig. Damit eine einfache Demontage möglich ist, muss sie bereits in der Entwurfsphase eines Produkts berücksichtigt werden.

Design-Implikationen:

1. Leichte Demontage von Bauteilen ermöglichen
2. Leichte Trennung von Materialien zulassen
3. Berücksichtigung der Auswirkungen von Verbindungen in einem Produkt auf die folgenden Aspekte: Langlebigkeit, Wiederverwertbarkeit, Reparierbarkeit des Produkts und Demontage des Produkts (z. B. erlauben Schrauben eine Demontage und erneute Montage und damit eine Reparierbarkeit, haben jedoch einen negativeren Einfluss auf die Recyclingfähigkeit als beispielsweise Klebeverbindungen, die jedoch keine Reparierbarkeit erlauben)
4. Minimierung der Menge an verwendeten Bauteilen und Materialien

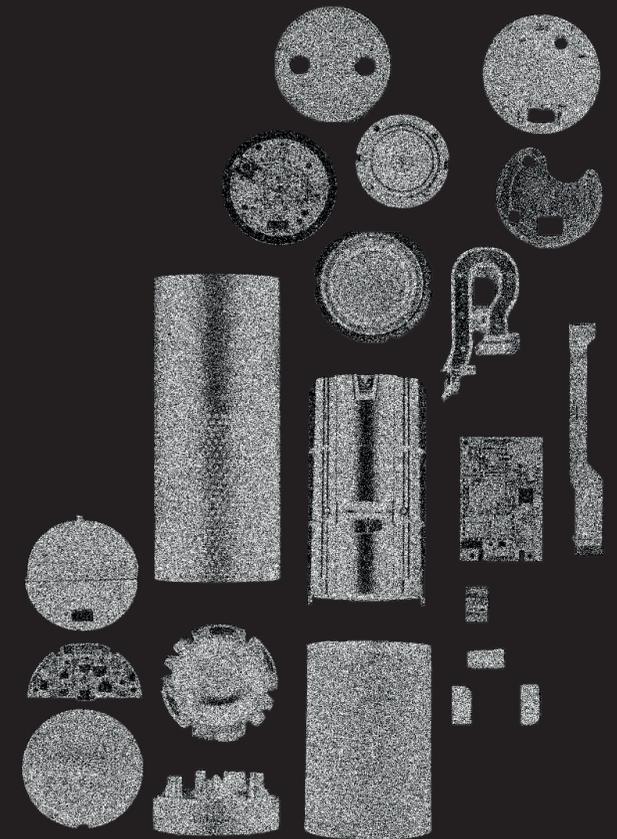


Abb.42 Lautsprecher Teile

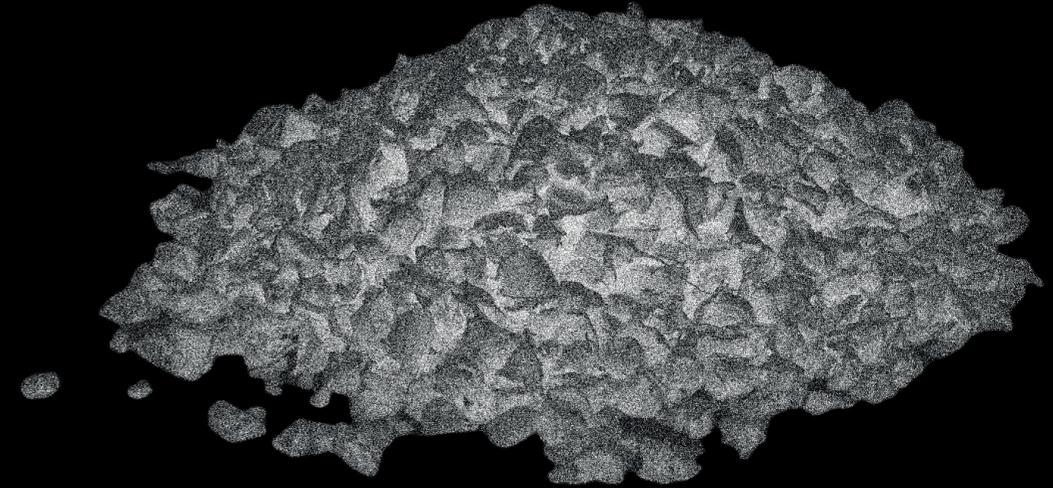
## 4.1.3 DIE AUSWAHL DER RICHTIGEN MATERIALIEN

Da ABS, PS und PP etwa 55 % der Kunststoffe in Elektro- und Elektronik-Altgeräten ausmachen, ist ihr Recycling am lukrativsten und daher am effizientesten (Sliz, 2019). Im Gegensatz dazu sind andere Materialien wie PC oder PMMA nur in geringen Mengen vorhanden (1-2 %), weshalb ihr Recycling wirtschaftlich uninteressant ist. Daher sollten Materialien gewählt werden, die möglichst häufig vorkommen (Sliz, 2019).

Bei der Berücksichtigung von Materialien bei der Gestaltung eines Produkts sollten die folgenden Punkte bei der Entscheidung über die zu verwendenden Materialien berücksichtigt werden: Eignung, Wiederverwertbarkeit, Knappheit, Energiebedarf für Produktion und Transport, Haltbarkeit und andere Anwendungen, die diese Materialien erfordern.

Design-Implikationen:

1. Auswahl von Materialien mit guten Recyclingeigenschaften und hohen Recyclingraten
2. Auswahl von Materialien, die für den Anwendungsfall geeignet sind
3. Auswahl gängiger Materialien (z. B. ABS, PS, PP)
4. Ersetzen Sie kritische Materialien durch unkritische Ersatzstoffe, falls verfügbar
5. Ersetzen Sie Materialien auf fossiler Basis durch erneuerbare Materialien



*Abb.43 recyceltes Granulat*

## 4.1.4 DESIGN FÜR DIE VERWENDUNG VON RECYCELTEN MATERIALIEN

Die Eigenschaften von recycelten Materialien können im Vergleich zu ihren neuen Gegenständen variieren. Die Produkte sollten so gestaltet sein, dass die recycelten Materialien verwendet werden können.

Außerdem muss berücksichtigt werden, dass Kunststoffe im Elektroschrott für das Recycling mit Nah-Infrarot-Erkennung (NIR) sortiert werden. Diese Technologie erkennt nur helle Kunststoffe zuverlässig. Dunkle Kunststoffe werden unzuverlässig oder gar nicht erkannt, machen aber 60-80 % der Kunststoffe in Elektro- und Elektronikaltgeräten aus (Sliz, 2019).

Design-Implikationen:

1. Wählen Sie recycelte Materialien  
(z. B. rABS anstelle von ABS)
2. Prüfen Sie die unterschiedlichen Eigenschaften von recycelten Materialien im Vergleich zu ihren neuen Gegenständen  
(z. B. höhere Steifigkeit von rABS im Vergleich zu neuem ABS)
3. Entwerfen Sie Produkte, die den Eigenschaften der recycelten Materialien entsprechen (z. B. könnte rABS dickere Wände als ABS benötigen, da es etwas steifer ist)
4. Berücksichtigen Sie die Auswirkungen der Farbe auf das Recycling  
(z. B. können hellere Kunststoffe bei der Sortierung zuverlässig erkannt werden, während dies bei dunkleren Kunststoffen nicht der Fall ist)

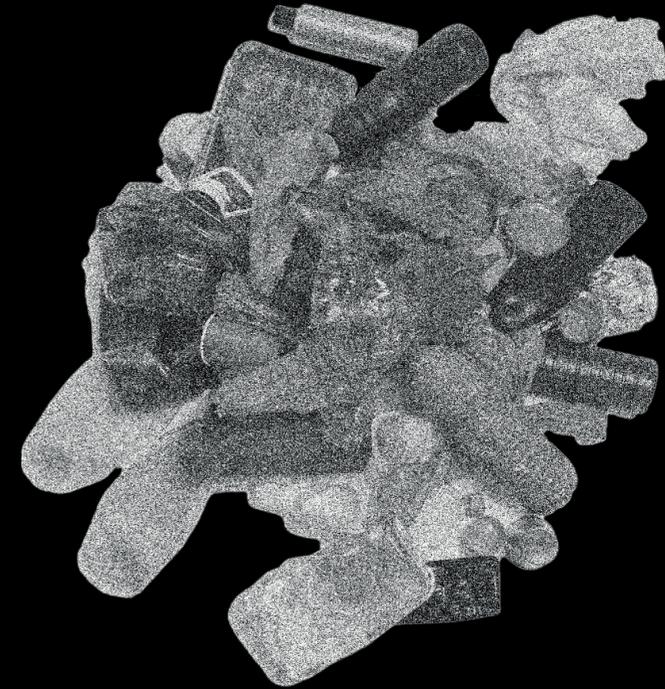


Abb.44 Kunststoffabfälle

## 4.1.5 OPTIMIERUNG DES MATERIALEINSATZES

Die Materialmenge sollte so optimal wie möglich eingesetzt werden. In Bezug auf die Menge sollten die Produkte so wenig Material wie möglich enthalten, um die Eigenschaften und Anforderungen zu erfüllen. Dies verbessert nicht nur die Wirkung der Produkte im Hinblick auf die Ressourcenknappheit, sondern ist auch aus wirtschaftlicher Sicht der beste Weg.

Design-Implikationen:

1. Überdenken Sie, ob das Produkt notwendig ist
2. Überlegen Sie, ob die Produkte physisch sein müssen oder ob es sich um eine Dienstleistung handeln kann.
3. Erwägen Sie ein Sharing-System anstelle von klassischem Produktbesitz
4. Überdenken Sie, welche Teile notwendig sind
5. Produkt mit minimalem Ressourcenverbrauch entwerfen
6. Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen und Institutionen, um Netzwerke zur Einführung von Kreislaufprodukten aufzubauen



*Abb.45 Auto-Rahmen*

## 4.1.6 OPTIMIERUNG DER MATERIALQUALITÄT

Ein großes Problem beim Recycling ist die Reinheit der Materialien. Die Verwendung von Verbundwerkstoffen und anderen Multimaterialien ist daher im Hinblick auf die Wiederverwertbarkeit eines Produkts problematisch. Wenn möglich, sollten in so vielen Bauteilen wie möglich Monomaterialien verwendet werden. Zusätzlich sind Beschichtungen und Lacke oft problematisch, da sie oft schwer zu entfernen sind und die Materialreinheit beeinträchtigen.

Design-Implikationen:

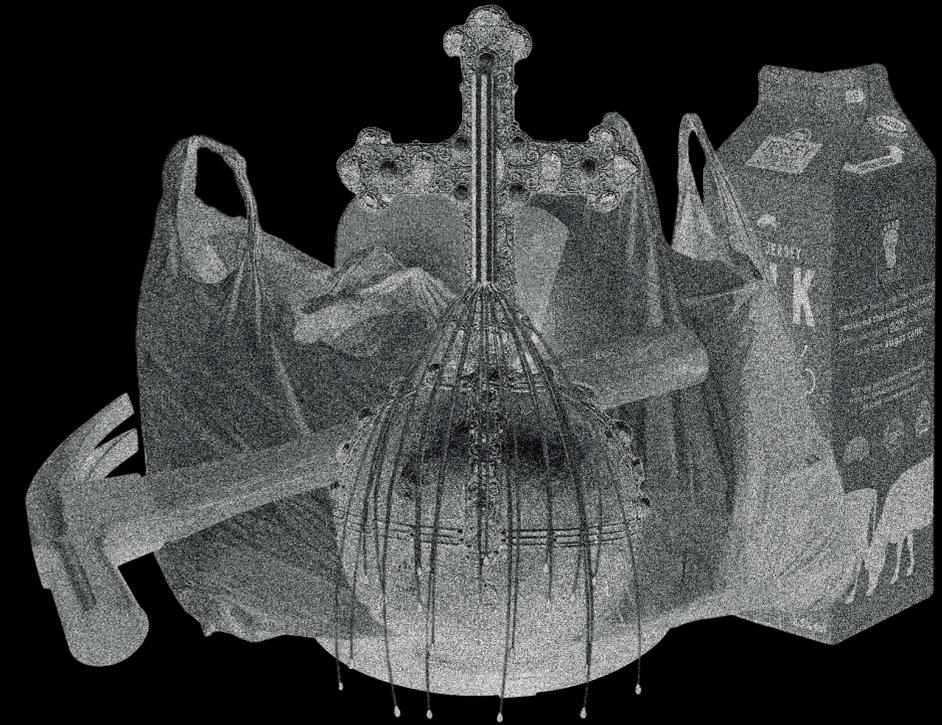
1. Wählen Sie Monomaterialien anstelle von Mischungen (z. B. PC oder ABS anstelle von PC/ABS-Mischungen)
2. Wenn Monomaterialien nicht in Frage kommen, sollten Sie die Auswirkungen von Mischungen auf die Recyclingfähigkeit des Produkts berücksichtigen (z. B. könnte die Verwendung von Mischungen in kleinen Mengen deren komplexes Recycling undurchführbar machen, oder wenn reines ABS mit einer ABS/PC-Mischung kombiniert wird, könnten beide Materialien als Mischung recycelt werden, was die Materialreinheit beeinträchtigt)
3. Design für die Verwendung von Monomaterialien (z. B. können Griffoberflächen strukturiert statt gummiert sein)
4. Wählen Sie ungefährliche und sichere Materialien aus (hier ist nicht nur der Gefährlichkeitsgrad der Materialien (z. B. der Green Screen Score), sondern auch der Gefährlichkeitsgrad der Zusatzstoffe zu berücksichtigen)
5. Vermeiden Sie Beschichtungen und Lacke, um die Reinheit der Materialien zu erhalten



Abb.46 Goldbarren

## 4.2 VERHALTEN UND BEWUSST- SEINSBILDUNG

Produkte und das Verhalten der Verbraucher\*innen stehen in einer Wechselbeziehung zueinander. Produkte beeinflussen unsere Konsummuster und andere Verhaltensweisen, und diese beeinflussen die Gestaltung und Nachfrage nach Produkten. Daher spielen Verhaltensmuster eine wesentliche Rolle bei der Ausrichtung auf unseren Ressourcenverbrauch. Dieser Abschnitt konzentriert sich auf Aspekte, die Designer\*innen berücksichtigen sollten, wenn sie das Verhalten der Verbraucher\*innen im Hinblick auf die Nachhaltigkeit von Unterhaltungselektronik ansprechen möchten.



*Abb.47 Kollage II*

## 4.2.1 BEFRIEDIGUNG DURCH NUTZUNG SCHAFFEN

Da Erfahrungen im Alltag schnell verblassen, kann man nicht allgemein argumentieren, dass Erlebnisse sind besser als Gegenstände sind. Das liegt daran, dass die Freude am Kauf je nach Produkt länger anhalten kann und damit einen überproportionalen Wert hat (Oberhuber, 2016). Wer ein schönes Fahrrad kauft und damit schöne Touren fährt, hat lange und oft tiefe Zufriedenheit.

Design-Implikationen:

1. Design für stärkere emotionale Bindung der Nutzer\*innen an Produkte
2. Design für gute Erfahrungen während des Kaufs und der Nutzung
3. Kombinieren des Produkts mit befriedigenden Aktivitäten, um eine dauerhafte Zufriedenheit bei jeder Nutzung zu erreichen



Abb.48 Kopfmassage

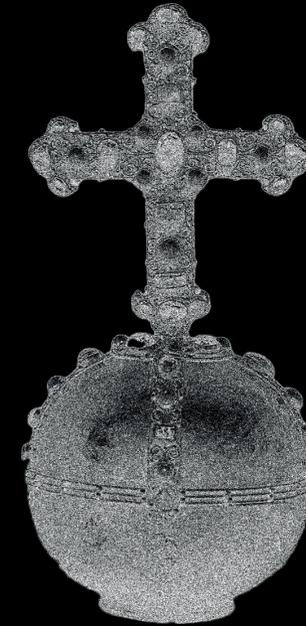
## 4.2.2 WERTE UND PERSPEKTIVEN STÄRKEN

Über den Vorzeigekonsum hinaus sind Produkte Kommunikationsmittel, die einer sozialen Gruppe helfen, den Austausch innerhalb der Gruppe aufrechtzuerhalten und so ihre Werte nach außen hin zu verteidigen.

Geht man von einer Gruppe aus, die bereits verantwortungsbewusst konsumiert, helfen Produkte und der Austausch über sie, sich gegen die Einflüsse des gesellschaftlichen Massenkonsums zu wehren. Wenn diese Produkte im Mittelpunkt eines Treffens der Gruppe stehen können, verstärkt dies den Effekt.

Design-Implikationen:

1. Schaffung von Produkten, die Trends mit positiven Auswirkungen unterstützen und die Werte und Perspektiven sowohl intern als auch extern fördern
2. Verbrauchergruppen ansprechen, die bereits Werte unterstützen, die für den Umgang mit Ressourcenknappheit relevant sind, und die offen für Veränderungen sind



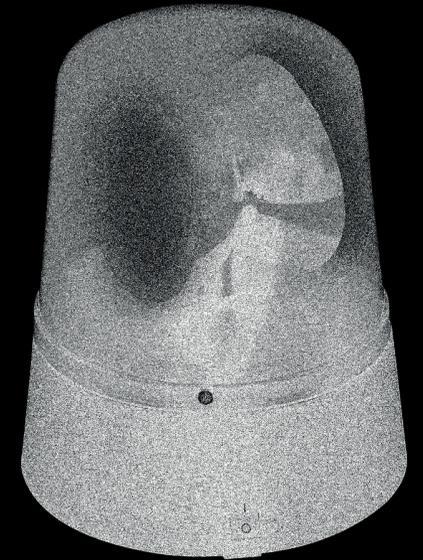
*Abb. 49 Reichsapfel*

## 4.2.3 IDEALE UND WERTE SICHTBAR MACHEN

Neben der Kommunikation nach innen können Produkte auch nach außen kommunikative Aspekte haben. Wenn Produkte durch ihre Form, ihre Materialität, ihre Verwendung oder ihr Branding (z. B. Veja-Schuhe) als andersartig wahrgenommen werden, werden sie selbst zum Träger der neuen Ideale. Mehr noch, der Gebrauch dieser Objekte kann eine erzieherische Wirkung auf andere haben, zum Denken anregen und so andere gesellschaftliche Gruppen beeinflussen.

Design-Implikationen:

1. Analyse der Interessen und Werte der Verbraucher\*innen des gestalteten Produkts
2. Entwerfen für die angestrebten Werte, um diese sichtbar zu machen (z. B. muss ein Produkt, das auf Reparierbarkeit abzielt, nicht nur reparierbar sein, sondern auch seine Reparierbarkeit kommunizieren)
3. Schaffung von Produkten, die sich abheben, um ihre kommunikative Wirkung zu erhöhen
4. Schaffung von Produkten mit einem ehrlichen Design



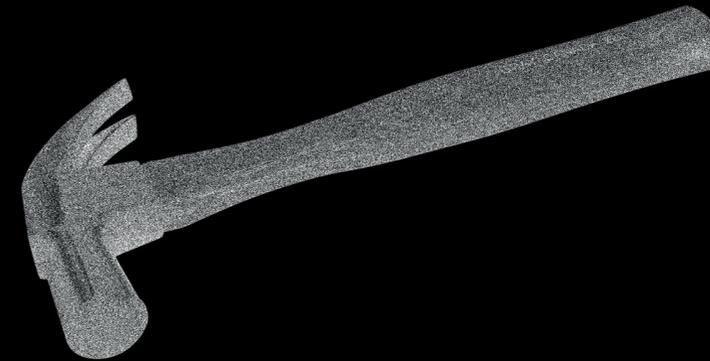
*Abb.50 Blaulicht*

## 4.2.4 ABGESCHLOSSENE PRODUKTE ANSTREBEN

Diese Produkte können losgelöst von Innovationen existieren. Viele neue Produkte werden ständig ersetzt, um mit dem Tempo Schritt zu halten. Traditionelle Gegenstände sind im Allgemeinen beständiger, sie haben oft keine "echte" Funktion mehr, aber sie tragen immer noch eine starke Symbolik. Die Eigenschaft der Vollständigkeit steht in starkem Kontrast zum schnellen Wandel des Lebens und hilft, zur Ruhe zu kommen und das Leben zu entschleunigen.

Design-Implikationen:

1. Verzicht auf Komponenten, die häufig aktualisiert oder getauscht werden müssen
2. Damit Komponenten, die häufig aktualisiert werden müssen, einfach aufgerüstet werden können, sollten Produkte modular aufgebaut sein. Dies ermöglicht auch eine bessere Reparierbarkeit, wenn ein Teil kaputt geht
3. Analysieren, ob Innovationen einen tatsächlichen Nutzen für die Nutzung und Funktion bringen oder ob sie in erster Linie als Kaufanreiz für das Produkt dienen
4. Nur innovativ sein, wenn ein echter Nutzen für Nutzer\*innen, Hersteller\*innen, Funktion und Umwelt gegeben ist



*Abb.51 Hammer*

## 4.2.5 HÄUFIGKEIT DER NUTZUNG BERÜCKSICHTIGEN

Nur zu Produkten, die wir wirklich brauchen und benutzen, bauen wir eine Bindung auf, die eine Wertschätzung für die Mühe der Nutzung und Pflege mit sich bringt. Der norwegische Industriedesigner Roar Høyland sprach dies bereits 1938 an. Er gab das Beispiel, dass die Verbesserung der Milchtüte wichtiger sei als die Verbesserung eines teuren Stuhls.

Design-Implikationen:

1. Analysieren ob ein Produkt mit geringer Wirkung, aber hoher Benutzungshäufigkeit oder ein Produkt mit hoher Wirkung und geringer Benutzungshäufigkeit besser geeignet ist, die gewünschte Wirkung zu erzielen



*Abb.52 Milchkarton*

## 4.2.6 KONSUMVERHALTEN ÄNDERN

Wenn uns der Konsum nicht glücklich macht, sollten wir die Art und Weise, wie wir konsumieren, neu überdenken. Weniger Produkte zu besitzen bedeutet, die Verantwortung für weniger Produkte übernehmen zu müssen, die Zeit brauchen, um sie zu benutzen (wenn wir sie benutzen) und zu warten.

Design-Implikationen:

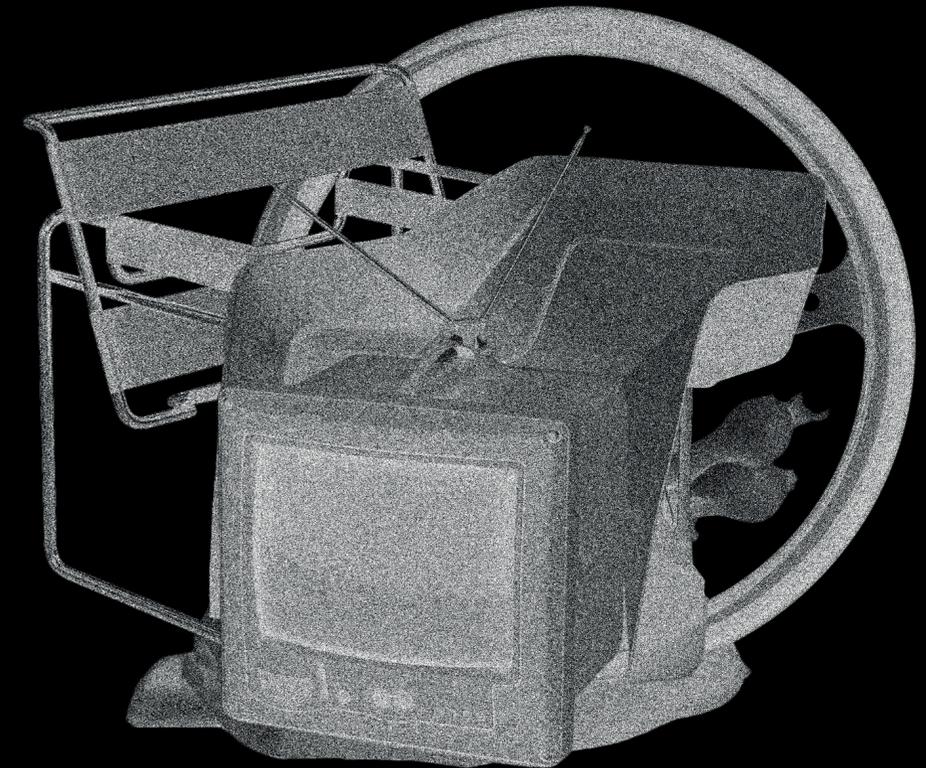
1. Überdenken, ob das Problem, das das Produkt lösen soll, tatsächlich ein echtes Problem ist
2. Analysieren, ob andere Optionen als Produkte dieses Problem besser lösen können (z. B. eine Dienstleistung)
3. Analysieren ob es von Vorteil ist, wenn ein Produkt mehrere Probleme auf einmal lösen kann



*Abb.53 Einkaufstüten*

# 4.3 KOMMUNIKATION UND MARKT- POSITIONIERUNG

Die Schaffung von “guten Beispielprodukten” hilft, politische Entscheidungsträger, Produkttrends und Hersteller zu beeinflussen. Diese guten Beispiele müssen effizient auf den Markt gebracht werden, um maximale Wirkung zu erzielen. Dieser Abschnitt bietet eine Vielzahl von Aspekten, die dazu beitragen, gute Beispiele zum Leben zu erwecken. Die Leitlinien bieten Möglichkeiten, die wichtigsten Akteur\*innen zu beeinflussen und von der Bedeutung dieses Themas zu überzeugen, Ansatzpunkte für den Markteintritt zu finden und gute Beispiele zu etablieren.



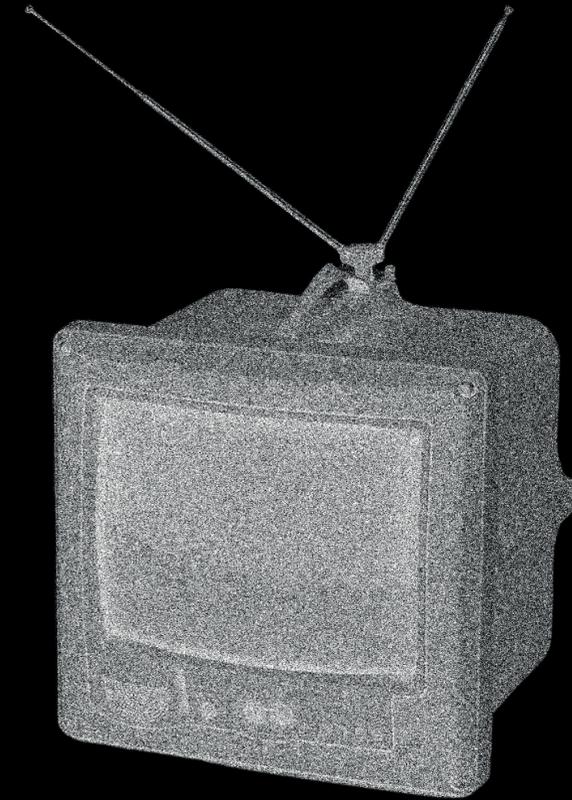
*Abb.54 Kollage III*

## 4.3.1 GEGENENTWÜRFE ZU NEGATIVEN PRODUKTTRENDS ANBIETEN

Die Schaffung von Designs außerhalb bestehender Trends mit negativen Auswirkungen oder die Lenkung bestehender Trends beim Produktdesign in Richtungen mit verbesserten Auswirkungen trägt dazu bei, das weit verbreitete Verständnis von „gutem Design“ in Richtung verbesserter Umweltauswirkungen zu transformieren.

Design-Implikationen:

1. Bestehende Produktrends in Frage stellen
2. Gegenentwürfe für negative Produktrends/gute Beispiele schaffen



*Abb.55 Jim Nature Portable Television (Philippe Starck)*

## 4.3.2 DIE ZIELGRUPPE KENNEN

Eine Bewegung, die bereits im Jahr 2000 durch die Studie des Soziologen Paul H. Ray und der Psychologin Ruth Anderson ins öffentliche Bewusstsein gerückt wurde, sind die LOHAS - Lifestyle of Health and Sustainability. Der 2007 veröffentlichte „Trendreport Zielgruppe LOHAS - Wie der grüne Lebensstil die Märkte erobert“ (Titel vom Autor übersetzt) ordnet 30 % der deutschen Bevölkerung (ähnlich wie in den USA) dieser Gruppe zu (Glöckner et al., 2010). Der Hauptaspekt ihres Handelns ist der strategische Konsum, der darauf abzielt, die Umwelt durch neue Werte wie Authentizität, Information, Ehrlichkeit, Nachhaltigkeit usw. zu verändern und zu beeinflussen, die den Kauf neuer Produkte beeinflussen. Die große Chance besteht darin, dass diese Werte die breite Mittelschicht erreichen. Mit ihrer Kaufkraft sind sie in der Lage, die Wirtschaft zu verändern. Indem sie ihre Kaufkriterien ändern, können sie die Wirtschaft dazu bewegen, entsprechende Produkte auf den Markt zu bringen.

Design-Implikationen:

1. Auf Gruppen abzielen, die offen für Veränderungen und strategischere Konsumententscheidungen sind (z. B. die LOHAS-Gruppe)
2. Analyse komplementärer Trends und Entwicklungen in diesen Gruppen und Integration dieser, um die Auswirkungen auf nachhaltige Transitionen und die Etablierung von Produkten zu maximieren

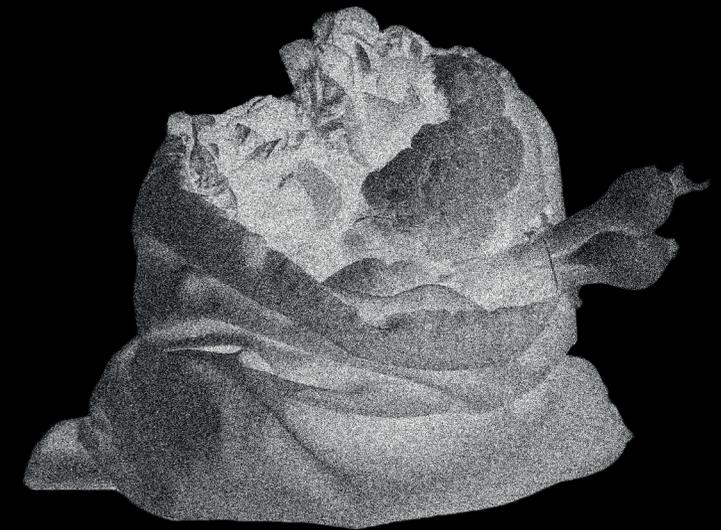


Abb.56 bewusster Einkauf

### 4.3.3 KUNDEN ÜBERZEUGEN

Eine ressourcenorientierte Produktgestaltung kann mit kurzfristigen wirtschaftlichen oder betrieblichen Zielen in Konflikt geraten, ist aber für die langfristige Leistungsfähigkeit von Unternehmen unerlässlich. Sie kann auch zu Konflikten mit etablierten Praktiken, Kundenerwartungen und Lieferantennetzen führen. Daher muss die Einführung ressourcenorientierter Produktgestaltungspraktiken gut begründet werden. Kunden, Partner und Nutzer können dabei unter anderem mit den folgenden Argumenten konfrontiert werden

Implikationen:

1. Politische Maßnahmen zur Regulierung des Ressourcenverbrauchs werden kommen und strenger werden. Unternehmen, die frühzeitig handeln, sind der Politik einen Schritt voraus und werden bei der Einführung von Maßnahmen Marktvorteile gegenüber nicht handelnden Unternehmen haben.
2. Die Erwartungen der Kund\*innen ändern sich bereits in Richtung eines nachhaltigeren und bewussteren Verhaltens. Ihre Erwartungen an Produkte werden sich in naher Zukunft weiter verändern. Handelnde Unternehmen können diese Erwartungen erfüllen, während nicht handelnde Unternehmen dies nicht können. Dies trägt dazu bei, bestehende und bewusste Kund\*innen zu halten und neue Kund\*innen zu gewinnen.
3. Eine ehrliche und wertorientierte Produktion von Produkten wird von den bewussten Verbraucherzielgruppen geschätzt. Gute Praktiken wirken sich daher positiv auf die Kundenbindung aus.
4. Angesichts der zunehmenden Ressourcenknappheit ist die Verfügbarkeit von Ressourcen, insbesondere von kritischen Rohstoffen, gefährdet, während ihre Preise stark ansteigen werden. Eine ressourcenorientierte Produktgestaltung dämpft diese Effekte und sichert die Position am Markt.

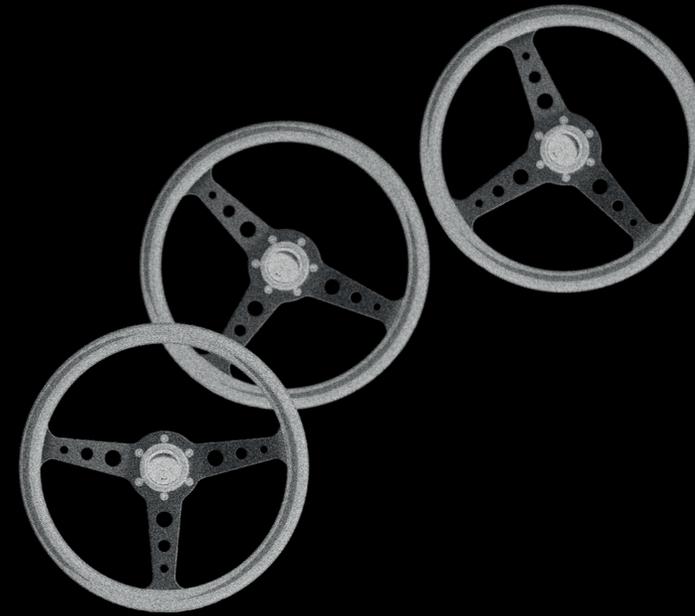


Abb.57 Lenkrad

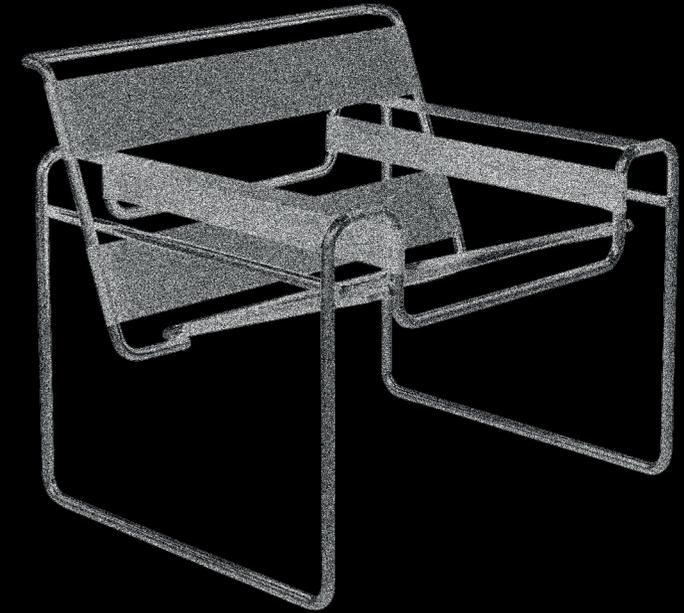
## 4.3.4 ZEITGEMÄSSE LUXUSKONSUMMUSTER NUTZEN

Der gegenwärtige Luxuskonsum ist im Gegensatz zum traditionellen Luxus stark an Kompetenzen gebunden. Diese Kompetenzen sind ästhetischer Geschmack, Sensibilität für Symbolik und Fachwissen. Die Verbraucher\*innen dieser Produkte wollen nicht nur ihre mit diesen Kompetenzen verbundenen Wünsche befriedigen, sondern sie auch ihrem Umfeld mitteilen.

Dies schafft einen Markt für Produkte, die einen bewussteren Konsum mit positiven Auswirkungen unterstützen, und bietet somit Möglichkeiten für wirtschaftlichen Erfolg bei der Einführung ressourcenorientierter Produkte auf dem Markt.

Design-Implikationen:

1. Gestaltung von Produkten, die Werte, Eigenschaften und Symbole offen zeigen
2. Produkte mit einer auffälligen und gut gemachten Ästhetik gestalten
3. Nutzungserlebnis des Produktes mitgestalten - die Funktionen können vereinfacht werden, aber die Funktionalität des Produktes muss optimiert werden.



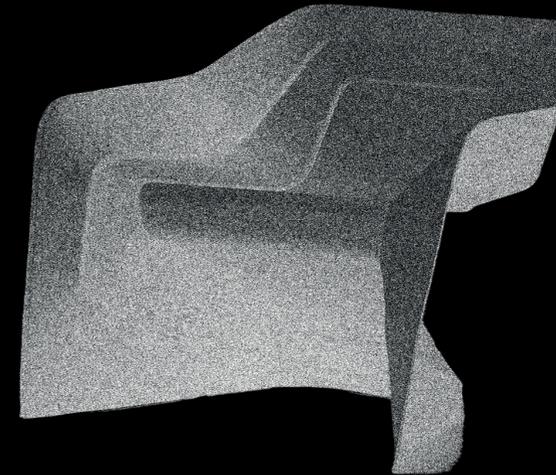
*Abb.58 Wassily Chair (Marcel Breuer)*

## 4.3.5 „NACHHALTIGE ÄSTHETIK“ VERMARKTEN

Die Richtlinien, die sich auf die physikalischen Eigenschaften konzentrieren, werden auch die Ästhetik des entworfenen Produkts beeinflussen und einschränken. Bestehende Trends und etablierte Produktästhetik werden wahrscheinlich mit der neuen Ästhetik in Konflikt geraten. Dieser Konflikt hat eine äußerst wichtige kommunikative Funktion. Dieser Konflikt ermöglicht es dem neuen Produkt, sich in naher Zukunft abzuheben und bietet somit Möglichkeiten für die Vermarktung, trägt aber auch dazu bei, langfristig gute Praktiken und neue Trends zu etablieren.

Design-Implikationen:

1. Die neu geschaffene Ästhetik annehmen - nicht verstecken
2. Wenn diese Ästhetik der Nachhaltigkeit noch nicht etabliert ist, sollte diese als Verkaufsargument für Early Adopters verwendet werden.
3. Wenn sich eine nachhaltige Ästhetik allmählich durchsetzt, wird diese zur Normalität und kann dann weiter intensiviert/vorangetrieben werden.



*Abb.59 Hemp Chair (Werner Aislinger)*

# ANWENDUNG DER GUIDELINES

# ANWENDUNG DER GUIDELINES

# 5.

Um die aus der Recherche resultierenden Guidelines zu verifizieren, sollen diese bei der Neugestaltung von drei elektronischen Konsumgütern angewendet werden.

Die ausgewählten Produkte sind, eine Dockingstation für den Arbeitsplatz, eine Zeitschaltuhr und ein bestückbares Festplattencase. Jedes dieser Produkte repräsentiert eine der drei Hauptpunkte der Recherche und soll die unter diesem Punkt ermittelten Werte bzw. Methoden verdeutlichen. Trotz des verstärkten Fokus auf das eine Feld soll dabei die anderen Felder nicht vernachlässigt werden, die unterschiedliche Gewichtung ermöglicht es lediglich, die vielseitigen Aspekte und Möglichkeiten wie ressourceneffizient gestaltet werden kann, nachvollziehbar aufzuzeigen.

# 5.1 KOOPERATION UND AUSRICHTUNG

Um unsere Guidelines in einem ersten Anwendungsbeispiel zu verifizieren, kooperierten wir in diesem Projekt mit Punkt., einem Schweizer Unternehmen das elektronische Konsumgüter mit hohem Qualitätsanspruch herstellt, die einen positiven Einfluss auf den Alltag der Nutzer nehmen sollen.

Dabei konzentriert sich das Unternehmen auf die Auswirkungen der zunehmenden Digitalisierung, den Auswirkungen, welche diese auf unser Leben haben und wie dies die menschliche Psyche belastet. Das Unternehmen bietet beispielsweise Mobiltelefone an, die wieder auf die grundlegenden Funktionen reduziert sind: Telefonieren und das Schreiben von SMS.

Durch diese Reduzierung stellt das Telefon eine deutlich kleinere Ablenkung im Alltag dar. Sei es bei der Arbeiten, um nicht vom ständig aufleuchtenden Bildschirm aus der Konzentration gerissen zu werden oder der Tunnelblick auf das Smartphone im Alltag durch den uneingeschränkten Zugang zu Social Media. Dabei ist das Mobiltelefon durch das, sich zurücknehmende Design und die hohe Wertigkeit ein Symbol für einen neuen Lifestyle des bewussten Verzichts. Zudem legt das Unternehmen bei allen Produkten Wert auf eine zeitlose Ästhetik und Funktionalität.

Der Austausch über die gewählten Produkte drehte sich daher stark um die Zukunftsrelevanz der Produkte, welche Entwicklungen erwartet werden und wie die Produkte am geeignetsten gestaltet werden können. Dieser Aspekt beinhaltete unter anderem Fragen darüber, wie mit technologischen Neuerungen umgegangen werden sollte, welche Materialien zukunftssicher sind und welche ästhetischen Wege dieser Wandel mit sich bringen muss.

Die starken Ideale des Unternehmens und die Überzeugung, dass das Verhalten der Konsumenten durch die richtigen Produkte beeinflusst werden kann, machte das Unternehmen zum idealen Partner für dieses Projekt. Mit den Expert\*innen aus den verschiedenen Bereichen konnten wir ausführliche Gespräche in allen Stadien des Projektes führen, um den Realitätsbezug zu jeder Zeit zu wahren.

**Punkt.**

# 5.2 AUSWAHL DER EXEMPLARISCHEN PRODUKTE

Die ausgewählten Produkte wurden demnach so gewählt, dass sie das Thema der Materialität, der Kommunikation sowie des Bewusstseins und der Verhaltensänderung repräsentieren. Das Thema der Notwendigkeit, Nützlichkeit sowie der Nutzungshäufigkeit aus dem Bereich des Bewusstseins spielte dabei von Beginn des Findungsprozesses eine wichtige Rolle.

Da die Auswahl von Produkten, die nicht nur den vorangegangenen Anforderungen, sondern vielen weiteren Faktoren und Limitierungen unterliegen, sollen die Auswahl und die Gründe, die für die Gestaltung dieser Produkte sprechen, im Folgenden erläutert werden.

## 5.2.1 DOCKINGSTATION / MATERIALIEN UND PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN

Durch die Pandemie wurden viele Menschen innerhalb kürzester Zeit dazu gezwungen ihren Arbeitsplatz aus dem Büro zu sich nach Hause zu verlagern. Aus dem, was für viele zu Beginn noch ungewohnt war, wurde willkommene Normalität. Mit dieser Veränderung im Arbeitsleben, welche sich durch nahezu alle Bereiche zieht, verändern sich auch die Geräte, mit denen wir arbeiten.

Der Desktop Computer wird durch einen Laptop ersetzt oder es wird von einem Laptop auf das Netzwerk zugegriffen mit dem der Computer vernetzt ist. Ergonomisches Arbeiten ist an Laptops trotz aller Praktikabilität nur be-

dingt möglich, weshalb bei langem Arbeiten der Laptop meist wieder mit einem Bildschirm, Maus und Tastatur verbunden wird. Um das Mitnehmen des Laptops dann zu vereinfachen, so dass nur noch ein Kabel gezogen werden muss, ist eine Dockingstation die perfekte Lösung um nicht nur das Einrichten und Verbinden des Laptops am Arbeitsplatz zu erleichtern, sondern auch um die Ordnung am Arbeitsplatz zu halten.

Zudem verfügen viele neue Laptops nur noch über einen USB-C Anschluss mit dem theoretisch alle zusätzlichen Geräte verbunden werden können. In der Realität besitzen wir jedoch noch immer viele Produkte mit einem „alten“ USB-A Anschluss oder müssen ab und an auf eine SD Karte zugreifen, den Bildschirm mit einem HDMI Kabel verbinden oder ein LAN- Kabel für schnelleren Internetzugang verwenden. Es ist daher sinnvoll, dass wir eine Dockingstation am Arbeitsplatz haben, die all diese Möglichkeiten bietet.

Die hohe Relevanz dieses Produktes im Alltag sollte sich daher auch in der Gestaltung dessen widerspiegeln. Als Produkt, das die materiellen Aspekte der Designguidelines repräsentieren soll, steht die Wahl der Materialien, die Gestaltung der Form für eine bessere Reparierbarkeit, Upgradebarkeit sowie die Recycelbarkeit am Ende der Lebensdauer im Mittelpunkt. Zudem sollen nachhaltige Alternativen zu fossilen Rohstoffen aufgezeigt werden und durch das Austauschen/durch einen anderen Anschluss ersetzen, die Lebensdauer verlängert werden.

## 5.2.2 FESTPLATTENCASE / KOMMUNIKATION UND MARKTPOSITIONIERUNG

Datensicherung, Datentransport und Datenübertragung sind fester Bestandteil unseres immer digitaler werdenden Lebens. Clouds ermöglichen uns, auf Daten von überall auf der Welt zuzugreifen, weniger Platz auf unseren Geräten für die Sicherung dieser verschwenden zu müssen, sie schnell mit Menschen zu teilen und mit anderen gleichzeitig an Projekten zu arbeiten. Nur einige Argumente, die für Clouds statt den „alten“ Festplatten sprechen. Doch Clouds sind gleichzeitig mit hohem Energieaufwand verbunden, der Datentransport bedarf einen hohem Energieaufwand, wie auch die Kühlung der dafür notwendigen Hardware.

Die Kühlung dieser wirkt sich, wie das Betreiben der Rechner mit denen Crypto Mining betrieben wird, negativ auf unser Klima aus (Süddeutsche Zeitung, 2019). Sieht man von den ökologischen Aspekten ab, ist auch die Sicherheit der eigenen Daten ein Thema, das viele Menschen beschäftigt:

Wo liegen unsere Daten? Was passiert, wenn es dort zu einem Zwischenfall kommt und wir nicht mehr auf unsere Daten zugreifen können? Und ohne den Teufel an die Wand zu malen, wer kann auf unsere Daten zugreifen? Eine externe Festplatte trennen wir vom Computer oder Tablet und machen sie damit unerreichbar.

Im Auswahlverfahren spielten die vorangegangenen Argumente nur eine untergeordnete Rolle, der auf dieses Projekt bezogene wichtigste Punkt ist der Erhalt funktionierender, komplexer, technischer Produkte und alle Nebeneffekte, die dieses Erhalten mit sich bringt. Denn sowohl die Herstellung als auch das Recycling der Festplatten ist mit hohem Ressourcenaufwand und Energieverbrauch verbunden. Weshalb das Erhalten von Festplatten per se nachhaltiger ist als die Entsorgung. Ein weitere Aspekt ist, dass der Konsument Teil des Recyclingprozesses werden kann und gleichzeitig ein Verständnis für die Komplexität von elektronischen Produkten durch das Ausbauen der Festplatte aus einem Laptop oder PC, geschaffen wird.

Die Entscheidung fiel auf eine mobile, möglichst robustes Festplattencase, da wie bereits angesprochen Datensicherung eine alltägliches

Thema ist, wird diese somit häufig mit sich geführt.

Durch die Verwendung von recycelten Materialien, die in dieser Form ansonsten selten oder gar nicht verwendet werden, kann das Produkt zu einem starken Kommunikator werden. Die bereits sehr starke Symbolkraft der Materialität kann zudem durch visuelle Anzeichen, die auf eine Zerlegbarkeit der Festplatte (nur des Cases) hinweisen, verstärkt werden.

## 5.2.3 ZEITSCHALTUHR / VERHALTEN UND BEWUSSTSEINSBILDUNG

Viele Produkte, die wir besitzen und doch nur selten nutzen, sind permanent an den Strom angeschlossen. Im Standby-Modus benötigen diese Produkte jedoch noch immer viel Energie. Zwar dürfen elektronische Haushaltsgeräte nach einer EU-Verordnung seit 2014 im Standby-Modus nur noch ein Watt aus dem Stromnetz ziehen, trotzdem verbrauchen alle sich in einem Haushalt befindlichen Geräte zusammen bis zu 360 Kilowattstunden (kWh) jährlich (NDR, 2022). Die Verwendung von Zeitschaltuhren macht somit aus Kostengründen bereits Sinn. In diesem Projekt soll der Fokus allerdings auf der bewusstseinsverändernden Ebene liegen.

Eine Zeitschaltuhr stellt den Strom an, mit dem Produkt, das hier gestaltet werden soll, soll der Strom bewusst weggenommen, ausgeschaltet, abgedreht werden. Bewusst bedeutet, die Nutzer\*innen soll sich mit Geräten, die er nutzt verstärkt auseinandersetzen: Wie er diese nutzt, ob der Konsum die Verwendung nützlich oder schädlich ist, ob eine Limitierung das eigene Leben zum Positiven hin verändern würde? Die Anwendung kann dabei nicht nur auf Geräte bezogen werden, die dauerhafte Stromzufuhr benötigen. Smartphone Akkus, die in den meisten Fällen falsch geladen werden, hängen oft zu lange an der Steckdose statt, wie es sein sollte, bei voller Ladung vom Strom genommen zu werden, was der Lebensdauer des Akkus schadet. Dies ist jedoch nur eine von vielen Anwendungen bei der die Uhr eingesetzt und das Verhalten der Nutzer\*innen beeinflussen kann.

# 5.3 DOCKINGSTATION

Die drei Produkte wurden mit der Absicht geschaffen, ein Beispiel für die Anwendung des entwickelten Designleitfadens zu liefern. Die Docking-Station nutzt zwar eine breite Palette der Leitlinien, konzentriert sich aber auf die Kategorie "Materialien und physikalische Eigenschaften" des Design-Leitfadens. Die physische Beschaffenheit der Dockingstation stellt somit den wichtigsten Aspekt unseres Entwurfs dar.

Ziel war es, ein realisierbares und ästhetisches Produkt mit allen Einschränkungen zu präsentieren, die eine konsequente Anwendung des Designguides mit sich bringt. Diese Einschränkungen ergeben sich aus der Wahl der Materialien, den Materialeigenschaften, der Beschaffenheit der Komponenten und der Anordnung und Verbindung der Komponenten im Endprodukt. Das Design eines funktionalen, ansprechenden und realisierbaren Produkts, das sich am Designleitfaden orientiert, liefert ein Beispiel dafür, wie Unterhaltungselektronik produziert, zusammengebaut, benutzt, gewartet, wiederverwendet und entsorgt werden könnte, mit einem besseren Einfluss auf die gegenwärtige und zukünftige Ressourcenknappheit.

## 5.3.1 PROZESS

Der erste Schritt bei der Entwicklung der Docking-Station bestand in der Analyse problematischer Elemente bei aktuellen Modellen. Dies geschah sowohl durch theoretische Untersuchungen als auch durch die Demontage aktueller Modelle. Die wichtigsten Mängel, die dabei festgestellt wurden, betrafen die Auswahl und die Qualität der Materialien, den Montage- und Demontageprozess, die Art der Komponenten und die Struktur.

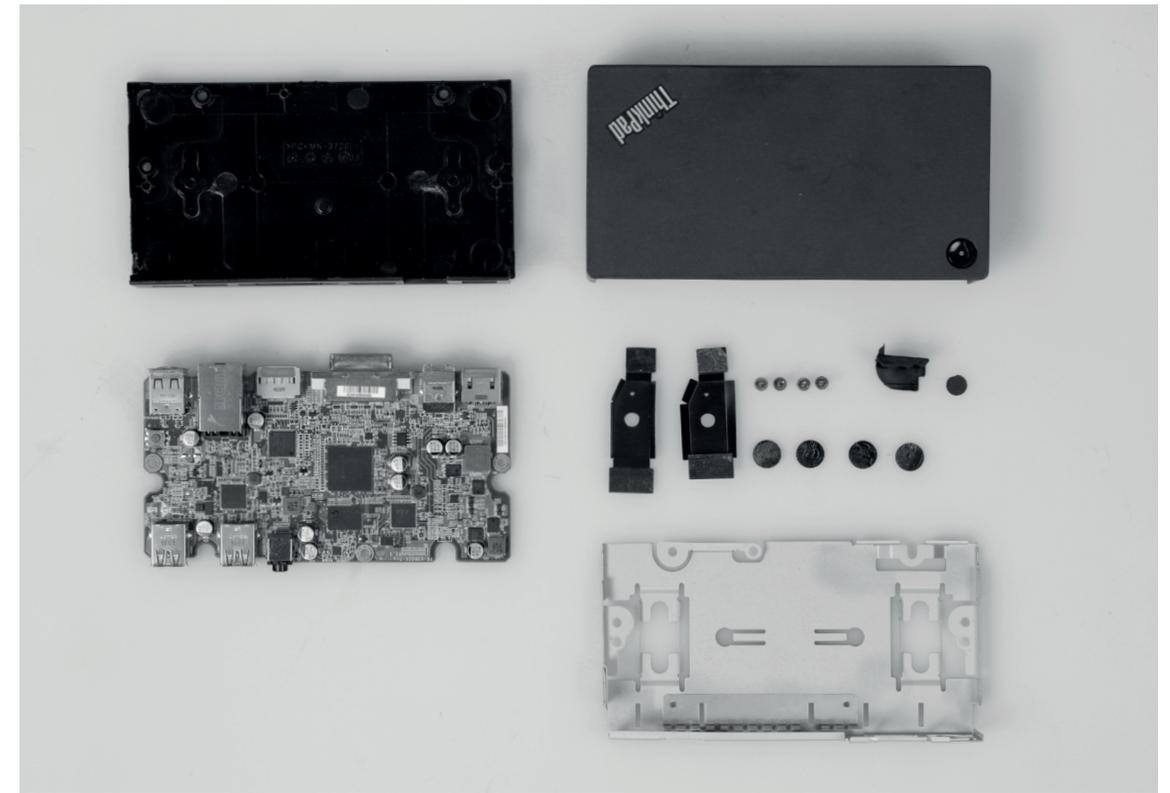


Abb.60 'demontierte' Lenovo Dockingstation

Um eine geeignete Materialauswahl für die Dockingstation zu treffen, wurden die verschiedenen Funktionen, die die Materialien in diesem Produkt erfüllen, analysiert. Die elektrischen Komponenten in einer Dockingstation beschränken sich auf eine Platine (PCB) mit den gewünschten Docks und einem Anschlusskabel. Diese Komponenten enthalten die kritischsten Materialien und sollten daher im Falle einer Reparatur, eines Austauschs oder eines Recyclings zugänglich sein.

Ansonsten sollte die Dockingstation einen sicheren Stand bieten und sowohl die Dockingstation als auch den Laptop vor dem Verrutschen bewahren. Darüber hinaus sollte die Platine vor Beschädigungen (z. B. Stößen) geschützt und umschlossen sein, um zu verhindern, dass die Benutzer sie berühren, was eine Gefahr durch mögliche Stromschläge darstellen würde. Außerdem sollte die Platine an einem geeigneten Ort sicher aufbewahrt werden. Auf der Grundlage dieser Faktoren wurde beschlossen, ›



Abb.61 ABS Recycling

dass zwei Hauptmaterialien benötigt werden. Ein hartes und präzises Material, das eine solide Struktur, Befestigungspunkte für die Platine und Docks für die verschiedenen Anschlüsse bietet, und ein elastisches Material, das rutschfest ist und Stoßfestigkeit bietet.

Nach einer Analyse möglicher Materialien, die diesen Zweck erfüllen könnten, kam man zu dem Schluss, dass das Monomaterial Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS) das geeignete Material ist. Der wichtigste Faktor neben der technischen Eignung war die hohe Recyclingrate von ABS.

ABS ist, wie bereits erwähnt, in einer großen Menge von Unterhaltungselektronik enthalten und kann daher sehr effizient recycelt werden (andere potenzielle Materialien wie Polycarbonat werden in geringeren Mengen verwendet und bieten daher geringere Recyclingraten).

Aufgrund der Richtlinie 4.1.4 "Design für die Verwendung von recycelten Materialien" und der guten Verfügbarkeit von recyceltem ABS (rABS) sollten die Komponenten, die dieses Material verwenden, aus rABS bestehen. Da die Eigenschaften von rABS im Vergleich zu Neu-ABS leicht variieren (z. B. ist rABS im Vergleich zu Neu-ABS etwas spröder), muss die Struktur dieser Bauteile an diese Eigenschaften angepasst werden.



Abb.62 Kuwait Reifen Friedhof

Die erste Entscheidung für das zweite Material war Kork. Da Kork eine wesentlich nachhaltigere Alternative zu Neugummi ist, Stoßschutz bietet und über gute Anti-Rutsch-Eigenschaften verfügt, wurde bei den ersten Überlegungen zum Design beschlossen, ihn als Basis für ein ABS-Gehäuse zu verwenden. Da Docking-Stationen oft bewegt werden (z. B. zur Arbeit und zurück), erwiesen sich die Korkteile als problematisch: Sie waren spröde und anfällig für Beschädigungen. Darüber hinaus stellt Kork einen starken ästhetischen Faktor dar. Da er vor allem als warm empfunden und er mit Haushaltsgeräten in Verbindung gebracht wird, erwies er sich im Kontext der "Arbeitsplatz-Elektronik" als verwirrend. Aufgrund dieser Mängel wurde ein anderes Material gesucht, um die genannten Funktionen zu erfüllen.

Das neue Material, das ursprünglich nur für das Festplattengehäuse verwendet werden sollte, war recyceltes Gummi aus entsorgten Autoreifen. Dieses Granulat ist weithin verfügbar, da es nicht möglich ist, daraus neue Autoreifen herzustellen. Der häufigste Einsatzbereich für dieses geschmolzene und geformte Gummigranulat ist die Verwendung in Turnhallenböden und Sportmatten sowie im Straßenbau.

Die derzeit gängigste Methode zur Herstellung von Teilen aus diesem Kautschuk ist die Zugabe von Polyurethan-Bindemitteln, jedoch bietet ein Direktformverfahren die Möglichkeit, diese Gummigranulate ohne Bindemittel oder andere Zusätze zu formen (Quadrini et al., 2018).

Für eine 20-mm-Platte mit Polyurethan-Bindemitteln in einem Verhältnis von 8 % des Kautschukgewichts muss die Form auf 80 °C bei einem Druck von einem Bar und einer Formzeit von 6 Minuten erhitzt werden. Direktformverfahren für dieselbe Fliese erfordern eine Hitze von 200 °C und einen Druck von 30 bar für 10 Minuten (Quadrini et al., 2018).

Aufgrund der hohen Kosten von PU im Vergleich zu Gummigranulat berechneten Quadrini et al. (2018) die Kosten für die Herstellung einer 1 m<sup>2</sup> großen Fliese unter Verwendung des PU- Bindemittels auf 5,10 €, während die Herstellung einer 1 m<sup>2</sup> großen Fliese ohne jegliche Zusätze 2,52 € kostet. Obwohl die Kostenermittlungen von Quadrini et al. (2018) eine Preisreduzierung von etwa 50 % beim Direktformverfahren im Vergleich zum konventionellen Verfahren zeigen, erschweren die hohen Zykluszeiten und der Mangel an hochentwickelten Pressen diese Verwendung dieses Verfahrens. ›

Nichtsdestotrotz wurde entschieden, dass diese Art von Kautschuk alle gewünschten Eigenschaften bietet und eine hohe potenzielle Auswirkung auf die Recyclingraten hat, wobei diese Herausforderungen zugunsten der Verwendung eines hochwertigeren Monomaterials akzeptiert wurden.

Außerdem bleibt die Auswahl, der für Platinen und Kabel verwendeten Materialien aufgrund der hohen Anforderungen an die Funktionalität und des Mangels an Ersatzstoffen der Industriestandard.

Um eine einfache Montage und Demontage sowie eine hohe Stabilität zu gewährleisten, erwiesen sich zwei Edelstahlschrauben als unerlässlich.

Die Struktur der Dockingstation folgte einer Vielzahl von Faktoren. Aufgrund der Entscheidung, die Docking-Station zusätzlich als Laptop-Ständer zu verwenden, um die Benutzerfreundlichkeit zu verbessern, und aufgrund der Notwendigkeit, die Docking-Station dennoch kompakt zu halten, da sie von den Benutzern herumgetragen wird, wurden Prototypen verwendet, um die optimale Größe und den Winkel der Seiten zu entwickeln.

In den ersten Iterationen führte die Verwendung von Kork dazu, dass die Dockingstation aus zwei Hauptteilen bestand. Einer Korkunterlage, die am Schreibtisch verbleiben sollte, einen festen Stand und einen definierten Platz für die Elektronik bot und einem ABS-Gehäuse, das die Elektronik enthielt.

Aufgrund der Reibung von Kork, die nicht groß genug ist um den Laptop zu sichern, indem er einen Keil zum Aufstellen des Laptops bietet, war ein Korkuntersetzer groß genug, um den gesamten Laptop zu tragen. Sowohl das Volumen als auch die Eigenschaften von Kork erwiesen sich im Laufe der weiteren Entwicklung als ungeeignet, so dass, wie oben erwähnt, recyceltes Gummi an dessen Stelle trat. Dies bot die Möglichkeit, das Tablett zu verkleinern, um sowohl

Volumen zu sparen als auch den Materialeinsatz zu optimieren.

Die Leitlinie 4.1.6 "Optimierung der Materialqualität" schrieb die Verwendung von Monomaterialien vor, was zu der Entscheidung führte, so viele Komponenten wie möglich aus nur einem Material herzustellen. Daher kamen kleine Gummifüße oder Aufkleber, wie sie in vielen gängigen Unterhaltungselektronikprodukten zu finden sind, nicht in Frage. Stattdessen wurde beschlossen, das gesamte untere Gehäuse nur aus Gummi zu fertigen.

152

ANWENDUNG

Sowohl die Entscheidung, recyceltes ABS zu verwenden, als auch die Entscheidung, eine ganze Gehäusehälfte nur aus Gummi zu fertigen, führte dazu, dass die Form dieser Komponenten an die genannten Materialien angepasst werden mussten. Die Teile aus rABS haben daher hohe Wandstärken, wobei die Außenwände etwa 2,5 mm dick sind. Diese hohen Wandstärken sind auch bei den inneren Bauteilen, wie z. B. den Sicherungstiften für die Platine, vorhanden.

Da das Gummigranulat nicht für hochpräzise Formen geeignet ist, werden bei den Gummiteilen hohe Wandstärken und größere Radien verwendet. Dieser Kontrast diente als stilistisches Element im weiteren Designprozess. Ein weiterer Grund für die überdurchschnittlichen Wandstärken war der Plan, ein robustes und scheinbar unzerbrechliches Produkt zu entwerfen.

Alle Komponenten werden durch zwei Schrauben zusammengehalten. Dies ermöglicht den Verzicht auf Klebeverbindungen, wodurch sowohl das Material rein bleibt als auch eine Demontage möglich ist.



Abb.63 Pressform für Altreifengranulat

153

DOCKINGSTATION

Da es keine Multimaterialien und Klebeverbindungen gibt, ist es wichtig, die Montage des Produkts so einfach wie möglich zu gestalten, um die Produktionskosten niedrig zu halten und ein praktikables Produkt zu schaffen.

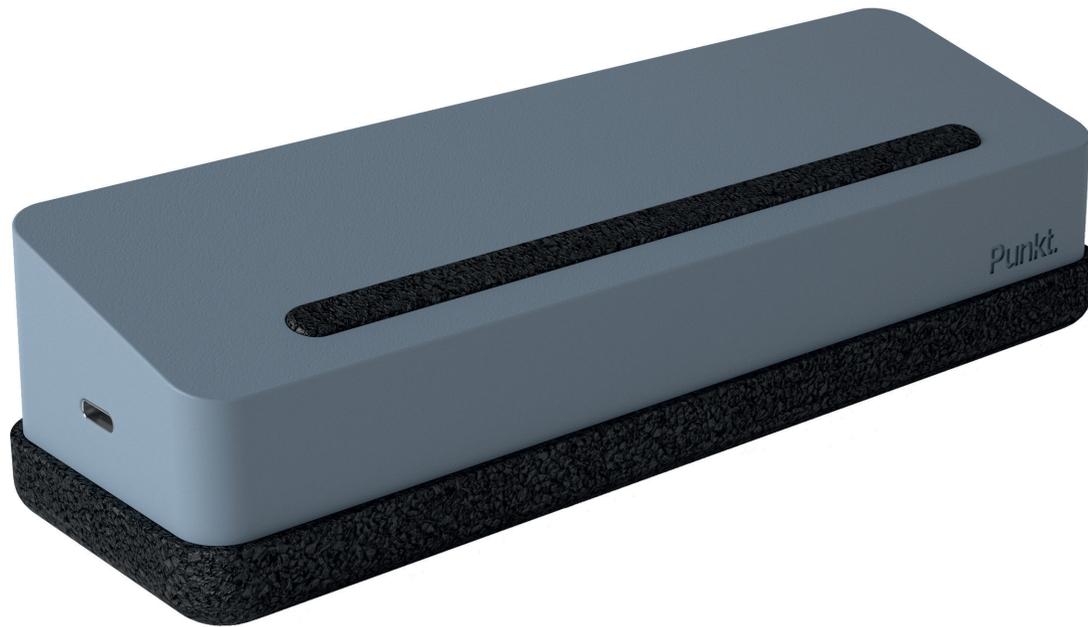
Eine einfache Demontage wird sowohl in der Leitlinie 4.1.1 "Design für Langlebigkeit" als auch in der Leitlinie 4.1.2 "Design für die Demontage" gefordert. Eine einfache Demontage ermöglicht bessere Recyclingmöglichkeiten, Reparatur und Austausch. Bei der Demontage bestehender Docking-Stationen und anderer vergleichbarer Produkte wurde festgestellt, dass die Demontage oft schwierig oder gar nicht möglich ist, ohne die Produkte zu zerstören. Gründe dafür waren die Verwendung von Schrauben, die sich nur in eine Richtung drehen lassen, Klebeverbindungen, eine hohe Anzahl kleiner Schrauben und die Tatsache, dass die Schrauben hinter Gummifüßen oder zwischen komplizierten elektrischen Komponenten versteckt sind.

Für die Dockingstation zeigte sich, dass eine geringe Anzahl gut sichtbarer Schrauben und keine Klebeverbindungen wichtig waren.

Der Benutzer oder Reparateur sollte die Verbindungen leicht erkennen und sie ohne seltene, spezielle oder komplizierte Werkzeuge öffnen können. Im Laufe des Entwurfsprozesses führte dies dazu, dass nur zwei M4-Schrauben und Formverschlüsse alle Teile zusammenhielten. Außerdem erwies sich die hohe Reibung des Gummis als hilfreich, um die Formverschlüsse stark genug zu machen, um ein robustes Produkt zu schaffen.

## 5.3.2 BAUTEILE UND FUNKTION

Mit der Gestaltung der Dockingstation wurde hinsichtlich der Bauteile sowie der Konstruktion, welche Materialien wie eingesetzt wurden, der Grundstein für die weiteren Produkte gelegt.



*Abb.64 Dockingstation Front*



*Abb.65 Dockingstation Rückseite*

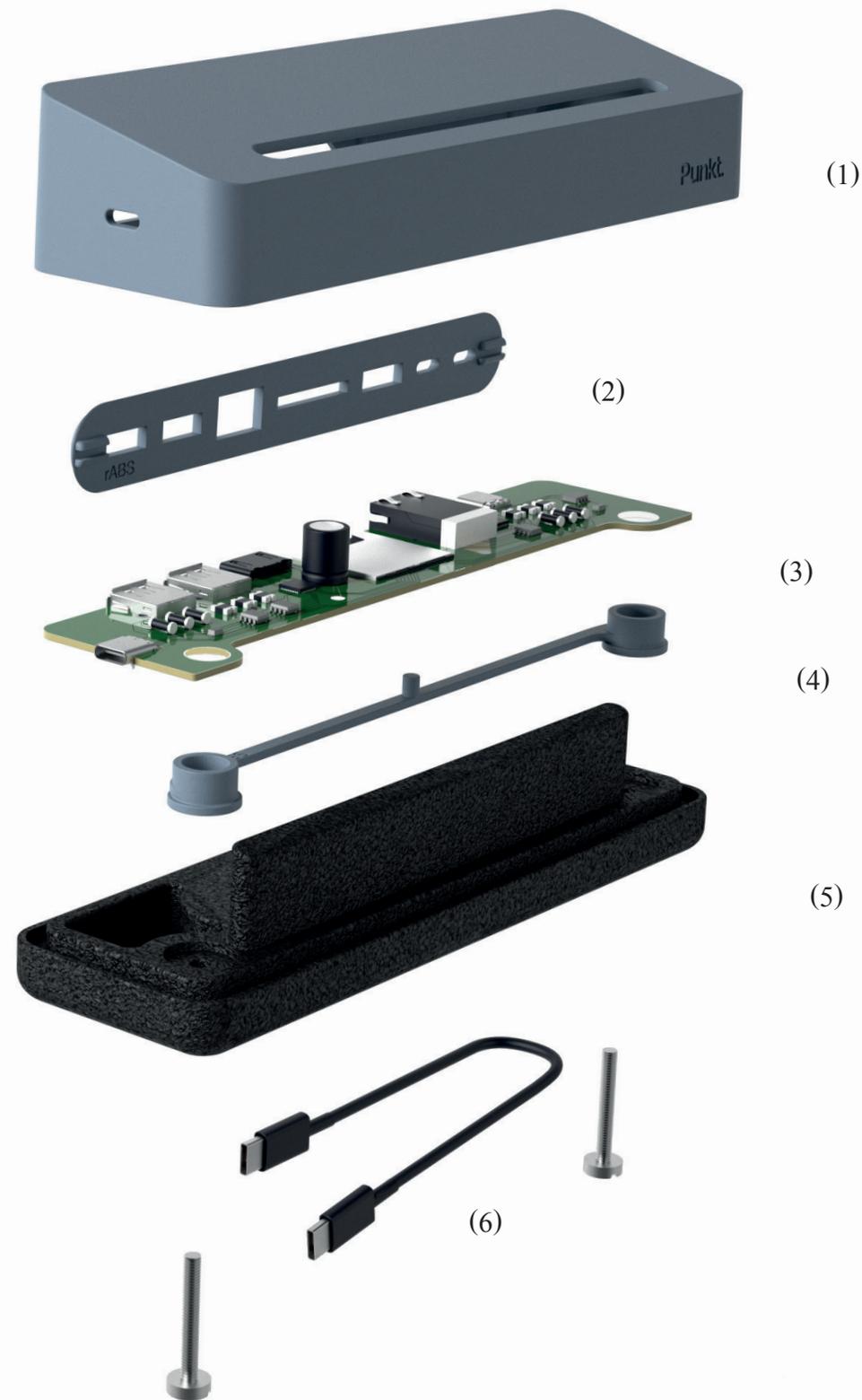
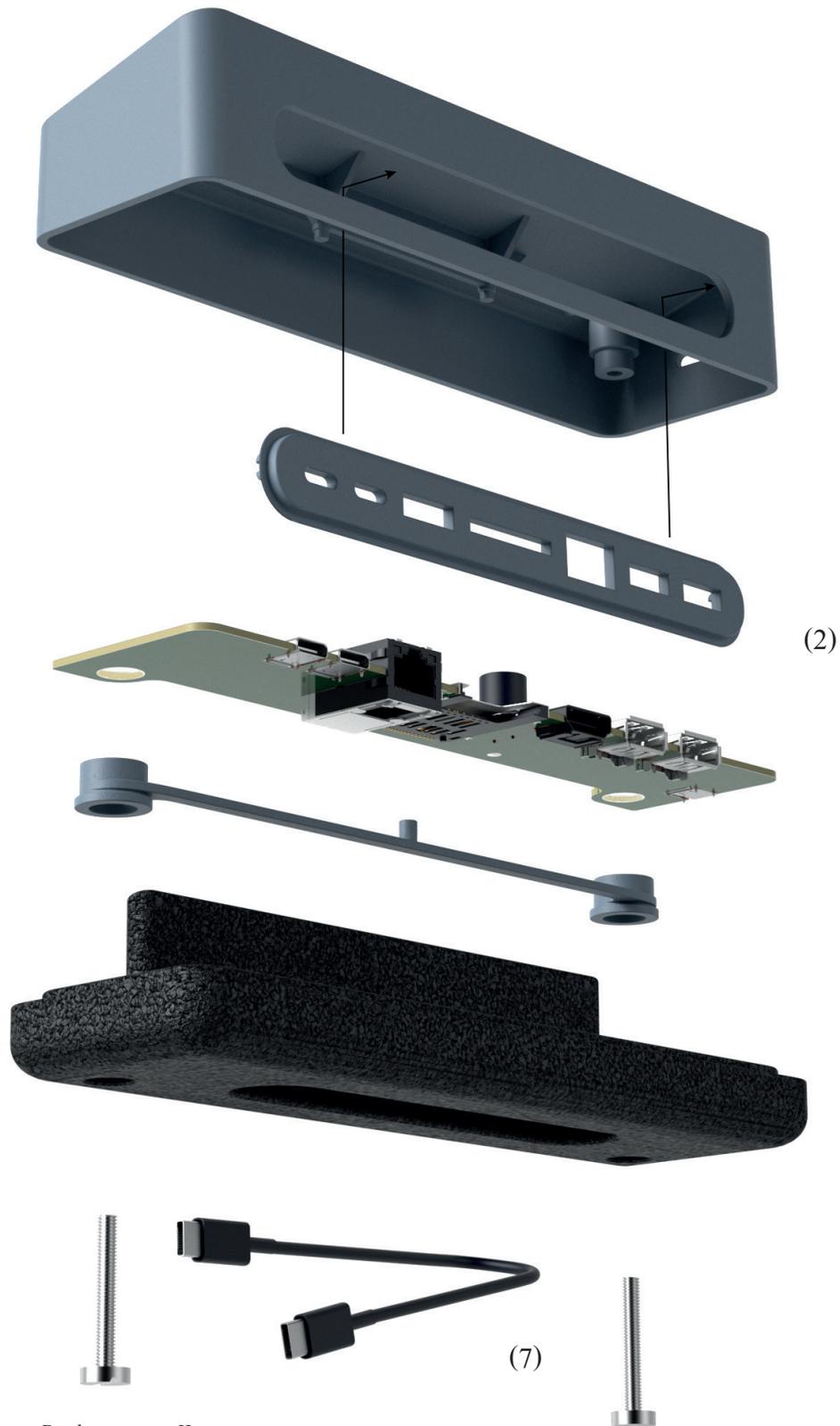


Abb.66 Explosion Dockingstation I

- Oberschale (1) Gefertigt aus dickwandigem, recyceltem ABS schützt die elektronischen Komponenten und dient als Montageplattform die weiteren Bauteile.
- Steckerplatte (2) In sie werden die Anschlüsse der Platine gesteckt und diese dadurch in der Position gesichert.
- Platine (3) Anzahl und Art der Anschlüsse wurde bewusst gewählt, um eine möglichst lange Aktualität zu gewährleisten.
- Spanner (4) dieser sorgt dafür, dass die Platine fest in der Dockingstation sitzt, ohne zusätzliche Schrauben zu benötigen.
- Gummischale (5) Verschließt die Dockingstation der Steg, der die Festplatte durchdringt, sorgt dabei auf der Abstellfläche dafür, dass der Laptop nicht rutscht.
- Schrauben (6) Durch das Anziehen der zwei Schrauben werden alle Bauteile zwischen Oberschale und Gummischale geklebt.



Dock-Platte (2) Austauschbar, um mit dem Wandel der Technologien gehen zu können. So muss zum einen ändern sich die Anschlüsse nicht die ganze Form verändert werden, zum anderen ermöglicht es die nachträgliche Aufrüstbarkeit.

Kabel (7) Dieses kann während des Transports in der Aussparung auf der Unterseite aufbewahrt werden.

Abb.67 Explosion Dockingstation II

## 5.3.2 RESULTAT

Das Ergebnis erfüllt die Designanforderungen der Kategorie "Materialien und physikalische Eigenschaften" und ist gleichzeitig ein realisierbares Produkt, das von der Identität unseres Kooperationspartners Punkt. geprägt ist.

Auf den folgenden Seiten ist aufgeführt, wie sich die Designrichtlinien in Produkteigenschaften umsetzen lassen. Zum besseren Verständnis sind auf den vorangegangenen Seiten Explosionsdarstellungen abgedruckt.

Design für Langlebigkeit (4.1.1) Während sich die Arbeitsumgebung und die damit verbundene Unterhaltungselektronik ständig verändern, dient die Dockingstation als bloßes Bindeglied zwischen all den verschiedenen Ein- und Ausgabegeräten. Da die Induktion in absehbarer Zeit nicht schneller werden wird als die Kabelübertragung, werden Docking-Stationen auch weiterhin eine beständige und wichtige Rolle spielen, während sich alle angeschlossenen Produkte und Kabel verändern. Das Produkt selbst kann daher für eine längere Produktlebensdauer als die durchschnittliche Unterhaltungselektronik ausgelegt werden. Was sich im Laufe der Zeit ändern könnte, sind die Anschlüsse. Während derzeit eine große Vielfalt an verschiedenen Anschlüssen benötigt wird, z.B. USB-A, USB-C, HDMI und Ethernet, könnten zukünftige Entwicklungen zu anderen Anschlussanforderungen führen. Dies führte zur Einführung eines separaten Teils, das die Docks enthält und vom oberen Gehäuse abgetrennt ist. Dieses neue Teil ermöglicht eine Aufrüstbarkeit der Anschlüsse für den Nutzer und den Hersteller. Im montierten Zustand wird die Dock-Platte durch einen Formschluss gehalten, im demontierten Zustand kann die Platte leicht entfernt werden. Im Falle eines Upgrades, einer Reparatur oder eines Recyclings kann die Platine auch durch Öffnen der beiden Schrauben entfernt werden. Eine neue Platine kann einfach in das Gehäuse eingesetzt werden und bietet somit Flexibilität, wo sie benötigt wird.



Abb.68 Punkt. MP02

Bei einer so langen Lebensdauer muss die Ästhetik des Produktes trendunabhängig und so zeitlos wie möglich sein. Aus diesem Grund wurden ruhige und puristische Formen gewählt, um eine Dockingstation mit einer unaufdringlichen und klaren Präsenz zu schaffen. Die stärksten ästhetischen Faktoren sind die Ästhetik der Materialien und die durch die Materialien vorgegebene Formensprache. Um Reibung an der Unterseite - zwischen Dockingstation und Boden - und an der Oberseite - zwischen Dockingstation und Laptop - zu erzeugen, durchdringt das untere Gehäuse aus Gummi das obere Gehäuse aus rABS. Die Kontraste zwischen Präzision und Rauheit, Glätte und Unebenheit, Schärfe und Rundheit sowie die miteinander verbundenen Teile bilden das ästhetische Narrativ. Dieses Narrativ ist eng mit dem konkreten Produkt und den Materialien selbst verbunden und losgelöst von aktuellen Produktrends. Durch das Weglassen aller unnötigen Merkmale, die sich im Laufe der Zeit verändern, und die Konzentration auf die Kernfunktion einer Dockingstation kann die Relevanz im Laufe der Zeit stabil bleiben, während vergleichbare Produkte "alt" werden und aus der Mode kommen.

Plan für die Demontage (4.1.2) Die einfache Montage, Demontage und der Wiederausbau des Endprodukts wird durch die Verwendung von zwei M4 Münzschlitzschrauben gewährleistet, die alle Komponenten zusammenhalten. Die Schraubenköpfe haben einen Durchmesser von 10 mm und sind von der Unterseite her zugänglich. Da die Demontage im Gegensatz zum Festplattengehäuse kein Bestandteil des direkten Gebrauchs ist, wurde die Position auf der Unterseite gewählt, um die Schrauben im normalen Gebrauch zu verbergen. Dennoch sind sie bei Bedarf sichtbar und leicht zu erreichen. Um einen Reparaturvorgang zu erleichtern, wurde die Verwendung von Schlitzköpfen gewählt. Dies bietet die Möglichkeit für jedermann, die Schrauben einfach mit einer Münze oder münzförmigen Gegenständen zu öffnen. Wenn die Schrauben entfernt sind, kann das aus Gummi gefertigte untere Gehäuse herausgehoben und entfernt werden. ›

Ein Spanner hält die Platine in Position. Diese wird im zusammengebauten Produkt mit den Schrauben festgezogen. Nach dem Entfernen der Schrauben und des Gummis kann dieses Teil herausgezogen werden, so dass die Platine entnommen werden kann. Anschließend lässt sich die Dock-Platte einfach aus dem rABS-gefertigten Obergehäuse herauschieben. Auf diese Weise können alle Bauteile demontiert werden. Die Montage und der Zusammenbau funktionieren in umgekehrter Weise. Alle diese Vorgänge können ohne Beschädigung der Teile durchgeführt werden.

Auswahl der Materialien (4.1.3) Die für die elektronischen Bauteile benötigten Materialien wurden stark von den erforderlichen Funktionen und dem Mangel an Alternativen diktiert. Solche "erzwungenen" Materialwahlen gibt es bei der Entwicklung fast aller Unterhaltungselektronik. Alle anderen Komponenten boten eine Auswahl an Materialien. Das endgültige Design besteht aus drei weiteren Materialien. Recyceltes Gummi, rABS und rostfreier Stahl. Wie bereits erwähnt, fiel die Wahl auf recyceltes Gummi aufgrund einer Vielzahl von Faktoren, von den physikalischen Eigenschaften des Produkts bis hin zu seinen Umweltauswirkungen. Aufgrund seiner groben Struktur und seines rauen Aussehens wird recyceltes Gummi derzeit nur selten in Produkten verwendet, ist aber nicht nur billig, sondern auch in großen Mengen verfügbar. Da das Gummi bei der Herstellung von Reifen vulkanisiert wird, um unterschiedliche Festigkeiten für verschiedene Verwendungszwecke zu erreichen, enthält das recycelte Granulat eine Mischung aus verschiedenen Festigkeiten, so dass es sich nicht für die Herstellung neuer Reifen eignet. Das Granulat selbst ist zu 100 % recycelbar und stellt somit eine wesentlich nachhaltigere Alternative zu neuem Gummi dar (Naturkautschuk gehört zu den

kritischen Rohstoffen, die in der Problemanalyse diskutiert wurden). Reifengummi kann Temperaturen von bis zu 145°C standhalten (Reporteur, 2021).



Abb.69 Modellbau der Gummischalen

Das zweite Hauptmaterial, das in der Dockingstation verwendet wird, ist recyceltes Acrylnitril-Butadien-Styrol (rABS). ABS ist zu 100 % recycelbar und zeichnet sich durch eine bemerkenswerte Festigkeit, Zähigkeit und Haltbarkeit aus, wobei es dennoch glatte Oberflächen ermöglicht. ABS kann Temperaturen von bis zu 100 °C standhalten (Bouriaud, 2022). Die Hitze, die bei bestimmten Elementen der Platine während des Gebrauchs entsteht, wurde während des Entwurfsprozesses als problematisch angesehen. Aus diesem Grund haben alle sich stark erwärmenden Teile einen Abstand zu anderen gefährdeten Komponenten. Dieser Puffer sollte ausreichen, um die Wärme so weit abzuführen, dass keine Gefahr für das Produkt entsteht. Sollte sich im Laufe der weiteren Entwicklung herausstellen, dass die Hitze ein Problem darstellt, reicht der Platz um die Platine herum aus, um einen Kühlkörper wie ein Aluminiumgehäuse zu installieren, der die Platine abkühlt und die Hitze einwirkung auf >

die rABS- und Gummikomponenten verringert. Das dritte Material ist rostfreier Stahl, der für die beiden Schrauben verwendet wird. Dieses Material wurde ausgewählt, da es Industriestandard ist und genau die Eigenschaften aufweist, die die Schrauben benötigen. Die Schrauben halten das gesamte Produkt zusammen. Mit Blick auf die De- und Remontageprozesse und ihre wichtige Rolle im Produkt müssen sie präzise und widerstandsfähig sein, daher wurden Schrauben aus Edelstahl gewählt.

Verwendung recycelter Materialien (4.1.4) Wie bereits erwähnt, wurde beschlossen, recyceltes Gummi-Granulat und recyceltes ABS zu verwenden, um diese Richtlinie in allen Produkten zu erfüllen. Das recycelte Gummi-Granulat ist mit einer Granulatgröße von 0,5 mm bis 2 mm verhältnismäßig grob, was dazu führt, dass die aus diesem Gummi hergestellten Teile hohe Wandstärken (> 5 mm) und geeignete Radien aufweisen.



Fig.70 Gummigranulat und gepresste Gummischale

Die Formgebung dieses Materials erfolgt durch ein Formpressverfahren. Daher wurden alle Formen so angepasst, dass sie durch Formpressen hergestellt werden können. Für die ABS-Bauteile war die Verwendung von

recyceltem ABS vorgesehen. Da es sich bei ABS um ein häufig verwendetes Material handelt, ist sein Recycling lukrativ und effizient, so dass es gute Recyclingraten bietet. Dieses Polymer ist in verschiedenen Verhältnissen von neuem ABS zu recyceltem ABS erhältlich. Um den höchstmöglichen Anteil an recyceltem ABS zu verwenden, wurden alle Teile, die aus diesem Material bestehen, für Außenwandstärken von 2,5 mm ausgelegt. Das Gummi-Granulat stammt aus Autoreifen, ist also schwarz. In diesem Fall wurde beschlossen, die Originalfarbe der Gummiteile beizubehalten, um eine engere Verbindung zu ihrem Ursprung herzustellen. Die rABS-Teile werden farblich dahingehend optimiert, dass sie später bei der Infrarot-Selektion im Recyclingstrom erkannt werden und die Auswahl der Farben, die für den Input an recyceltem ABS, in der Produktion für das verwendete ABS akzeptabel ist.

Optimierung des Materialeinsatzes (4.1.5) Da die Arbeitsumgebungen in der Post-Covid-Ära immer flexibler und mobiler werden, spielt die Funktion des Verbindens, Trennens und Wiederverbindens auf mehreren Ebenen eine große Rolle. Für die "Arbeitsplatzelektronik" wird diese Funktion von Docking-Stationen übernommen. Sie ermöglichen die Umwandlung eines mobilen Laptops in einen Schreibtisch-Arbeitsplatz, den Anschluss von Speichermedien und bieten schnelle Verbindungen, z.B. zum Internet mit Ethernet-Anschlüssen. Diese Funktion wird voraussichtlich auch in Zukunft ihre hohe Relevanz behalten und eine Notwendigkeit für eine optimale moderne Arbeitsumgebung darstellen.

Docking-Stationen erfüllen aktive physische Funktionen und müssen daher ein physisches Produkt sein. Da Punkt. ein kleines Unternehmen mit unterschiedlichen Produkten ist, ist die Implementierung von Sharing-Systemen anstelle von Produktbesitz oder Kreislaufsystemen derzeit unrealistisch. Außerdem werden die Docking-Stationen von vielen tagtäglich genutzt, so dass ein Sharing-System nicht sinnvoll ist. >

Sowohl die Verwendung von recycelten Materialien als auch die Anforderung, robust und scheinbar "unzerbrechlich" zu sein, führten dazu, dass im Verhältnis zur Teilegröße größere Mengen an Gummi und rABS verwendet werden mussten. Im Laufe der Zeit führt die erwartete lange Produktlebensdauer zu einem geringeren Produktverbrauch und damit zu einer geringeren Materialmenge. Daher sind höhere Materialmengen pro Bauteil akzeptabel.

Die Gesamtmenge an Bauteilen wird auf das absolut notwendige Minimum reduziert, um ein praktikables und funktionales Produkt zu schaffen, indem man auf unnötige Features verzichtet und sich nur auf die Kernfunktion konzentriert, die eine Dockingstation erfüllen muss. Das Weglassen von Unnötigem hat zusätzlich den Effekt, dass das Produkt auf die immer neuen "falschen" und sinnlosen Innovationen verzichtet, die oft nur Marketingzwecken dienen und keine wirkliche Verbesserung für den Gebrauch des Produktes bieten.

Optimierung der Materialqualität (4.1.6) Nach diesem Design-Leitfaden mit all seinen Design-Implikationen war es klar, die Verwendung von Monomaterialien zu maximieren, auf Zusatzstoffe, Beschichtungen und Lacke zu verzichten und so viele Komponenten wie möglich aus nur einem Material herzustellen. Abgesehen von den elektronischen Komponenten erfüllen alle Teile des endgültigen Designs diese Anforderungen. Dies führte zu einer Reihe von Herausforderungen und Einschränkungen.

Viele Kunststoffgehäuse in der Unterhaltungselektronik enthalten Zusatzstoffe wie Weichmacher und Brandschutzmittel. Die Funktionen, die sie erfüllen, müssen in der Dockingstation allein durch die Form der Komponenten kompensiert werden. Dies war ein weiterer Grund für die höheren Wandstärken und den Abstand zwischen der Platine und dem Gehäuse. Die ausschließliche Verwendung von Monomaterialien bedeutete, dass die Gummigranulate nicht auf die übliche Art und Weise mit Polyurethanbindemittel verarbeitet werden konnten, sondern, wie oben beschrieben, im Direktgussverfahren hergestellt werden mussten.

Die Vermeidung von Beschichtungen stellte keine Herausforderung dar, da die ursprüngliche Farbe und Oberfläche des Gummis beibehalten wurde und die hohe Oberflächenqualität, die mit ABS erreicht werden kann.

### 5.3.3 AUSBLICK

Da an der Entwicklung der Dockingstation keine Ingenieure beteiligt waren, sind weitere Entwicklungen und Tests erforderlich, um die Station in ein marktreifes Produkt zu verwandeln. Da alle Komponenten und die Struktur mit Experten besprochen wurden, kann das Produkt dennoch als machbar angesehen werden.

Die größte Gefahr bei der Konstruktion der Docking-Station ist die Wärmeentwicklung in der Platine, wenn eine große Anzahl von Ausgabeegeräten über einen längeren Zeitraum angeschlossen wird.

Obwohl Maßnahmen ergriffen wurden, um zu verhindern, dass die Wärmeentwicklung Teile bedroht, die die Nutzbarkeit und Sicherheit des Produkts gefährden, erlaubt das Design die Implementierung von Kühlkörpern wie Aluminiumteilen. Sollte die zukünftige Entwicklung zeigen, dass die Wärmeentwicklung problematisch ist, kann dies eine praktikable Lösung sein.

# 5.4 TIME SWITCH

Während die Zeitschaltuhr ein breites Spektrum der Leitlinien nutzt, konzentriert sie sich auf die Kategorie "Verhalten und Bewusstseinsbildung" des Designguidelines. Die durch dieses Produkt beeinflussten Verhaltensweisen der Nutzer\*innen sind das Hauptziel im Designprozess der Zeitschaltuhr. Wie bei allen drei Produkten wurden auch bei der Gestaltung andere Leitlinien aus den Bereichen "Materialien und physikalische Eigenschaften" und "Kommunikation und Marketing" berücksichtigt, die hier jedoch nicht weiter erläutert werden, da sie sonst redundant wären.

Wir haben die Verhaltensmuster in zwei Gruppen unterteilt. Die erste Gruppe sind die Verhaltensweisen, die direkt mit der aktiven Nutzung des Produkts verbunden sind, die zweite Gruppe sind Verhaltensweisen, die das Produkt beeinflusst, wenn es nicht direkt genutzt wird.

Ziel war es, ein Produkt zu entwickeln, das das Verhalten der Nutzer\*innen in Richtung eines rücksichtsvolleren, bewussteren und effizienteren Ressourcenverbrauchs verändert.

Aus diesem Ziel heraus entstand die Idee einer Zeitschaltuhr, die es dem Benutzer ermöglicht, die Kontrolle über seine Elektronik, seinen Energieverbrauch und seine Produktnutzung zu übernehmen.

## 5.4.1 PROZESS

Während der Entwicklung dieses Projekts wurde festgestellt, dass, obwohl der Megatrend der Ressourcenknappheit erhebliche Auswirkungen auf das tägliche Leben hat und eine große Bedrohung für die Entwicklung der Lebensbedingungen der Menschen und des Planeten darstellt, fast kein nennenswertes Bewusstsein für das Thema vorhanden war. Dies zeigt, dass ein logischer erster Schritt zur Umsetzung von Verhaltensänderungen die Schaffung von Bewusstsein ist. Nicht nur speziell für den Verbrauch kritischer Rohstoffe, sondern für den Ressourcenverbrauch der Menschheit im Allgemeinen.

Die Grundidee der ersten Iterationen war ein Wasserhahn. Ein Wasserhahn ist mit den Wasserleitungen verbunden, durch die das Wasser fließt. Er sperrt den Wasserfluss,



Abb.71 Entwurf: Wasserhahn

wenn kein Wasser benötigt wird, und öffnet ihn, wenn es gebraucht wird. Dieses allgegenwärtige Produkt ist im Alltag so etabliert, dass es als gute und passende Analogie für den Entwurf einer Zeitschaltuhr angesehen wurde, die eine ähnliche Aufgabe mit elektrischem Strom erfüllt.

In den ersten Versionen wurde die Zeitschaltuhr direkt an der Steckdose angebracht.

Da sich die meisten Steckdosen an der Wand befinden, unterstützte dies die Analogie eines Wasserhahns und veranschaulichte den Stromfluss durch die Kabel in der Wand, der über den Schalter in das Produkt gelangt, wo er verwendet wird. In einem bestimmten Zeitrahmen versorgt der Schalter die angeschlossenen Produkte mit Strom. Nach Ablauf dieses Zeitrahmens schaltet die Zeitschaltuhr den Strom ab und schaltet die angeschlossenen Geräte vollständig aus. Ein solcher Zeitrahmen könnte zum Beispiel die Zeit sein, in der die Lieblingssendung im Fernsehen läuft oder die Dauer, die die Waschmaschine für einen Waschgang benötigt.

Im Laufe der Entwicklung ging das Design von der eher visuellen Analogie eines Wasserhahns zu einer präsenteren physischen Interaktion mit dem Produkt über. Die "Übernahme der Kontrolle" war das daraus resultierende Narrativ für das Projekt. Die Schaffung des Gefühls, Macht über Produkte und Konsum auszuüben, war der Kernaspekt für die folgenden Iterationen. Anstelle einer filigranen Zeiteinstellung, bei der der Beginn und das Ende des gewünschten Stromverbrauchs eingestellt werden konnte, wurde ein einfacherer Timer-Mechanismus eingesetzt.

In Verbindung mit einem "buzzerähnlichen" Ein- und Ausschaltknopf zur unmittelbaren Kontrolle des Ein- und Ausschaltzustandes ermöglicht ein Timer, der durch Drehen des Knopfes eingestellt wird, die Einstellung einer gewünschten Dauer der Stromzufuhr.

Die geänderte Einstellung ermöglicht es dem Benutzer, den Strom jederzeit ein- und auszuschalten, der Timer bietet eine einfachere Möglichkeit zur Eingabe der gewünschten Nutzungsdauer. Außerdem zwingt der Timer die Nutzer dazu, sich jedes Mal, wenn sie das angeschlossene Produkt nutzen, Gedanken darüber zu machen, wie intensiv es genutzt wird und welche Produkte verwendet werden. ›



Abb.72 Interaktion mit Einstellrad an Prototyp

Dieser Anreiz für ein neues Verhalten schafft sowohl ein Bewusstsein dafür, wie viel die Nutzer das vernetzte Produkt und den Strom verbrauchen, als auch dafür, wie sie voraussichtlich Produkte und Ressourcen im Allgemeinen verbrauchen.

Ein weiterer Grund, sich im Laufe der Entwicklung gegen die Wasserhahn-Analogie zu entscheiden, war die Erkenntnis, dass zum einen eine Zeitschaltuhr, die direkt an der Steckdose hängt, instabil ist und zum anderen durch Möbel etc. oft nicht genügend Platz vorhanden ist.

Das Ergebnis war ein separates Zeitschaltmodul, das beispielsweise auf einem Tisch oder einem Küchentresen platziert und über ein Kabel mit der Steckdose verbunden wird.

Als zentrale Elemente der Zeitschaltuhr entpuppten sich die Steckdose für die Endgeräte und der gut sichtbare, versenkbare Druckknopf, an dem sich die gewünschte Zeit einstellen lässt. Klare Kommunikation und direkte Wirkung waren die Schlüsselfaktoren im Designprozess.

Die Zeitschaltuhr sollte nicht nur ihre Funktionsweise, sondern vor allem die Ideale und Werte vermitteln, die hinter dem Design stehen.

In Bezug auf ihre Funktionsweise ist der Prozess einfach. Zunächst wird die Zeitschaltuhr an das Stromnetz angeschlossen, indem sie in eine vorhandene Steckdose gesteckt wird. Das zu regelnde Produkt wird dann in die Steckdose am Hauptkörper der Schaltuhr eingesteckt. Ein Ein- und Ausschalter regelt, ob das angeschlossene Produkt mit Strom versorgt wird und eine Zeiteinstellung regelt die Dauer, für die das Produkt mit Strom versorgt wird. Darüber hinaus sollte klar kommuniziert werden, wann die Zeitschaltuhr aktiv ist und wie viel Zeit noch verbleibt.

Da das zentrale Ziel hinter der Gestaltung der Zeitschaltuhr die Schaffung eines Bewusstseins für den Ressourcenverbrauch und die Änderung damit verbundener Verhaltensweisen ist und weniger die direkte "Regulierung der Zeit, in der die Stromversorgung aktiviert ist"- Funktion vergleichbarer Produkte.

Diese Werte müssen also kommuniziert werden. Während in den ersten Iterationen die Zeitschaltuhr direkt an den Steckdosen angebracht war, wurde entschieden, dass der kommunikative Aspekt eine so wichtige Rolle bei der Bewusstseinsbildung und der Verhaltensänderung spielt, dass das Produkt einen prominenteren Platz benötigt.

Einer der Hauptgründe, warum die Zeitschaltuhr als geeignetes Produkt für die Kategorie "Verhalten und Bewusstsein" ausgewählt wurde, ist ihre direkte Auswirkung auf den Ressourcenverbrauch. Angesichts steigender Energiekosten und vieler ungenutzter Produkte, die im Standby-Modus oder durch unnötiges Einschalten Strom verbrauchen, löst die Zeitschaltuhr ein direktes ressourcenbezogenes Problem und bietet Anreize für ein rücksichtsvolleres Verhalten in Bezug auf den Ressourcenverbrauch. Dadurch werden die Nutzer dazu angeregt, ihren Verbrauch und ihre Nutzung und möglicherweise ihr gesamtes Verbrauchsverhalten zu hinterfragen.

## 5.4.2 BAUTEILE UND FUNKTION

Die Zeitschaltuhr ist hinsichtlich der verwendeten Bauteile das komplexeste Produkt der Serie, trotz dessen wurde streng auf eine einfache Demontierbarkeit geachtet. Sowie darauf, dass wirklich nur das Nötigste und gleichzeitig das langlebigste verbaut wurde.

Dreh-Versenknopf (1) Über diesen wird die Zeit eingestellt und bzw. die Zeitschaltuhr aktiviert und deaktiviert. Das Versenken des Knopfes schält automatisch den Strom ab, unabhängig davon, in welcher Position sich der Knopf befindet.



Abb.73 Time Switch

176

ANWENDUNG

177

TIME SWITCH

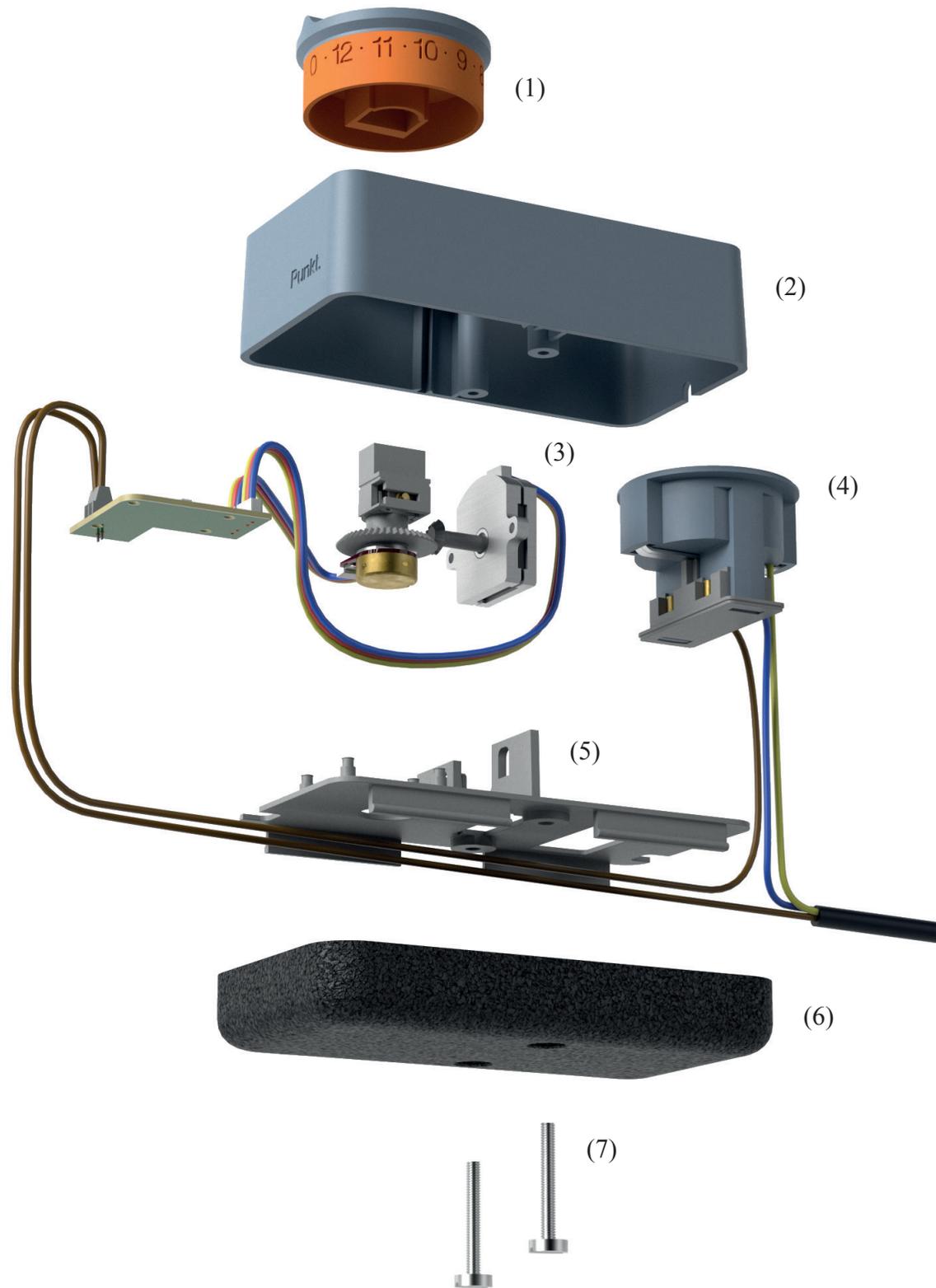


Fig.74 Explosion Time Switch

- Drehknopf (1) Bestehen aus dem Skalaring, der die Aufnahme für den Versenkmechanismus beinhaltet, und der Kappe, die aus der Distanz die verbleibende Zeit andeutet.
- Oberschale (2) Verschließt die Zeitschaltuhr von oben und klemmt dabei die inneren Bauteile bzw. stabilisiert diese.
- Antrieb und Versenkmechanismus (3) Über einen Potentiometer wird die eingestellte Zeit erfasst, ein Stepermotor sorgt dafür dass sich der Drehknopf wie bei einer Eieruhr zurückdreht. Der Versenkmechanismus verbindet den Drehknopf und dem Potenziometer.
- Steckerbuchse (4) Die Einheit ist als Gesamtes austauschbar.
- Halter (5) Auf diesem können alle Bauteile positioniert und die Kabel geordnet werden.
- Gummischale (6) Sorgt für festen Stand der Zeitschaltuhr und verhindert Rutschen bei der Zeiteinstellung.
- Schrauben (7) Zwei Schrauben klemmen die einzelnen Bauteile zwischen Gummischale und Oberschale.

## 5.4.3 RESULTAT

Das Ergebnis erfüllte die Designanforderungen der Kategorie "Verhalten und Bewusstseinsbildung" und ist gleichzeitig ein praktikables Produkt, das von der Identität unseres Kooperationspartners Punkt. geprägt ist. Da dieses Produkt als Einschränkung oder "zusätzliche Arbeit" angesehen werden könnte, muss die Zielgruppe bereits ein gewisses Interesse an einem weniger verschwenderischen Verhalten und Produktgebrauch haben.

Befriedigung durch Nutzung schaffen (4.2.1) Auch wenn der Faktor, dass durch die Nutzung der Zeitschaltuhr sowohl Geld als auch Ressourcen gespart werden können, Befriedigung bringen kann, ist es wichtig, dass die unmittelbare Nutzung direkt befriedigt. Das bedeutet, ein einfach zu bedienendes Produkt zu schaffen, das dem Benutzer das Gefühl gibt, die Kontrolle zu haben. Die Entscheidung, das Gerät ein- oder auszuschalten, ist eine sehr klare Entscheidung, die von einem direkten und einfachen Befehl gefolgt sein sollte. Dafür wurde schon früh ein großer Druckknopf in Betracht gezogen, ein Befehl, für den nicht viel Feingefühl erforderlich ist. Die Entscheidung über die Dauer der Nutzung erfordert mehr Aufmerksamkeit. Der Benutzer muss sich vor jeder Benutzung überlegen, wie viel Zeit er einplanen möchte, daher war eine feinere Art der Interaktion mit dem Produkt angebracht. Es wurde entschieden, dass dieser Befehl über einen Drehknopf erfolgt, der eine feinere und präzisere Art der Interaktion mit dem Produkt darstellt. Darüber hinaus erhöht die hohe Nutzungshäufigkeit aufgrund der großen Anzahl möglicher Nutzungsszenarien in Kombination mit einer zufriedenstellenden Nutzungserfahrung bei gleichzeitiger Einsparung von Geld und Ressourcen die Produktbindung bei den Nutzern und deren Zufriedenheit.

Werte und Perspektiven stärken (4.2.2) und Ideale und Werte sichtbar machen (4.2.3) Das Produkt richtet sich an eine Zielgruppe, die offen für Veränderungen ist, sich nachhaltiger verhält und mehr über das Thema Nachhaltigkeit und insbesondere den nachhaltigen Umgang mit Ressourcen lernt. Die Punkt.-Kunden hinterfragen bereits bestehende Trends und Verhaltensweisen mit dem Ziel, ihr Leben und ihr Umfeld zu verbessern. Das Produkt soll auf bestehendes Verhalten und Fehlverhalten aufmerksam machen, Verbesserungsmöglichkeiten anbieten, dem Nutzer die Kontrolle über sein eigenes Verhalten und seine Produkte geben, eine Verbesserung der Nachhaltigkeitswirkung des Nutzers bieten, Bewusstsein schaffen und das bestehende Bewusstsein und die Werte, die der Nutzer bereits hat, anderen vermitteln.

Wenn die Zeitschaltuhr aktiv ist, zeigt ein orangefarbenes Element auf dem ausgefahrenen Knopf an, dass in dieser Zeit Strom und damit Ressourcen verbraucht werden.

Wird die Zeitschaltuhr ausgeschaltet, verschwindet dieses farbige Element im Gehäuse. Im ausgeschalteten Zustand hat die Zeitschaltuhr eine ruhige und puristische Grundform und Ästhetik, im eingeschalteten Zustand zieht sie die Aufmerksamkeit auf sich. Da sich die Zeitschaltuhr durch Positionierung, Form und Material von bestehenden Produkten mit ähnlicher Funktion abhebt, fällt sie auf, regt zum Austausch an und weckt Neugier.

Bei der Gestaltung wurde darauf geachtet, unnötige Nebenfunktionen zu vermeiden und sich nur auf die Kernfunktion zu konzentrieren. Vom Volumen über die Materialität bis hin zur Positionierung der Schrauben und Komponenten ist die gesamte physische Beschaffenheit des Produkts durch die klaren Funktionen der einzelnen Elemente geprägt. All diese Elemente wurden berücksichtigt, um ein Produkt zu entwerfen, das Werte und Perspektiven sowohl intern in der Benutzergruppe als auch extern für Außenstehende, die mit der entworfenen Schaltuhr in Kontakt kommen, kommuniziert und stärkt.

Abgeschlossenheit von Produkte anstreben (4.2.4) Das kritischste Element der Zeitschaltuhr ist die Steckdose und der Stecker, da es eine große Anzahl nationaler Normen gibt. Um Ressourcen und Kosten in der Produktion zu sparen, ist die Schaltuhr so konzipiert, dass diese problematischen Elemente vom "universellen" Rest getrennt sind. Dies ermöglicht eine kosten- und ressourceneffizientere Produktion.

Die Teile, die den Typ des Steckers und der Steckdose bestimmen, werden während des Montageprozesses der Zeitschaltuhr eingebaut. Alle anderen Komponenten sind universell, es wurde geprüft, welche Komponenten und Formen erforderlich sind. Kein unnötiges Element wurde in das endgültige Design aufgenommen.

Funktionell wurde nur die Kernfunktion, die die Zeitschaltuhr erfüllen muss, in den Entwurf aufgenommen. Ein einfacher Timer für bis zu 12 Stunden, ein Ein- und Ausschalter und eine Steckdose mit Stecker sind alle Elemente, mit denen der Benutzer interagiert. Zusätzliche Nebenfunktionen wie eine tägliche Wiederholung wurden weggelassen, um ein einfaches, langlebiges Produkt zu schaffen, das durch die ständig neu auf dem Markt erscheinenden Innovationen nicht leicht in Frage gestellt werden kann.

Häufigkeit der Nutzung berücksichtigen (4.2.5) Da die angeschlossenen Produkte und ihre Nutzung dem Nutzer bereits bekannt sind, wird durch die Integration der Zeitschaltuhr in die Nutzung des bestehenden Produkts nur der Prozess geändert und kein völlig neuer geschaffen. Dies ermöglicht eine einfache Integration in das tägliche Leben.

Die Zeitschaltuhr ist sehr universell, da sie kein eigenständiges Produkt ist, sondern viele verschiedene Anwendungsfälle zulässt. Die Möglichkeit, sie mit nahezu jeder Unterhaltungselektronik zu kombinieren, sorgt für eine hohe Nutzungsfrequenz.

Beide Faktoren zusammen können dazu führen, dass der Aufwand für die Einsparung von Ressourcen und die Nutzung der Zeitschaltuhr geschätzt wird.

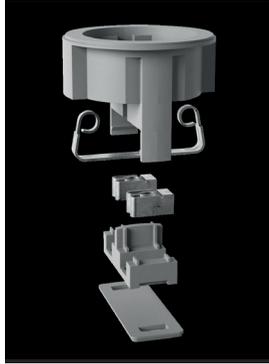


Abb.75 Steckereinheit

Konsum verändern (4.2.6) Es könnte argumentiert werden, dass die Zeitschaltuhr selbst noch ressourceneffizienter sein könnte, wenn das Gerät z. B. mit einem Mobiltelefon verbunden wäre und die Einstellungen digital gesteuert würden.

Dadurch würden ressourcenintensive Komponenten wie der Schrittmotor oder das Potentiometer entfallen und durch ein voraussichtlich kleineres Bauteil zur Verbindung der Schaltuhr mit dem Eingabegerät ersetzt. Da die Kernfunktion der Zeitschaltuhr in der Schaffung eines Bewusstseins für den Ressourcenverbrauch und der Änderung damit verbundener Verhaltensweisen besteht und weniger in der direkten "Regulierung der Zeit, in der die Stromversorgung aktiviert ist", wie es bei vergleichbaren Produkten der Fall ist, wurde beschlossen, dass eine starke physische Präsenz und Interaktion wichtiger ist als der direkte Ressourcenverbrauch in der Produktion. Somit ist das physische Produkt wichtig und kann nicht direkt durch eine Dienstleistung oder ein digitales Gerät ersetzt werden.

Das Problem des unreflektierten Verbrauchs hat erhebliche Auswirkungen auf die Ressourcenknappheit und die Ressourcennutzung, daher ist das Problem real und eine Lösung erforderlich. Kaum jemand würde einen Wasserhahn laufen lassen, wenn man ihn nicht aktiv zum Händewaschen oder anderweitig nutzt, aber es ist immer noch weit verbreitet, elektronische Geräte im Standby-Modus am Stromnetz zu lassen. Auf diese neue Art des Denkens und des Konsums zielt die Zeitschaltuhr ab.

## 5.4.4 AUSBLICK

Da an der Entwicklung der Zeitschaltuhr keine Ingenieure beteiligt waren, sind weitere Entwicklungen und Tests erforderlich, um die Station in ein marktreifes Produkt zu verwandeln. Da alle Komponenten und die Struktur mit Experten besprochen wurden, kann das Produkt immer noch als realisierbar angesehen werden.

Die größte Gefahr bei der physikalischen Beschaffenheit des Produkts besteht darin, dass die derzeit geplanten Komponenten in den Nutzungsphasen der Zeitschaltuhr einen höheren Stromverbrauch haben könnten als angeschlossene Produkte im Standby-Modus. Dies ist zwar unwahrscheinlich, da die Nutzungszeiten oft sehr viel kürzer sind als die Zeiten, in denen die Produkte nicht genutzt werden, aber eine weitere Entwicklung und eine Analyse des Stromverbrauchs wäre hilfreich, um diese Möglichkeit auszuschließen.

Das Produkt hat aufgrund seiner Größe und seines Aussehens eine hohe Präsenz. Dies ist gewollt und in der jetzigen Phase auch notwendig, um Aufmerksamkeit zu erregen. Wenn sich solche Produkte in der Gesellschaft etablieren, können sie auch wieder zurückhaltend und ruhiger werden.

# 5.5 HARD DRIVE CASE

Das Hard Drive Case wurde mit dem Ziel entworfen, die dritte Kategorie des Designleitfadens "Kommunikation und Marktpositionierung" zu präsentieren. Diese Kategorie konzentriert sich auf mögliche Wege, um ressourcenorientierte Produkte auf dem Markt einzuführen und zu etablieren. Obwohl diese Kategorie auf der organisatorischen Ebene von großer Bedeutung ist, ergeben sich daraus auch konkrete gestalterische Auswirkungen auf das physische Produkt. Wie bei allen drei Produkten wurden auch bei der Gestaltung andere Leitlinien aus den Bereichen "Materialien und physikalische Eigenschaften" und "Verhalten und Bewusstseinsbildung" berücksichtigt, die jedoch nicht weiter erläutert werden, da sie sonst redundant wären.

Die zentrale Botschaft des Designguidelines in der hier diskutierten Kategorie besteht darin, die Unterschiede zwischen dem mit den Leitlinien entworfenen Produkt und der etablierten Produktästhetik und den Trends zu nutzen. Aus diesem Grund wurde beschlossen, eine Produktkategorie zu finden, die bereits von sich aus bestehenden Trends entgegenwirkt. Ziel war es, ein Produkt zu kreieren, das sich von den aktuellen Standards unterscheidet, aber dennoch theoretisch auf dem Markt etabliert werden kann, während es sich strikt an die Richtlinien zur Verbesserung der Auswirkungen auf die Ressourcenknappheit hält.

## 5.5.1 PROZESS

Es wurde festgestellt, dass viele Trends bei den heutigen Produkten negative Auswirkungen auf die Umwelt haben. So werden beispielsweise Mobiltelefone immer dünner und ihre Bildschirme immer größer. Größere Bildschirme erfordern mehr Energie und kritischere Materialien, während die dünneren Handys dazu führen, dass die Komponenten immer weniger trennbar sind, was ein effektives Recycling erschwert.

Nicht nur Trends bei Produkten, sondern auch viele Trends in unserem Konsumverhalten sind problematisch.

186

ANWENDUNG

Die Befriedigung durch den Konsum führt dazu, dass immer billigere Produkte verlangt werden, damit die Nutzer immer mehr und häufiger konsumieren können. Dies führt dazu, dass die Qualität der Produkte sinkt, mehr Energie und Ressourcen für die Produktion verbraucht werden, mehr Energie für die Nutzungsphase benötigt wird und mehr Material wiederverwendet, entsorgt oder recycelt werden muss.

Der Einfluss dieser Trends auf Produkte und Verbrauchsgewohnheiten wird durch die Tatsache verstärkt, dass sich ein großer Teil der Bevölkerung, der bisher in Armut gelebt hat, immer mehr Konsumgüter leisten kann. Die daraus resultierenden Auswirkungen zeigen deutlich, dass Lösungen gefunden werden müssen.

Mit dem Design des Festplattengehäuses sollte ein Produkt geschaffen werden, das mit diesen Trends bricht, weniger ressourcenintensiv ist, eine hohe Produktlebensdauer aufweist und für eine Zielgruppe konzipiert ist, die einen Markteintritt ermöglicht.

Die Grundstruktur des Festplattengehäuses wurde bereits zu Beginn des Designprozesses entwickelt, die folgenden Iterationen konzentrierten sich hauptsächlich auf ästhetische und funktionale Details.

Die Teile aus recyceltem Gummi wurden ursprünglich für dieses Festplattengehäuse entwickelt, um die empfindlichen Komponenten der Festplatte zu schützen, und wurden später für alle drei entworfenen Produkte verwendet.

187

HARD DRIVE CASE

## 5.5.2 BAUTEILE UND FUNKTION

Das Hard Drive Case besteht aus den drei essenziellen Teilen, Deckel, Gummischale und der Elektronikeinheit. Hinzu kommen für den Verschluss und die Sicherheit der Festplatte nötige Elemente.

Deckel (1) Auf der Innenseite des Deckels befinden sich Aussparungen, für die Feder wird der Deckel aufgesetzt, hält diese die Festplatte in Position.

Feder (2) Die ebenfalls aus gepresstem Granulat bestehende Feder ist notwendig, um die von 7-12 mm dicken SATA-Festplatten bei Erschütterungen in Position zu halten.



Abb.76 Hard Drive Case geöffnet



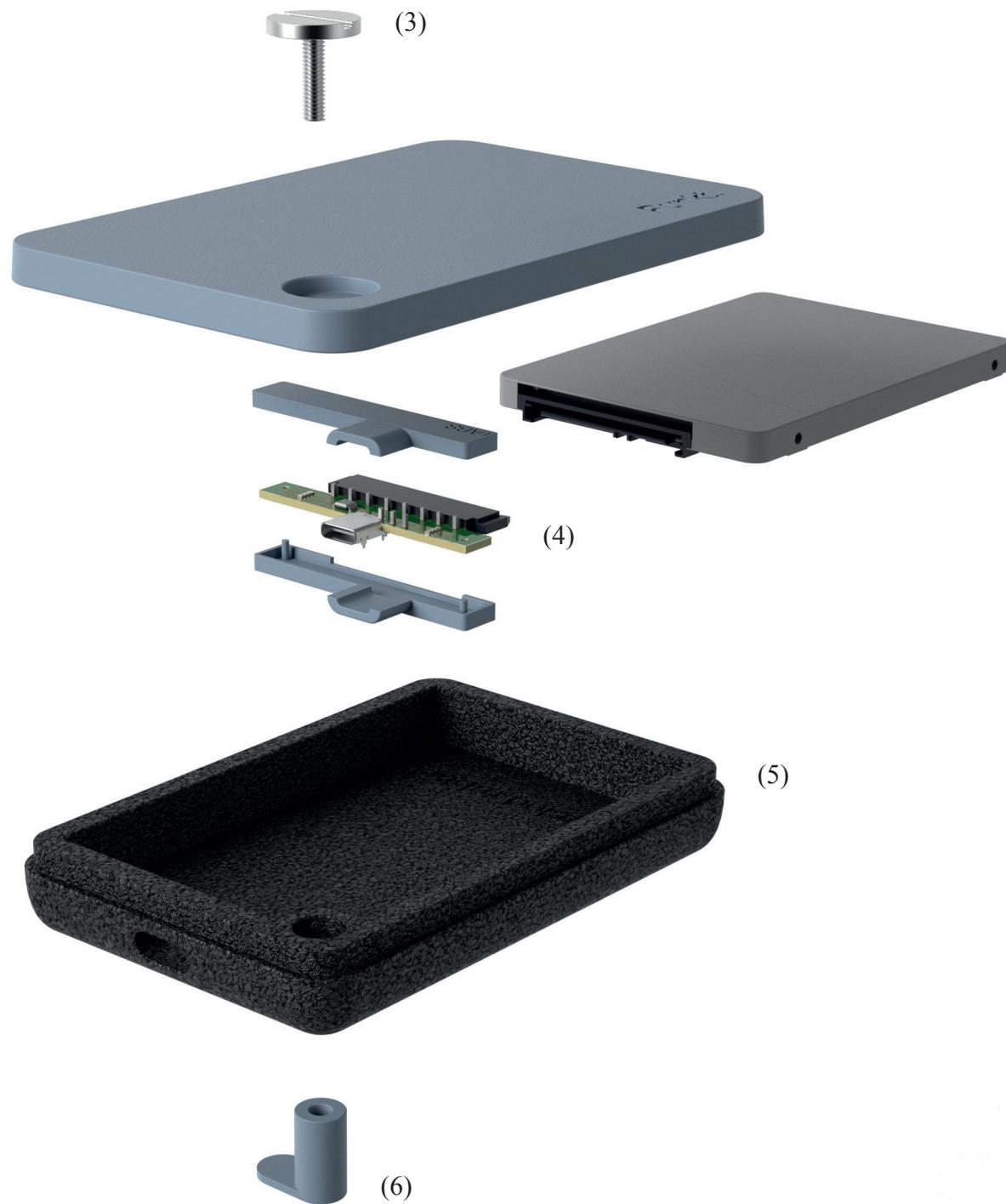
Abb.77 Hard Drive Case geschlossen

188

ANWENDUNG

189

HARD DRIVE CASE



Schraube (3) Ist der Deckel mit der 'Nase' eingehängt, wird das Case mit der Coin Screw verschlossen.

SATA-Anschluss (4) Die Platine ist umschlossen von zwei Gehäusehälften, diese werden durch das einstecken in die Aussparung in der Gummischale zusammengeklammert und in Position gehalten

Gummischale (5) Die extra dicke Wendung schützt die Festplatte vor Stößen.

Schraubdom (6) Dieser wird von unten in die Gummischale gesteckt, durch den Fuß ist er verdrehgesichert und die Schraube kann problemlos festgezogen werden.

Fig.78 Explosion Hard Drive Case

## 5.5.3 RESULTAT

Das erzielte Ergebnis erfüllt die Designanforderungen der Designrichtlinie "Kommunikation und Marktpositionierung" und ist gleichzeitig ein realisierbares Produkt, das von der Identität unseres Kooperationspartners Punkt. geprägt ist.

Festplattengehäuse, in die interne Festplatten, sowohl SSD als auch HDD, eingesetzt werden können, um eine externe Festplatte zu schaffen, gibt es bereits. Diese Produkte sind derzeit in Nischen mit spezifischen Nutzergruppen zu finden.

Die Zielgruppe dieser Produkte ist technisch interessiert und möchte sowohl Geld und Ressourcen sparen, indem sie bereits vorhandene Festplatten verwendet, als auch die Fähigkeiten interner Festplatten zu einem geringeren Preis als vergleichbare externe Festplatten nutzen. Das Ergebnis zielt darauf ab, einen Mainstream-Markt zu erschließen, indem ein Unternehmen wie Punkt. für den Markteintritt genutzt wird.

Da die Ästhetik stark von der Materialauswahl beeinflusst wird, um die Auswirkungen auf den Ressourcenverbrauch zu verbessern, unterscheidet sich die Festplatte sowohl von bestehenden externen Festplatten als auch von anderen Festplattengehäusen.

Im Folgenden wird aufgeführt wie sich diese Designrichtlinien in Produkteigenschaften niederschlagen.

Gegenentwürfe zu negativen Produkttrends anbieten (4.3.1) Die Verwendung des Hard Drive Cases bedeutet, zu hinterfragen, welche internen Festplatten sich bereits im Besitz befinden, in welchen kaputten Laptops sich die nun wieder nutzbare Festplatte noch befinden könnte. Dieser Gedankengang zielt auf das weit verbreitete Vorgehen ab, ein kaputtes Produkt einfach durch ein neues zu ersetzen, da die Produkte so billig geworden sind, dass diese Option machbar ist, während das alte Produkt entsorgt wird und die oft noch brauchbaren Komponenten und Ressourcen verschwendet werden. Sobald eine vorhandene Festplatte gefunden ist, muss der Benutzer das alte Gehäuse der Festplatte ausbauen, um sie zu entfernen. Dieser Prozess schafft ein Bewusstsein dafür, was tatsächlich in den täglich genutzten Produkten enthalten ist, und kann ein Interesse daran wecken, was noch brauchbar ist und wie andere Produkte aufgebaut sind.

Außerdem wird die Fähigkeit entwickelt, Komponenten zu demontieren und einzubauen, was dazu führen kann, andere Produkte zu reparieren, kaputte Komponenten zu ersetzen oder Produkte auf die richtige Weise zu recyceln. Da viele bestehende Produkte aufgrund einer Vielzahl kleiner und spezifischer Schrauben und Verbindungen entweder schwer oder aufgrund von Klebeverbindungen sogar unmöglich zu demontieren sind, ohne das Produkt zu beschädigen und neue Ersatzprodukte billig sind und oft als besser oder innovativ beworben werden, geht diese Fähigkeit verloren. Anreize zu schaffen, diese Fertigkeiten wieder zu erlernen, ist sowohl für die direkte Einsparung von Ressourcen als auch für die Schaffung eines Bewusstseins für Ressourcen und Komponenten wichtig.

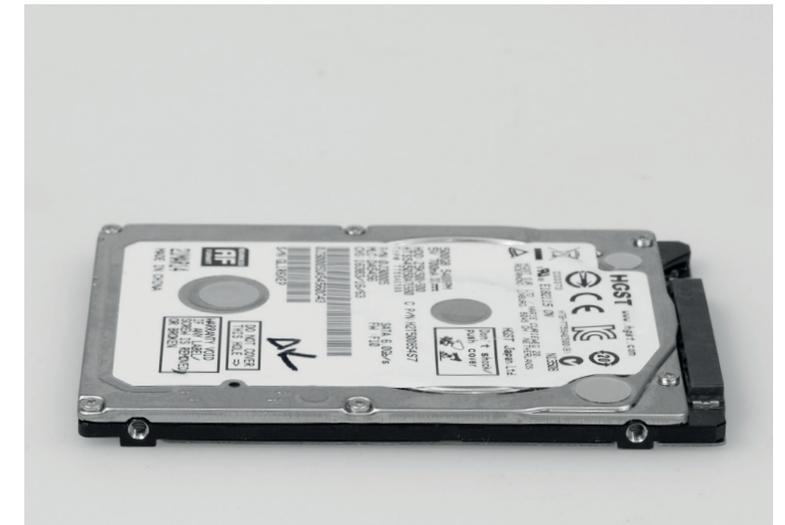


Abb.79 SATA Festplatte

Da die Festplatte für 2,5 Zoll SATA SSD und HDD Festplatten mit einer maximalen Bauhöhe von 12 mm geeignet ist, ermöglicht dies den Einbau einer großen Vielfalt an unterschiedlich großen Festplatten. Zusätzlich zu diesen 12 mm erfordert die Verwendung von rASB und recyceltes Gummi hohe Wandstärken >

(5 mm für Gummi und 2 mm für rABS). Dies führt zu einer größeren Höhe im Vergleich zu den meisten bestehenden externen Festplatten. Ein weiterer Unterschied ergibt sich aus der Wahl der Materialien. Während die meisten existierenden Festplatten aus schwarzem Polymer hergestellt werden, verwendet das Festplattengehäuse hier das grobe und raue Gummi und ein graues und raueres rABS-Gehäuse. Zusätzlich kann die Festplatte in jedes einzelne Teil zerlegt werden, indem man einfach die Schraube mit einer Münze öffnet. Bestehende Festplatten sind meist verklebt, was ihre Demontage erschwert. Diese Gegensätze zeigen, dass sich das entworfene Festplattengehäuse von bestehenden Produkten abhebt.

In Zeiten, in denen sich diese nachhaltigere Art von Produkten in Bezug auf Funktion, Verwendung und Ästhetik noch nicht durchgesetzt hat, können durch diese Kontraste Aufmerksamkeit erregt werden, um sich auf dem Markt zu etablieren. Wenn sich diese Art von Produkten irgendwann durchsetzt, bildet sie eine neue Normalität und reduziert diese Kontraste.

Die Zielgruppe kennen (4.3.2) Der Kundenstamm von Punkt. lässt sich bereits weitgehend den LOHAS zuordnen. Aufgrund dieser Situation und der Tatsache, dass die LOHAS eine geeignete Zielgruppe für die Einführung von Produkten wie dem Festplattengehäuse auf dem Markt sind, wurde beschlossen, die LOHAS als Zielgruppe zu wählen. Mit ihrem strategischen Konsum zielen sie bereits darauf ab, ihr Umfeld zu verändern und zu beeinflussen, indem sie Werten wie Authentizität, Ehrlichkeit und Nachhaltigkeit folgen.

Ergänzende Trends, die zur Etablierung der Festplatte beitragen können, sind zum Beispiel der Wunsch zu verstehen, woher Produkte kommen und wie sie hergestellt werden. Ein Beispiel dafür ist der Trend, wieder selbst zu backen und zu kochen und immer weniger Fertiggerichte zu konsumieren.

Kunden überzeugen (4.3.3) Als Designer muss man sowohl den Endverbraucher als auch den Kunden oder das Unternehmen, für das man arbeitet, von der Bedeutung des

Wechsels zu nachhaltigeren Praktiken einschließlich der Einführung von Produkten mit nachhaltigem Ressourcenverbrauch überzeugen. Da dieser Weg oft mit kurzfristigen wirtschaftlichen Nachteilen, einem erhöhten Entwicklungsaufwand und Unsicherheiten verbunden ist, sollten Produkte, die auf dieses Ziel ausgerichtet sind, mit starken Argumenten versehen werden.

Angesichts der unsicheren Zeiten, die vor uns liegen, sind klare und entschlossene Strategien erforderlich, um durch diese Zeiten und Gefahren zu navigieren. Der daraus resultierende Druck bietet eine starke Grundlage für die Argumentation.

Der Gestaltungsleitfaden nennt vier Hauptargumentationskategorien. Die Gesetzgebung, Kundenerwartungen, Kundenbindung und die Schaffung von Puffern. Speziell für die Dockingstation können die Argumente für die jeweilige Kategorie die folgenden sein.

Gesetzgebung: Am 11. Januar 2022 leitete die Europäische Kommission eine Sondierung über die Einführung eines Rechts der Verbraucher auf Reparatur in Fällen ein, die nicht durch die derzeitige Garantiezeit abgedeckt sind (Webster et al., 2022).

Diese Vorschläge werden erhebliche Auswirkungen auf die Geschäftsmodelle der Hersteller haben, die sich ändern müssen, um diese Reparatur zu ermöglichen. Mit ihnen müssen ganze Lieferketten angepasst werden, um den daraus resultierenden Bedarf an Ersatzteilen und Reparaturmöglichkeiten zu decken.

Im Falle des entworfenen Festplattengehäuses werden solche Vorschläge und künftige vergleichbare Maßnahmen deutlich geringere Auswirkungen haben als bei der Herstellung herkömmlicher externer Festplatten, da der Reparaturaufwand minimal, die Komponenten gering und das gesamte Produkt robust und auf eine lange Lebensdauer ausgelegt ist.

Die Herstellung und der Vertrieb des Festplattengehäuses bietet also Schutz und puffert künftige Maßnahmen ab, die die traditionellen Hersteller gefährden. ›

Kundenerwartungen: Die Kunden werden immer sensibler hinsichtlich des Themas Nachhaltigkeit und verlangen von den Unternehmen verantwortungsvolle Praktiken. Unternehmen, die sich in der Entwicklung, der Produktion und dem Vertrieb von Elektronikprodukten mit nachhaltigem Ressourcenverbrauch engagieren, können diese neue und steigende Forderung erfüllen, während die traditionellen Produktionspraktiken von Unternehmen, die Unterhaltungselektronik herstellen, ins Hintertreffen geraten. Dies gilt für das Festplattengehäuse und seine Auswirkungen auf die Ressourcenknappheit wie für alle anderen Unterhaltungselektronikprodukte.

Kundentreue: Ehrliche und wertorientierte Produktionspraktiken werden von den angesprochenen bewussten Kunden geschätzt, was sich positiv auf die Kundenbindung auswirkt. Das Festplattencase ist ein äußerst transparentes Produkt, da sie nur aus wenigen Teilen besteht, neben den elektronischen Komponenten aus nur zwei Monomaterialien und leicht demontierbar ist. Außerdem ist es für eine Vielzahl von Festplatten ausgelegt, leicht zu reparieren und aufrüstbar und bietet somit viele Einsatzmöglichkeiten und eine lange Lebensdauer. Dies ermöglicht eine enge Beziehung zwischen Produkt und Benutzer und damit eine Wertschätzung für das Produkt und seinen Hersteller. Diese Faktoren wirken sich sehr positiv auf die Loyalität der Kunden aus.

Schaffung von Puffern: Wenn die Produktion von Komponenten, die kritische Materialien enthalten, instabil ist, besteht für die produzierenden Unternehmen die Gefahr, dass sie ihre Produktionskapazitäten einschränken müssen, was zu großen wirtschaftlichen Verlusten und Konkursen führen kann. Festplatten enthalten eine Reihe kritischer Rohstoffe, einige zum Beispiel die Seltenen Erden Praseodym, Neodym und Dysprosium (Thuy Nguyen et al., 2017). Die Verwendung vorhandener Festplatten und die bloße Herstellung des Gehäuses minimiert das Risiko und schafft einen Puffer für den Fall, dass Lieferprobleme mit einem oder mehreren der kritischen Materialien auftreten.

Zeitgemäßes Luxuskonsumverhalten nutzen (4.3.4) Da die Ausrichtung auf zeitgenössische Luxuskonsummuster eine Möglichkeit für den finanziellen Erfolg von Produkten mit nachhaltiger Ressourcennutzung bietet, bietet dies die Chancen, solche Produkte realisierbar zu machen. Das Festplattencase wurde entwickelt, um die Luxuskompetenzen zu erfüllen, indem sie eine auffällige Ästhetik bietet, ihre Werte offen kommuniziert (z. B. indem jedes Bauteil mit dem Material, aus dem es besteht, beschriftet ist) und sich auf die Nutzungserfahrung konzentriert (die Demontage, die Installation, den Zusammenbau, die Nutzung, die Aufrüstung und Aktualisierung). Da diese Art von Luxuskonsum unter anderem in der Gruppe der LOHAS zu finden ist, geht dies Hand in Hand mit der Erfüllung der Leitlinie 4.3.2 "Kenne deine Zielgruppe".

Markt 'Ästhetik der Nachhaltigkeit' (4.3.5) Die Ästhetik des Festplattengehäuses wird stark von der Wahl der Materialien bestimmt. Das Gummi hebt sich stark von allen Materialien ab, die normalerweise in vergleichbaren Produkten verwendet werden. Zusätzlich zu seiner Ästhetik verstärkt seine ungewöhnliche Haptik diesen Kontrast. Um diesem starken Ausdruck Raum zu geben und Aufmerksamkeit zu erzeugen, wurde die Festplatte so gestaltet, dass das Gummigehäuse genügend Platz und Volumen hat, um ihm eine starke Präsenz zu verleihen. Das obere Gehäuse ist aus rABS gefertigt, kontrastiert mit scharfen Kanten und präzisen Linien, ist aber dennoch robust und hat eine raue Oberfläche. Die zentrale Schraube, die alle Komponenten der Festplatte zusammenhält, ist auf der oberen Abdeckung sichtbar. Während die Schrauben bei den anderen, beispielhaften Produkten auf der Unterseite versteckt sind, ist die Demontage des Festplattencases ein unvermeidlicher Bestandteil der Nutzung. Daher wurde beschlossen, die Schraube sehr prominent anzubringen. Diese Prominenz wird nicht nur durch die Positionierung ›

geschaffen, auch die Größe des Schraubenkopfes wurde auf einen Durchmesser von 16 mm erhöht.

Da die Demontage zu jedem Gebrauchsprozess gehört, war es wichtig, dabei kein spezielles Werkzeug zu benötigen, weshalb ein geschlitzter Schraubenkopf gewählt wurde, der mit einer Münze geöffnet werden kann.

Da Schrauben normalerweise versteckt und so klein wie möglich gehalten werden, ist dies auch ein starker optischer Aspekt des Hard Drive Cases. Wie bereits erwähnt, bildet das erhöhte Volumen des Festplattengehäuses aufgrund der Universalität in Bezug auf die zulässigen Festplatten und Wandstärken zusammen mit dem Schraubenkopf und der Materialoptik eine neue und kontrastreiche Ästhetik. Dies kann als Point of Sale gesehen werden und muss auch so kommuniziert werden.

## 5.5.4 AUSBLICK

Die rasante Entwicklung von Festplatten führt dazu, dass sich zum Beispiel Anschlüsse und Volumen ändern. Derzeit sind die SATA-Anschlüsse weit verbreitet, aber es werden sich Änderungen ergeben. Um zukünftigen Entwicklungen gerecht zu werden, muss der Adapter im Festplattengehäuse mit der Zeit durch neue Anschlüsse ersetzt werden. Da die Festplatte leicht in alle Einzelteile zerlegt werden kann, müssen nur der eigentliche Adapter und das Gehäuse dieses Teils ausgetauscht werden, während alle anderen Teile gleich bleiben können.

Man kann argumentieren, dass Festplatten in Zukunft durch Cloud-Speicher ersetzt werden. In Anbetracht der zunehmenden Probleme im Zusammenhang mit der Datensicherheit und dem Schutz der Privatsphäre und der wachsenden Wertschätzung des physischen Produkts, insbesondere bei der Zielgruppe, ist es sehr wahrscheinlich, dass physische Speicher in Form von Festplatten weiterhin eine wichtige Rolle bei der Datenspeicherung spielen werden, wodurch die Anwendbarkeit und Nützlichkeit des Festplattengehäuses erhalten bleibt.



# FAZIT

Das Thema dieser Bachelorarbeit wurde gewählt, da wir als angehende Produktdesigner uns der negativen Auswirkungen bewusst sind, die das Produktdesign in der Vergangenheit auf die Nachhaltigkeit hatte, in der Gegenwart hat und voraussichtlich in der Zukunft haben wird. Mit dieser Last liegt heutzutage viel Verantwortung in den Händen der Designer. Seit Beginn unseres Studiums wurde uns beigebracht, dass Produktdesigner Problemlöser sind.

Die großen Probleme und Bedrohungen, mit denen die Menschheit im einundzwanzigsten Jahrhundert konfrontiert ist, sind jedoch hochkomplex, miteinander verknüpft und könnten unmöglich zu lösen erscheinen. Mit diesem Projekt wollten wir einen fokussierten Teil der hochkomplexen Nachhaltigkeitsprobleme verstehen und angehen: Ressourcenknappheiten bei der Produktion von elektronischen Konsumgütern.

Auch wenn es sich hierbei nur um einen Ausschnitt des Gesamtproblems handelt, waren wir mit einer hohen Komplexität konfrontiert. Eine Vielzahl von Ursachen für diesen Megatrend (z. B. politische Interessen, Verhaltensmuster oder Einschränkungen bei der Ressourcenbeschaffung), mögliche kleine Lösungen, die allerdings nur Fragmente des Problems lösen, sowie verschiedene Hürden und Chancen.

Das Projekt hat uns gezeigt, wie wichtig die Gestaltung des Übergangs zur Nachhaltigkeit ist, und zwar nicht nur bei der direkten Gestaltung von Lösungen für nachhaltigkeitsbezogene Probleme, sondern auch bei der Gestaltung von Lösungen für all die kleineren und größeren Probleme, mit denen wir heute konfrontiert sind. Die Arbeit von Designern, das Handeln von Unternehmen, die Verabschiedung politischer Maßnahmen und das Konsumverhalten jedes Einzelnen müssen sich ändern, um diese Probleme zu bewältigen.

Im Laufe des Projekts hatten wir dank unseres Kooperationspartners Punkt. die Möglichkeit, Einblicke in die Perspektive eines produzierenden Unternehmens zu gewinnen, dank unserer Professoren, Kommilitonen, Interviewpartner und Gesprächspartner Einblicke in bestehende Designpraktiken, Perspektiven auf das Thema und Ambitionen der neuen Generationen.

Die Endergebnisse dieses Projekts wurden in viermonatiger Arbeit mit eingeschränkten Ressourcen erstellt. Für die weitere Entwicklung und die Erstellung eines umfassenden Gestaltungsleitfadens wären mehr Mittel erforderlich. Wir hoffen, dass diese Arbeit nicht nur uns zum Nachdenken und Handeln angeregt hat, sondern auch andere auf die Dringlichkeit und die oft einfachen Verbesserungsmöglichkeiten aufmerksam macht.



ANHANG

/ APPEN-

DIX

A

# A DANKSAGUNGEN/ CREDITS

## MANY THANKS TO/ VIELEN DANK

Wir bedanken uns bei allen, die uns bei diesem Projekt mit ihrer Expertise unterstützt haben./We would like to thank all those who have helped us with their expertise in this project:

*Prof. Gabriele N.Reichert*

*Prof. Simon Busse*

*Marcia Caines (Punkt.)*

*Hiroyuki Okuyama (Punkt.)*

*John Tree (Jasper Morrison Studio)*

*Petter Neby (Punkt.)*

*Prof. Dr. habil. Georg Kneer*

## LEKTORAT/ PROOFREADING

Für das Korrekturlesen dieser Arbeit danken wir./ For the proofreading of this thesis we thank:

*Eva Jung*

*Nils Heider*

## UMSETZUNG / REALISATION

Für die Hilfe bei der Umsetzung dieses Projektes danken wir./For their help in implementing this project, we would like to thank:

*Stefanie Schneider*

*Vincent Propst*

# A QUELLEN / SOURCES

## LITERATURVERZEICHNIS / BIBLIOGRAPHY

- Barthes, M.-L., Mantaux, O., Pedros, M., Lacoste, E. and Dumon, M. (2012), *Recycling of aged ABS from real WEEE through ABS/PC blends in the ABS-rich compositions*. *Adv. Polym. Technol.*, 31: 343-353. <https://doi.org/10.1002/adv.20257>
- Belk, R. W., Güliz, G., & Askegaard, S. (2003). *The Fire of Desire: A Multisited Inquiry into Consumer Passion*. *Journal of Consumer Research*, 30(3).
- Belz, F. M., & Bilharz, M. (2007). *Nachhaltiger Konsum, geteilte Verantwortung und Verbraucherpolitik: Grundlagen*. *Nachhaltiger Konsum und Verbraucherpolitik im*, 21, 21-52.
- Belz, F. M., & Bilharz, M. (2007). *Nachhaltiger Konsum, geteilte Verantwortung und Verbraucherpolitik: Grundlagen*. *Nachhaltiger Konsum und Verbraucherpolitik im*, 21, 21-52.
- Bonollo, F., & Ferro, P. (2019, May). *Materials selection in a critical raw materials perspective*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2019.107848>
- Borries, F. V. (2016). *Weltentwerfen: Eine politische Designtheorie*. Suhrkamp Verlag AG.
- Bouriaud, M. (2022, March 17). *Die 10 hitzebeständigsten Materialien für den 3D-Druck*. *Xometry Europe*. Retrieved June 10, 2022, from <https://xometry.eu/de/die-10-hitzebestaendigsten-materialien-fuer-den-3d-druck/>
- Bridgens, B., Hobson, K., Lilley, D., Lee, J., Scott, J. L., & Wilson, G. T. (2017). Closing the Loop on E-waste: A Multidisciplinary Perspective. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), 169–181. <https://doi.org/10.1111/jiec.12645>
- Buchert, M., Manhart, A., Bleher, D., & Pingel, D. (2012, February). Recycling critical raw materials from waste electronic equipment. *Oeko-Institut e.V.* <https://www.oeko.de/oekodoc/1375/2012-010-en.pdf>

- Buisness Wire. (2021, October 14). Recent Study Reveals More Than a Third of Global Consumers Are Willing to Pay More for Sustainability as Demand Grows for Environmentally-Friendly Alternatives. *Business Wire*. Retrieved April 17, 2022, from <https://www.businesswire.com/news/home/20211014005090/en/Recent-Study-Reveals-More-Than-a-Third-of-Global-Consumers-Are-Willing-to-Pay-More-for-Sustainability-as-Demand-Grows-for-Environmentally-Friendly-Alternatives>
- Center for International Environmental Law. (2019, February 19). Fossil Fuels & Plastic. Retrieved April 9, 2022, from <https://www.ciel.org/issue/fossil-fuels-plastic/>
- Cesaro, Alessandra & Marra, Alessandra & Kuchta, Kerstin & Belgiorno, Vincenzo & van Hullebusch, Eric. (2018). WEEE management in a circular economy perspective: an overview. *Global NEST Journal*. 20. 10.30955/gnj.002623.
- Ciacchi, L., Werner, T. T., Vassura, I., & Passarini, F. (2018, March). Backlighting the European Indium Recycling Potentials. *Wiley*. <https://doi.org/10.1111/jiec.12744>
- Deloitte. (2020, October). Future of Screens | The screen is dead. Long live the screen!. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Technology-Media-Telecommunications/gx-tmt-future-of-screens.pdf>
- Deloitte Sustainability, British Geological Survey, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, & Netherlands Organisation for Applied Scientific Research. (2017, June). Study on the review of the list of Critical Raw Materials. European Commission. <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/25421>
- Dolega, P., Bulach, W., Betz, J., Degreif, S., & Buchert, M. (2021, June). Green technologies and critical raw materials. *Öko-Institut e.V.* <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Green-technologies-and-critical-raw-materials.pdf>
- Donovan, N., Halpern, D., & Sargeant, R. (2002, December). Life Satisfaction: the state of knowledge and implications for government. *Tidsverkstaden*.
- Doorn, N., Schuurbijs, D., van de Poel, I., & Gorman, M. E. (2014). Early engagement and new technologies: Opening up the laboratory (Vol. 16). Springer Publishing.
- Douglas, M., & Isherwood, B. (1996). *The World of Goods* (2nd ed.). Routledge.
- Early, M. (2015, March 15). Choosing The Right Plastic Enclosure. *SIMCO Disclosures*. Retrieved April 2, 2022, from <https://www.simcobox.com/blog/>

choosing-the-right-plastic-enclosure/

Ekins, P., & Max-Neef, M. (1992). *Real Life Economics* (1st ed.). Routledge.

- European Commission. (n.d.). *Critical raw materials*. European Commission - Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. Retrieved March 28, 2022, from [https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials\\_en](https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials_en)
- European Union - Committee on Industry, Research and Energy. (2021, October). *Report on a European strategy for critical raw materials (2021/2011(INI))*. European Parliament. [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0280\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0280_EN.pdf)
- Evolutionizer. (n.d.). *Megatrends*. Retrieved March 29, 2022, from <https://www.evolutionizer.com/strategielexikon/megatrends>
- Fallan, K. (2011). "The 'Designer'—The 11th Plague": Design Discourse from Consumer Activism to Environmentalism in 1960s Norway. *Design Issues*, 27(4), 30–42. <http://www.jstor.org/stable/41261954>
- Fast Radius. (2021, September 7). *Know your materials: Polycarbonate/acrylonitrile butadiene styrene (PC-ABS)*. Retrieved April 2, 2022, from <https://www.fastradius.com/resources/know-your-materials-polycarbonate-acrylonitrile-butadiene-styrene-pc-abs/>
- Fisher, J., & Ford, P. (2019). *Designing consumer electronic products for the circular economy using recycled Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS): A case study*. *Journal of Cleaner Production*, 236. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.321>
- Flowers, S. (2021, March 19). *How Solar Is Central To The Energy Transition*. *Forbes*. Retrieved March 28, 2022, from <https://www.forbes.com/sites/woodmackenzie/2021/03/18/how-solar-is-central-to-the-energy-transition/?sh=5b161905d049>
- Ford, P., & Fisher, J. (2019). *Designing consumer electronic products for the circular economy using recycled Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS): A case study*. *Journal of Cleaner Production*, 236. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.321>
- Freitag. (n.d.). *freitag.ch*. Retrieved April 13, 2022, from <https://www.freitag.ch/de/bags/backpacks>
- Geels, F. W., & Schot, J. (2017). *Typology of sociotechnical transition pathways*. *Research Policy*, 36, 399–417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>
- Gimbutas, M. (2022, March 9). *Stone Age | Definition, Tools, Periods, Peoples, Art, &*

*Facts*. *Encyclopedia Britannica*. Retrieved March 30, 2022, from <https://www.britannica.com/event/Stone-Age>

- Glöckner, A., Balderjahn, I., & Peyer, M. (2010). *Die LOHAS im Kontext der Sinus-Milieus*. *Marketing Review St. Gallen*, 27(5), 36–41. <https://doi.org/10.1007/s11621-010-0076-8>
- Gryschko, R., & Horlacher, D. (1997). *Bodenversauerung Ursachen – Auswirkungen – Maßnahmen* (Reprint ed.). Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.
- Gupta, K., & Singh, N. (2020). *Consumption Behaviour and Social Responsibility: A Consumer Research Approach* (Approaches to Global Sustainability, Markets, and Governance) (1st ed. 2020 ed.). Springer.
- Hamermesh, D. S., & Lee, J. (2005, October). *Stressed out on four continents: Time crunch or Yuppie Kvetch?* (Working Paper 10186). NBER.
- Hegele, K., & Hilbert, L. (2022, February). *Maßnahmen gegen die psychologische Obsoleszenz am Beispiel der Elektronik-Produkte*. Hochschule für Gestaltung Schwäbisch Gmünd.
- Hoyer, W. D., & MacInnis, D. J. (2004). *Consumer Behavior*. Houghton Mifflin.
- Jackson, T. (2002). *Paradis-Verbraucher? Aufstieg und Fall der Konsumgesellschaft*. *Umweltethik*. At. Retrieved March 31, 2022, from <http://www.umweltethik.at/wp/wp-content/uploads/JacksonParadiesVerbraucher.pdf>
- Jackson, T. & Environmental Strategy University of Surrey. (2005, January). *Motivating Sustainable Consumption—a review of evidence on consumer behaviour and behavioural change*. London: Policy Studies Institute.
- Jaeger-Erben, M. (2019). *Eine Frage der Kultur? Gesellschaftliche Treiber von Obsoleszenz*. In E. Poppe & J. Longmuß (Eds.), *Geplante Obsoleszenz* (pp. 171–187). Transcript Verlag.
- Kirig, A., & Wenzel, E. (2009). *Lohas*. Beltz Verlag.
- Laininen, E. (2018). *Transforming Our Worldview Towards a Sustainable Future*. In J. W. Cook (Ed.), *Sustainability, Human Well-Being, and the Future of Education* (1st ed. 2019 ed., pp. 161–200). Palgrave Macmillan.
- Lokanc, M., Eggert, R., & Redlinger, M. (2015, October). *The Availability of Indium: The Present, Medium Term, and Long Term*. National Renewable Energy Laboratory. <https://www.nrel.gov/docs/fy16osti/62409.pdf>
- Mazijn, B., Devriendt, S., Blommaert, C., & Borgo, E. (2018). *Research and analysis of the megatrend “increasing scarcity of important raw materials” and the impact of this trend on the achievement of the Sustainable*

- Development Goals - Summary. Instituut vóór Duurzame Ontwikkeling vzw, Brugge. <https://biblio.ugent.be/publication/8617855/file/8617857>
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., Behrens, W., & Club of Rome. (1972). *The Limits to growth: A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*. New York: Universe Books
- METGroup. (2021, January 18). *When will fossil fuels run out?* MET Group. Retrieved April 9, 2022, from <https://group.met.com/en/mind-the-fyouture/mind-the-fyouture/when-will-fossil-fuels-run-out>
- MGG Polymers. (2019, April 17). *PC/ABS: A new recycled plastic thanks to research and development*. MGG Recycling. Retrieved April 4, 2022, from <https://mgg-recycling.com/a-new-fixed-star-thanks-to-research-and-development/>
- NDR. (2022, March 14). *Strom sparen: Standby-Modus bei Elektrogeräten vermeiden*. NDR. Retrieved June 15, 2022, from <https://www.ndr.de/ratgeber/verbraucher/Strom-sparen-Standby-Modus-bei-Elektrogeraeten-vermeiden,stromverbrauch108.html>
- Oberhuber, N. (2016, July 12). *Unser absurder Konsum*. Zeit. Retrieved April 6, 2022, from <https://www.zeit.de/zustimmung?url=https%3A%2F%2Fwww.zeit.de%2Fwirtschaft%2F2016-07%2Fzufriedenheit-konsum-sharing-hartmut-rosa>
- OKW Enclosures Inc. (n.d.). *A Guide To Plastics Used For Electronic Enclosures | OKW USA*. OKW Enclosures. Retrieved April 2, 2022, from [https://www.okwenclosures.com/en/technical\\_data/enclosures\\_plastics\\_guide.html](https://www.okwenclosures.com/en/technical_data/enclosures_plastics_guide.html)
- Pelzmann, L., & Tinbergen, J. (2006). *Wirtschaftspsychologie: Behavioral Economics, Behavioral Finance, Arbeitswelt (Springers Kurzlehrbücher der Wirtschaftswissenschaften) (German and English Edition) (4., unveränd. Aufl.)*. Springer.
- Pfister, C. (1995). *Das 1950er Syndrom*. Haupt.
- Polycase. (2021, January 7). *What Is ABS Plastic?* Retrieved April 1, 2022, from <https://www.polycase.com/techtalk/materials/abs-plastic.html>
- Prakash, S., Dehoust, G., Gsell, M., & Stamminger, R. (2016, February). *influss der Nutzungsdauer von Produkten auf ihre Umweltwirkung: Schaffung einer Informationsgrundlage und Entwicklung von Strategien gegen „Obsoleszenz“*. Umweltbundesamt. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte\\_11\\_2016\\_einfluss\\_der\\_nutzungsdauer\\_von\\_produkten\\_obsoleszenz.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_11_2016_einfluss_der_nutzungsdauer_von_produkten_obsoleszenz.pdf)
- Prinz, A., & Pawelzik, M. (2006). *Warum macht Konsum nicht glücklich?* In P. Kos-

- owski & B. P. Priddat (Eds.), *Ethik des Konsums* (pp. 35–58). Brill Deutschland.
- Private Konsumausgaben und Verfügbares Einkomme. (2021). Statistisches Bundesamt. Retrieved March 30, 2022, from <https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Volkswirtschaftliche-Gesamtrechnungen-Inlandsprodukt/Publikationen/Downloads-Inlandsprodukt/konsumausgaben-pdf-5811109.html>
- Quadrini, F., Santo, L., & Musacchi, E. (2018). *A sustainable molding process for new rubber products from tire recycling*. *Progress in Rubber, Plastics and Recycling Technology*, 35(1), 41–55. <https://doi.org/10.1177/1477760618798274>
- Quartz Business Media. (2020, October 20). *International Aluminium Institute publishes global recycling data*. Aluminium International Today. Retrieved April 9, 2022, from <https://aluminiumtoday.com/news/international-aluminium-institute-publishes-global-recycling-data>
- Reporteur, S. (2021, January 19). *Gummi schmelzen » Warum und wie passiert das?* Hausjournal.net. Retrieved June 10, 2022, from <https://www.hausjournal.net/gummi-schmelzen>
- Roser, M. (2013, November 24). *Economic Growth*. Our World in Data. Retrieved March 30, 2022, from <https://ourworldindata.org/economic-growth>
- Salonen, A. O., & Konkka, J. (2015). *An Ecosocial Approach to Well-Being: A Solution to the Wicked Problems in the Era of Anthropocene*. *Foro de Educación*, 13(19), 19–34. <https://doi.org/10.14516/fde.2015.013.019.002>
- Schwesig, A., & Riise, B. (2016, June). *PC/ABS recovered from shredded WEEE*. *Plastics Engineering*. <https://read.nxtbook.com/wiley/plasticsengineering/june2016/technicalpaper.html>
- Scoones, I., Smalley, R., Hall, R., & Tsikata, D. (2019, May). *Narratives of scarcity: Framing the global land rush*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.06.006>
- Slijkhuis, C. (2020, May). *Average composition of WEEE plastics for recycling*. EERA Recyclers. <https://www.eera-recyclers.com/files/weee-plastics-volumes-and-composition-in-the-eu-may-2020.pdf>
- Sliz, S. (2019, May). *Das Problem des WEEE Recyclings sind die schwarzen Kunststoffe*. *Plasticker*. <https://plasticker.de/news/showartikel.php?id=254&be-griff=schwarze+Kunststoffe&backto=/news/searchartikel.php>
- Spinney, J., Burningham, K., Cooper, G., Green, N., & Uzzell, D. (2012). *‘What I’ve found is that your related experiences tend to make you dissatisfied’: Psychological obsolescence, consumer demand and the dyna-*

- mics and environmental implications of de-stabilization in the laptop sector Psychological obsolescence, consumer demand and the dynamics and environmental implications of de-stabilization in the laptop sector. Journal of Consumer Culture, 12(3), 347–370. <https://doi.org/10.1177/1469540512456928>*
- Statista. (2021a, March 4). Global e-waste generation 2010–2019. Retrieved May 9, 2022, from <https://www.statista.com/statistics/499891/projection-ewaste-generation-worldwide/>
- Statista. (2021b, July 27). E-waste collection and recycling rates worldwide 2019, by region. Retrieved April 15, 2022, from <https://www.statista.com/statistics/1253099/ewaste-collection-recycling-rates-worldwide-by-region/>
- Stengel, O. (2011). *Suffizienz - Die Konsumgesellschaft in der ökologischen Krise*. oekom Verlag, Gesellschaft für ökologische Kommunikation mbH.
- Stevenson, R. (2019, October 4). Endangered elements. *Physics World*. Retrieved March 28, 2022, from <https://physicsworld.com/a/endangered-elements/>
- Swing, K. (2019, May). The globalized thought process in relation to natural resources. *Anais da Academia Brasileira de Ciências (2019) 91(Suppl. 3): e20190236. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201920190236>*
- Süddeutsche Zeitung. (2019, October 8). Umweltbelastung Internet - Clouds voller CO2. *Süddeutsche.de*. Retrieved June 15, 2022, from <https://www.sueddeutsche.de/kultur/internet-co2-fussabdruck-1.4628731>
- Thuy Nguyen, R., Diaz, L. A., Devin Imholte, D., & Lister, T. E. (2017, June). *Economic Assessment for Recycling Critical Metals from Hard Disk Drives Using a Comprehensive Recovery Process*. Idaho National Laboratory. [http://wiki.ban.org/images/9/94/Economic\\_Assessmsnet\\_of\\_Recycling\\_Critical\\_Metals\\_from\\_Hard\\_Disk.pdf](http://wiki.ban.org/images/9/94/Economic_Assessmsnet_of_Recycling_Critical_Metals_from_Hard_Disk.pdf)
- Ugreen. (2021, May 21). Why Is Aluminum Widely Used in the Electronics Industry. UGREEN. Retrieved April 9, 2022, from <https://blog.ugreen.com/aluminum-in-electronics/>
- Umweltbundesamt. (2022, March 15). Indicator: Greenhouse gas emissions. Retrieved April 15, 2022, from <https://www.umweltbundesamt.de/en/data/environmental-indicators/indicator-greenhouse-gas-emissions#at-a-glance>
- United Nations. (n.d.). Population. Retrieved March 30, 2022, from <https://www.un.org/en/global-issues/population>
- United Nations. (n.d.). Population. Retrieved March 30, 2022, from <https://www.un.org/en/global-issues/population>
- Vanden. (2020a, July 23). PA Plastic Collection and Recycling | Vanden Recycling.

- Retrieved April 2, 2022, from <https://www.vandenrecycling.com/en/what-we-do/buy-and-sell-plastic/pa/>
- Vanden. (2020b, July 23). Recycle Scrap Polycarbonate Plastic | Vanden Recycling. Retrieved April 2, 2022, from <https://www.vandenrecycling.com/en/what-we-do/buy-and-sell-plastic/pc/>
- Vihaan, Y. (2022, January 15). ABS plastic recycling – everything you need know. 3DRIFIC. Retrieved April 1, 2022, from <https://3drific.com/abs-plastic-recycling-everything-you-need-know/>
- Wang, J., & Hsu, Y. (2019, October). Does Sustainable Perceived Value Play a Key Role in the Purchase Intention Driven by Product Aesthetics? Taking Smartwatch as an Example. MDPI.
- Wang, Y. (2021, November). A conceptual framework of contemporary luxury consumption. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2021.10.010>
- Webster, V., Anderson, K., Stables, T., & Harding, T. (2022, January 19). New EU initiative on consumer 'right to repair' Lexology. Retrieved June 15, 2022, from <https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=5d70ff98-ad70-4aa6-a714-20a624b088b8>
- Wenzel, E., Kirig, A., & Rauch, C. (2007). Zielgruppe LOHAS. Zukunftsinstitut.
- World Population Review. (2022, March 30). 2022 World Population by Country. Retrieved March 30, 2022, from <https://worldpopulationreview.com>
- Ye, R. (2020, August 11). The best manufacturing options for electronics enclosures. 3ERP. Retrieved March 31, 2022, from <https://www.3erp.com/blog/the-best-manufacturing-options-for-electronics-enclosures/>
- Ylä-Mella, J., & Pongrácz, E. (2016, November). Drivers and Constraints of Critical Materials Recycling: The Case of Indium. MDPI. <https://www.mdpi.com/2079-9276/5/4/34/pdf>
- Yoshimura, A., Daigo, I., & Matsuno, Y. (2013, January). Global Substance Flow Analysis of Indium (2013 Volume 54 Issue 1 Pages 102–109). J-STAGE. <https://doi.org/10.2320/matertrans.M2012279>
- Zhang, K., Wu, Y., Wang, W., Li, B., Zhang, Y., & Zuo, T. (2015, September). Recycling indium from waste LCDs: A review. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.07.015>

# ABBILDUNGSVERZEICHNIS / LIST OF FIGURES

- Abb./Fig.1 Feuerstein / Flint: Group of Egyptian predynastic stone tools. (n.d.). [Photograph]. Galeriegolconda. <https://galeriegolconda.com/object/implementation-stone-egypt-predynastic-tools-scrapping-weapon-knives/>
- Abb./Fig.2 Indium: [Indium]. (n.d.). Goldengates. <https://goldengates.de/en/buy-indium/>
- Abb./Fig.3 Bayan-Obo-Mine: Google Earth Pro V 7.3.4.8573. (March 24, 2022). Bayan Obo, Baotou, Innere Mongolei, China. 41°47'44.36"N, 109°58'27.32"E, Eye alt 7,35 km. 2022 CNES / Airbus / Maxar Technologies. <http://www.earth.google.com> [Juni 18, 2022]
- Abb./Fig.4 Silizium: [Silicon]. (n.d.). <https://thequantuminsider.com/> 2022/03/19/4-quantum-computing-companies-working-with-silicon-technology/
- Abb./Fig.5 Solarpark Bhadla I: Google Earth Pro V 7.3.4.8573. (March 24, 2022). Bhadla Solar Park, Rajasthan, India. 27°29'39.55"N, 71°58'16.43"E, Eye alt 16,21 km. 2022 CNES Maxar Technologies. <http://www.earth.google.com> [Juni 18, 2022].
- Abb./Fig.6 Solarpark Bhadla II : Google Earth Pro V 7.3.4.8573. (March 24, 2022). Bhadla Solar Park, Rajasthan, India. 27°27'58.81"N, 71°59'17.58"E, Eye alt 2,35 km. 2022 CNES Maxar Technologies. <http://www.earth.google.com> [Juni 18, 2022].
- Abb./Fig.7 Schredder / Shredder: ERI. (2014, March 18). Largest E-Waste Shredder At Electronic Recyclers. Youtube. Retrieved June 21, 2022, from <https://www.youtube.com/watch?v=erQZz9yBegI>
- Abb./Fig.8 Aluminium Recycling: [Metal recycling]. (n.d.). Thermofisher. [https://www.thermofisher.com/blog/wp-content/uploads/2016/02/is-tock\\_000017553696\\_medium1.jpg](https://www.thermofisher.com/blog/wp-content/uploads/2016/02/is-tock_000017553696_medium1.jpg)
- Abb.9 VW Käfer: <https://i.pinimg.com/originals/f0/1b/9e/f01b9e436a44dd3a08b72bf2f9b11b77.jpg>
- Abb./Fig.10 Punk: [Punk]. (n.d.). I.Pinimg. <https://i.pinimg.com/originals/3f/46/da/3f46da4815783f7cc423e89abfb5efe9.jpg>
- Abb./fig.11 Bourgeoisie: Studiocanal. (n.d.). Der diskrete Charme der Bourgeoisie [Photography]. Film-Rezensionen. <https://www.film-rezensionen.de/2020/02/der-diskrete-charme-der-bourgeoisie/>

- Abb./Fig.12 Tasse Kaffee / Cup of coffee: British soldiers drinking coffee, 1940 | J. Smith/Fox Photos/ Getty Images
- Abb./Fig.13 Schaufenster / Shop window: dpa. (n.d.). [Shop Window]. Stuttgarter-Zeitung. <https://www.stuttgarter-zeitung.de/gallery.70-jahre-waehrungsreform-das-d-mark-wunder.cb598d67-e54b-458c-b594-1fe9ba40725a.html>
- Abb./Fig.14 Black Fiday 2017: NURPHOTO & GETTY IMAGES. (2022). Black Friday 2020 could be a more subdued affair than in previous years, owing to the ongoing . . . [+] [Photograph]. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/davidrvetter/2020/11/24/this-is-how-black-friday-hurts-the-planet-but-attitudes-are-changing/?sh=47d68b162863>
- Abb./Fig.15 Obsoleszenz / Obsolescence: Basierend auf: Jaeger-Erben, M. (2019). Eine Frage der Kultur? Gesellschaftliche Treiber von Obsoleszenz. In E. Poppe & J. Longmuß (Eds.), Geplante Obsoleszenz (pp. 185). Transcript Verlag.
- Abb./Fig.16 Multi-level perspective bei Transitionen / Multi-level perspective on transitions: Basierend auf: Geels, F. W., & Schot, J. (2017). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 36, 399–417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>
- Abb./Fig.17 Transformationspfad / Transformation pathway: Basierend auf: Geels, F. W., & Schot, J. (2017). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 36, 399–417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>
- Abb./Fig.18 Mariupol, Ukraine, Februar 2022: Maxar Technologies/AP. (2022, March 19). The aftermath of the airstrike on the Mariupol Drama Theater, center, and the area around it in Mariupol, Ukraine, in a satellite image from March 19. [Satellite Image]. The Washington Post. <https://www.washingtonpost.com/national-security/2022/03/22/ukraine-mariupol-russia-stall/>
- Abb./Fig.19 Technologischer Substitutionspfad/ Technological substitution pathway: Basierend auf: Geels, F. W., & Schot, J. (2017). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 36, 399–417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>
- Abb./Fig.20 Luxus-Merkmale und Luxuskompetenzen / Luxury Characteristics and Luxury Competences: Basierend auf: Adapted from Wang, Y. (2021, November). A conceptual framework of contemporary luxury consumption. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2021.10.010>
- Abb./Fig.21 Freitag Rucksack / Freitag Backpack: Freitag. (n.d.). F49 FRINGE Back-

pack [Photography]. Freitag.Ch. <https://www.freitag.ch/de/bags/backpacks>

Abb./Fig.22 Solarpaneele / Solar panels: Eigene Darstellung, basierend auf: Widemann, W. (2017, December 15). Hier steht sie schon: die Freiflächenfotovoltaikanlage am nördlichen Ortsrand von Oberndorf. In Marxheim zeigt man sich kritisch ob der Planungen eines Solarparks bei Kienberg. [Photograph]. Augsburg-Allgemeine. <https://www.augsburger-allgemeine.de/donauwoerth/Marxheim-Ein-Solarpark-und-seine-Schatten-seite-id43553831.html>

Abb./Fig.23 Pfandautomat / Deposit machine: <https://www.expatica.com/app/uploads/sites/6/2014/05/pfand-1920x1080.jpg>

Abb./fig.24 Setzling / Seedling: Eigene Darstellung, basierend auf: [Seedling]. (n.d.). Pixabay. <https://pixabay.com/de/photos/duerre-trieb-pflanzen-trieb-5326247/>

Abb./Fig.25 Windrad / Wind turbine: Eigene Darstellung, basierend auf: [Wind turbine]. (n.d.). theGreenage. <https://www.thegreenage.co.uk/an-introduction-to-domestic-wind-turbines/>

Abb./Fig.26 Brotbrechen / Breaking of Bread: Eigene Darstellung, basierend auf: Kalaene, J. & dpa. (n.d.). Essensausgabe des Foodtrucks in Berlin [Photograph]. Domradio. <https://www.domradio.de/artikel/prominente-unterstuetzung-fuer-die-mobile-kantine-frank-zander-gibt-30000-euro-fuer-caritas>

Abb./Fig.27 Altreifen / Old tires: Eigene Darstellung, basierend auf: [Tires]. (n.d.). Pngwing. <https://www.pngwing.com/en/free-png-zgmvd/download>

Abb./Fig.28 Sonnenblume / Sunflower: Eigene Darstellung, basierend auf: Hoelzl, M. (2010, January 1). Sonnenblume (*Helianthus annuus*) [Photograph]. Wikipedia. [https://de.wikipedia.org/wiki/Sonnenblume#/media/Da-tei:2010\\_sonnenblume\\_\(Helianthus\\_annuus\).JPG](https://de.wikipedia.org/wiki/Sonnenblume#/media/Da-tei:2010_sonnenblume_(Helianthus_annuus).JPG)

Abb./Fig.29 Mind blown Meme: Eigene Darstellung, basierend auf: [Mind Blown Meme]. (n.d.). 10.Wp. <https://i0.wp.com/culturalhistoryoftheinternet.com/wp-content/uploads/2020/11/expanded-brain.jpg?fit=1200%2C1200&ssl=1>

Abb./Fig.30 Einkaufswagen / Shopping cart: Eigene Darstellung, basierend auf: AT\_studio Pro Models\_3D. (n.d.). Empty Shopping Cart [Rendering]. Free3d. <https://free3d.com/3d-model/empty-shopping-cart-4572.html>

Abb./Fig.31 Mangrove: Eigene Darstellung, basierend auf: 09 Vegetal Mangrove 03. (2019, May 22). [Rendering]. Deviantart. <https://www.deviantart.com/>

coolzero2a/art/09-Vegetal- Mangrove-03-798645907

Abb./Fig.32 Ariel Sharon Park - ehemalige Mülldeponie / former landfill: Eigene Darstellung, basierend auf: [Ariel Sharon Park]. (n.d.). Greenhawks-media. <https://greenhawksmedia.net/2015/03/17/from-stinky-hill-to-green-lung-a-landfill-transformed-into-an-eco-park/>

Abb./Fig.33 Strom tanken / Refuel electricity: Eigene Darstellung, basierend auf: [Refueling electric car]. (n.d.). TechCrunch. <https://techcrunch.com/wp-content/uploads/2019/06/GettyImages-969031392.jpg?w=1390&crop=1>

Abb./Fig.34 Schachfiguren / Chess pieces: Eigene Darstellung, basierend auf: [Chess pieces]. (n.d.). Aubaho. <https://www.aubaho.de/deko/sonstiges/5008/schachfiguren-34cm-figur-pferd-koenig-dame-schach-gusseisen-eisen-im-antik-stil>

Abb./Fig.35 Reefscapers: Eigene Darstellung, basierend auf: [Reefscapers]. (n.d.). Conservation Careers. <https://www.conservation-careers.com/conservation-jobs-careers-advice/interviews/restoring-reefs-from-little-pieces/>

Abb./fig.36 Backcasting: Eigene Darstellung

Abb./Fig.37 LOHAS in den Sinus-Milieus / LOHAS in the Sinus-Milieus: Adapted from Glöckner, A., Balderjahn, I., & Peyer, M. (2010). Die LOHAS im Kontext der Sinus-Milieus. *Marketing Review St. Gallen*, 27(5), 38. <https://doi.org/10.1007/s11621-010-0076-8>

Abb./Fig.38 Karl Clauss Dietel: Kunstsammlungen Chemnitz. (n.d.). [Klauss Dietel]. RadioChemnitz. <https://www.radiochemnitz.de/beitrag/kunstsammlungen-wuerdigen-lebenswerk-von-clauss-dietel-691785/>

Abb./Fig.39/fig.Apple iPhone-Formentwicklung / Apple iPhone Shape Development: [Evolution of the iPhone]. (n.d.). iPhoneLife. <https://www.iphonelife.com/content/evolution-iphone-every-model-2007-2016>

Abb./Fig.40Kollage/ Collage: Eigenen Darstellung

Abb./Fig.41Gusspfannen / Cast iron pans: Eigene Darstellung basierend auf: [Cast iron pan]. (n.d.). Special-Trends. <https://special-trends.de/moebel-wohnen/kueche/kuechenhelfer/2272/gusseisen-pfanne-xxl-oe-43-cm-paella-grill-pfanne-gusspfanne-mit-griff-rund>

Abb./Fig.42 Lautsprecher Teile / Speaker parts: Eigene Darstellung, basierend auf: McLellan, T. (n.d.). <https://edition.cnn.com/style/article/design-things-come-apart-todd-mcLellan/index.html?gallery=%2F%2Fcdn.cnn.com%2Fcdnnext%2Fdam%2Fassets%2F190715113737-things-come-apart-4.jpg> [Photograph]. CNN. <https://edition.cnn>

com/style/article/design-things-come-apart-todd-mclellan/index.html? gallery=%2F%2Fcdn.cnn.com%2Fcdnnext%2Fdam%2Fassets%2F190715113737-things-come-apart-4.jpg

Abb./Fig.43 Recyceltes Granulat / Recycled granulate: Eigene Darstellung, basierend auf: [Recycled granules]. (n.d.). Shooting Equipment. [https://www.shootingequipment.de/out/pictures/master/product/1/100458\\_Sauer\\_Kunststoffgranulat\\_fuer\\_Kniendrollen\\_1.jpg](https://www.shootingequipment.de/out/pictures/master/product/1/100458_Sauer_Kunststoffgranulat_fuer_Kniendrollen_1.jpg)

Abb./Fig.44 Kunststoffabfälle / Plastic waste: Eigene Darstellung, basierend auf: [Plastic Waste]. (n.d.). Israel21. <https://www.israel21c.org/the-company-solving-the-dirty-secret-of-recycled-plastic/>

Abb./Fig.45 Auto-Rahmen / Car frame: Eigene Darstellung, basierend auf: [Car frame]. (n.d.). Leichtbau BW. [https://www.leichtbau-bw.de/fileadmin/user\\_upload/hm\\_web.jpg](https://www.leichtbau-bw.de/fileadmin/user_upload/hm_web.jpg)

Abb./Fig.46 Goldbarren / Gold bar: Eigene Darstellung, basierend auf: [Gold Bar]. (n.d.). Moroder Scheideanstalt. <https://www.moroder-scheideanstalt.de/goldbarren-ankauf/>

Abb./Fig.47 Kollage II / Collage II: Eigene Darstellung

Abb./Fig.48 Kopfmassage / Scalp massage: Eigene Darstellung, basierend auf: [Scalp massage]. (n.d.). Kaufland. <https://media.cdn.kaufland.de/product-images/1024x1024/dfc87c70832892db4330dd38844b3c00.jpg>

Abb./Fig.49 Reichsapfel: Eigene Darstellung, basierend auf: Arnoldius. (2019, October 12). Der Reichsapfel des Heiligen Römischen Reiches [Photograph]. Wikipedia. [https://de.wikipedia.org/wiki/Reichsapfel#/media/Datei:Imperial\\_Orb\\_of\\_the\\_HRE.jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Reichsapfel#/media/Datei:Imperial_Orb_of_the_HRE.jpg)

Abb./Fig.50 Blaulicht / Blue light: Eigene Darstellung, basierend auf: [Siren]. (n.d.). Techgalerie. [http://www.techgalerie.com/images/3209/3209\\_super\\_zoom.zom](http://www.techgalerie.com/images/3209/3209_super_zoom.zom)

Abb./Fig.51 Hammer: Eigene Darstellung, basierend auf: [Claw hammer]. (n.d.). Shop-GrayTools. <https://shopgraytools.com/products/claw-hammer#gallery>

Abb./Fig.52 Milchkarton / Milk carton: Eigene Darstellung, basierend auf: [Milk carton]. (n.d.). Freedom Media. <https://freedom.media/cartons-with-a-conscience/>

Abb./Fig.53 Einkaufstüten / Shopping bags: Eigene Darstellung, basierend auf: Bramwell, A., Moment, & Getty Images. (n.d.). [Grocery bags on counter]. Green Living. <https://greenliving.lovetoknow.com/image/225740-grocerybags.jpg>

Abb./Fig.54 Kollage III / Collage III: Eigene Darstellung

Abb./Fig.55 Jim Nature Portable Television (Philippe Starck): Eigene Darstellung, basierend auf: [“Jim Nature” TV-set, 1994]. (n.d.). Auction.Fr. [https://www.auction.fr/\\_en/lot/jim-nature-tv-set-1994-philippe-starck-jim-nature-tv-set-1994-h-37-5-x-40-11370605](https://www.auction.fr/_en/lot/jim-nature-tv-set-1994-philippe-starck-jim-nature-tv-set-1994-h-37-5-x-40-11370605)

Abb./Fig.56 bewusster Einkauf / Conscious purchase: Eigene Darstellung, basierend auf: [Birkenstock]. (n.d.). Birkenstock Hahndorf. <https://birkenstock-hahndorf.com.au/products/birkenstock-classic-madrid-regular-fit-birko-flor-nubuck-mocha#2189505724470-2>

Abb./Fig.57 Lenkrad / Steering wheel: Eigene Darstellung, basierend auf: [Steering Wheel]. (n.d.). Momo. <https://momo.com/en-gb/product/heritage-eu/steering-wheels-heritage-eu/heritage-indy/>

Abb./Fig.58 Wassily Chair (Marcel Breuer): Eigene Darstellung, basierend auf: [Wassily Chair]. (n.d.). AmbienteDirect. [https://www.ambientedirect.com/knoll-international/limited-edition-wassily-sessel\\_pid\\_1314717.html?nodds=1](https://www.ambientedirect.com/knoll-international/limited-edition-wassily-sessel_pid_1314717.html?nodds=1)

Abb./Fig.59 Hemp Chair (Werner Aisslinger): Eigene Darstellung, basierend auf: [Hemp Chair]. (n.d.). Moio Hemp. <http://www.moiohemp.com/product/moio-hemp-plastic-chair/>

Abb./Fig.60 'demontierte' Lenovo Dockingstation/ 'disassembled' Lenovo docking station: Eigene Darstellung

Abb./Fig. 61 ABS Recycling/ABS recycling: WLK 20 SJ. (2016, December 28). [Photograph]. Weimar. <https://weima.com/de/zerkleinern/kunststoff/>

Abb./Fig. 62 Kuwait Reifen Friedhof/Kuwait tyre graveyard: Tires. (2021, September 7). [Photograph]. New York Post. <https://nypost.com/wp-content/uploads/sites/2/2021/09/tires-41.jpg?quality=75&strip=all&w=1535>

Abb./Fig.63 Pressform für Altreifengranulat/Mould for waste tyre granulate: Eigene Darstellung

Abb./Fig.64 Dockingstation Front/Docking Station front: Eigene Darstellung

Abb./Fig.65 Dockingstation Rückseite/Docking Station back side: Eigene Darstellung

Abb./Fig.66 Explosion Dockingstation I/Explosion Docking Station I: Eigene Darstellung

Abb./Fig.67 Explosion Dockingstation II/Explosion Docking Station II: Eigene Darstellung

*Abb.68 Punkt. MP02: Webb, G. (22-03-24). Uninterrupted Moments [Photograph].  
Punkt. [https://www.punkt.ch/repoimg/Homepage/2022/Uninterrupted-Moments/x3701-prod\\_zoom-Punkt.jpg.pagespeed.ic.ApaBVl8zDA.jpg](https://www.punkt.ch/repoimg/Homepage/2022/Uninterrupted-Moments/x3701-prod_zoom-Punkt.jpg.pagespeed.ic.ApaBVl8zDA.jpg)*

*Abb./Fig.69 Modellbau der Gummischalen/ Prototyping the rubber shells:  
Eigene Darstellung*

*Abb./Fig.70 Gummigranulat und gepresste Gummischale/Rubber granulate and pressed  
rubber shell: Eigene Darstellung*

*Abb./Fig.71 Entwurf: Wasserhahn/ Draft: Water tap: Eigene Darstellung*

*Abb./Fig.72 Interaktion mit Einstellrad an Prototyp/ Interaction with setting wheel on  
prototype: Eigene Darstellung*

*Abb./Fig.73 Time Switch: Eigene Darstellung*

*Abb./Fig.74 Explosion Time Switch: Eigene Darstellung*

*Abb./Fig.75 Steckereinheit/Plug unit: Eigene Darstellung*

*Abb./Fig.76 Hard Drive Case offen/Hard Drive Case open: Eigene Darstellung*

*Abb./Fig.77 Hard Drive Case geschlossen/Hard Drive Case closed: Eigene Darstellung*

*Abb./Fig.77 Explosion Hard Drive Case:Eigene Darstellung*

*Abb./Fig.78 SATA Festplatte/ SATA hard disk: Eigene Darstellung*

# EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG

nach § 19 Absatz 1 der Studien- und Prüfungsordnung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Alle Ausführungen, die wörtlich oder sinngemäß übernommen wurden, sind als solche gekennzeichnet.

Schwäbisch Gmünd, 27.06.2022



Jan Sagasser



Raphael Jung