

Master Thesis

**CIRCULAR DESIGN
IM BEREICH
FAST FURNITURE**

Jonathan Popp



Fakultät für Innenarchitektur, Architektur und Design

Studiengang: Innenarchitektur und Möbeldesign

Circular Design im Bereich Fast Furniture

Circular Design in the Fast Furniture sector

Master Thesis von Jonathan Popp

Datum der Abgabe: 16.01.2023

Erstprüferin: Prof. Anette Ponholzer

Zweitprüfer: Prof. Kilian Stauss





INHALTSVERZEICHNIS

1 EINLEITUNG	6
2 GRUNDLAGEN	7
2.1 Fast Furniture	8
2.1.1 <i>Begriffseinordnung Fast Furniture</i>	8
2.1.2 <i>Der Fast Furniture Trend</i>	8
2.2 Kreislaufwirtschaft	10
2.2.1 <i>Das lineare Wirtschaftsmodell</i>	10
2.2.2 <i>Die Limitierung des linearen Systems</i>	10
2.2.3 <i>Geplante Obsoleszenz</i>	11
2.2.4 <i>Definition und Begriffseinordnung Kreislaufwirtschaft</i>	11
2.2.5 <i>Recycling für die Kreislaufwirtschaft</i>	13
2.2.6 <i>Politik, Zivilgesellschaft und Unternehmen in der Kreislaufwirtschaft</i>	14
2.2.7 <i>Die Rolle der DesignerInnen in der Kreislaufwirtschaft</i>	15

3 CIRCULAR DESIGN	16
3.1 Definition Circular Design	17
3.2 Circular Design Grundsätze	18
3.2.1 <i>Product service systems (PSS)</i>	20
3.2.2 <i>Service Design</i>	20
3.2.3 <i>Cradle to Cradle Design</i>	20
3.3 Circular Design Strategien	24
3.3.1 <i>Circular Design Framework nach Bocken et al.</i>	25
3.3.2 <i>Zirkuläre Produktdesignstrategien</i>	25
3.5 EcoDesign	27
4 ENTWURF	28
4.1 Analyse	29
4.1.1 <i>Serviceanalyse</i>	29
4.1.2 <i>Möbelanalyse</i>	30
4.2 Konzeption	36
4.2.1 <i>Definition Kreislaufziel</i>	36
4.2.2 <i>Designstrategie</i>	36

4.2.3 <i>Use-Case</i>	37
4.2.4 <i>Produktanforderungen</i>	39
4.2.5 <i>Konzeptbeschreibung</i>	40
4.3 Entwurf	41
4.3.1 <i>Materialauswahl</i>	41
4.3.2 <i>Konstruktion</i>	42
4.3.3 <i>Farbkonzept</i>	48
4.3.4 <i>Visualisierung CIRCLEboard</i>	49
4.3.5 <i>Detailansichten</i>	51
4.4 Prototyping	54
4.4.1 <i>Prototyping Fotos</i>	54
4.4.2 <i>Prototyp Fotos</i>	55
5 FAZIT	57
6 LITERATURVERZEICHNIS	58
7 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	66
8 ABBILDUNGSVERZEICHNIS	67
9 TABELLENVERZEICHNIS	70
10 EIDESTAATLICHE ERKLÄRUNG	71

1

EINLEITUNG

Der Klimawandel gilt als eine der größten Herausforderungen unserer Zeit. Unser lineares und durch Gewinnmaximierung getriebenes Wirtschaftssystem ist einer der Hauptgründe für Ressourcenraubbau und die Verursachung von Müll. Die Ressourcen auf dem Planeten Erde sind begrenzt und der Earth Overshoot Day viel 2022 auf den 28. Juli [1]. Fakt ist, dass etwas verändert werden muss. Die Verantwortung liegt bei jedem Einzelnen, egal, ob Verbraucher, Unternehmer oder Politiker. Als eine vielversprechende Maßnahme für eine nachhaltige Zukunft gilt die Einführung einer Kreislaufwirtschaft. Mit dieser Arbeit möchte ich meinen Beitrag zu einer nachhaltigen Wirtschaft leisten und auf das Thema Circular Design aufmerksam machen. In dieser Arbeit wird der Fast Furniture Trend analysiert und Möglichkeiten der Müllvermeidung durch Circular Design, in diesem Bereich geprüft. Darüber hinaus wird das Themengebiet des Circular Designs in Verbindung mit der Kreislaufwirtschaft geschärft und ein Konzept eines Produktkreislaufes sowie ein kreislauffähiges Produkt in der Fast Furniture Sparte entwickelt. In vorliegender Arbeit werden zuerst die Grundlagen erörtert, anschließend das Thema Circular Design im Detail analysiert und abschließend die Entwurfsentwicklung dokumentiert.

2

GRUNDLAGEN

In diesem Kapitel werden die Grundlagen des Circular Designs, der Kreislaufwirtschaft und des Fast Furniture Trends beschrieben.

2.1 Fast Furniture

Da der Begriff *Fast Furniture* in der wissenschaftlichen Literatur keine Verwendung findet, wird in diesem Abschnitt der Arbeit ausnahmsweise auf Blogartikel zurückgegriffen.

2.1.1 *Fast Furniture Begriffseinordnung*

Am häufigsten wird *Fast Furniture* als Trend in der Möbelindustrie beschrieben, der dem Fast-Fashion-Trend sehr ähnlich ist. Ebenso wie bei Fast Fashion geht es bei *Fast Furniture* darum kurzlebige Massenware herzustellen die als Konsum- und Lifestyleprodukte vertrieben werden. Diese Möbel werden weder nachhaltig noch qualitativ hochwertig produziert [1]. *Fast Furniture* sind meist sehr kostengünstig und schwer zu reparieren, was zu wiederkehrendem Kaufen und Wegwerfen führt. Daraus folgt, dass Möbel zunehmend als Wegwerfartikel behandelt werden [2].

Eine umfassende Definition liefert Designerin Jo-Anne Kupiec:

„Fast furniture by definition is furniture that is made quickly and meant to last for a short period of time (between 1 – 5 years). Fast furniture is meant to be on trend and break quickly so that you can toss it and purchase the next trendy piece of furniture. Hopefully at the same great price that you purchased the first one.“ [4]

2.1.2 *Der Fast Furniture Trend*

Der Fast Furniture Trend lässt sich unter anderem dadurch erklären, dass im Jahr 2021 64,2 % der deutschen über 14 Jahren beim Kauf von Möbeln und Einrichtungsgegenständen eher auf den Preis als auf die Marke achteten [5]. Ikea ist seit einigen Jahren mit Abstand das beliebteste Möbelgeschäft in Deutschland [6] zudem ist Deutschland ist gleichzeitig auch das umsatzstärkste Land für den Möbelhändler Ikea [7]. Darüber

hinaus ist Ikea auch das größte Unternehmen im Möbelhandel nach Umsatz in Deutschland [8] und daher werden u. a. Daten von Ikea in der vorliegenden Arbeit zur Analyse des Fast Furniture Trends genutzt. Ca. 58 % der deutschen Bevölkerung, ist es wiederum wichtig, dass das Unternehmen, bei dem sie einkaufen sozial und ökologisch verantwortlich handelt [9]. Demnach zeigt sich zusätzlich zum Preisbewusstsein der Deutschen auch ein ökologisches Bewusstsein und stützt somit die zugrunde liegende These der Notwendigkeit kreislauffähiger Produkte in der Fast Furniture Sparte.

In Tabelle 1 ist aufgeführt, dass gute 50 % der Deutschen, die in den letzten zwei Jahren bei IKEA eingekauft haben, in den nächsten zwei Jahren wieder vorhaben, Möbel oder Einrichtungsgegenstände für das Wohnzimmer zu kaufen. In den Bereichen Esszimmer, Küche, Schlafzimmer, Kinderzimmer, Badezimmer und Gartenmöbel haben durchschnittlich nur 31,1 % vorher genannter Personen vor in den nächsten zwei Jahren wieder einzukaufen. Demzufolge ist die Dringlichkeit kreislauffähiger Möbel und Einrichtungsgegenstände für das Wohnzimmer am höchsten einzustufen [4, S. 27–34].

Tabelle 1: IKEA-Kunden in Deutschland nach Kaufabsicht von Möbeln und Einrichtungsgegenständen in den nächsten zwei Jahren nach einem Einkauf (2021). *In Anlehnung an* [4, S. 27–34]

Bereich	Wohnzimmer	Esszimmer	Küche	Schlafzimmer	Kinderzimmer	Badezimmer	Gartenmöbel
Anteil in %	50,7	31,5	29,5	34,7	29,3	28,0	33,8

2.2 Kreislaufwirtschaft

In diesem Kapitel werden die Grundlagen zur Kreislaufwirtschaft dargestellt.

2.2.1 Das lineare Wirtschaftsmodell

In der linearen Wirtschaft werden Ressourcen aus der Umwelt entnommen und anschließend in Produkte umgewandelt (siehe Abbildung 1). Diese Produkte werden verwendet bzw. konsumiert und abschließend entsorgt [11, S. 27]. Als primäres Ziel unternehmerischen Handelns gilt Gewinnmaximierung [11, S. 28]. So ist es zum Beispiel üblich, geplante Obsoleszenz (siehe auch 2.2.3) einzubauen, sogar bei Produkten, die länger hätten halten können, um Platz für neue Produkte zu schaffen [12, S. 1]. Zusätzliche Kosten durch den Klimawandel, den Verlust der Biodiversität oder negative Auswirkungen auf Gesundheit werden nicht berücksichtigt und der Bevölkerung auferlegt [11, S. 27]. Der Recycling-Prozess beginnt erst mit der Entsorgung eines Produktes und ist somit häufig nicht Teil des Geschäftsmodells eines Unternehmens. 2020 lag die Recyclingquote von Siedlungsabfällen in der Europäischen Union bei 47,8 %. Das heißt, dass über die Hälfte der im Alltag anfallenden Abfälle nicht in einen Kreislauf zurückgeführt werden [13].

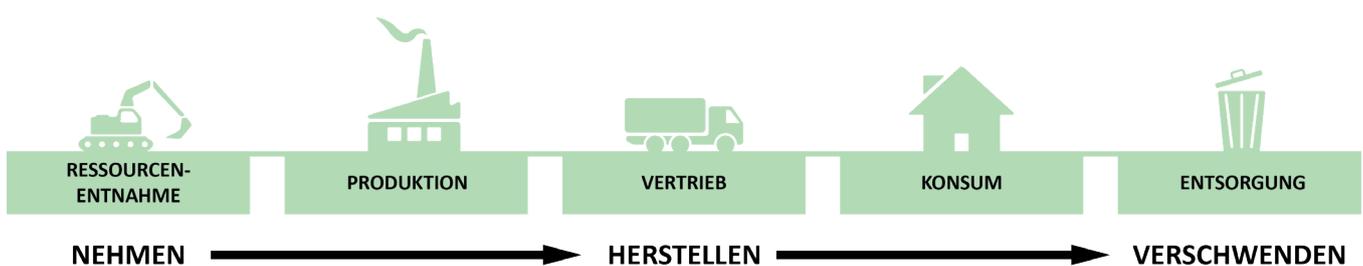


Abbildung 1: Lineares Wirtschaftssystem. Von der Ressourcenentnahme bis zur Entsorgung

2.2.2 Die Limitierung des linearen Systems

Das grundlegende Merkmal unserer Wirtschaft hat sich im Laufe ihrer Entwicklung kaum verändert. Ein lineares Modell des Ressourcenverbrauchs, das dem Muster *nehmen - herstellen - entsorgen* folgt, hat sich etabliert. Unternehmen gewinnen Materialien,

verwenden sie zur Herstellung eines Produkts und verkaufen das Produkt an den Verbraucher, der es nach der Verwendung, wenn es seinen Zweck nicht mehr erfüllt, entsorgt. Während die Verbesserung der Ressourceneffizienz und die Erforschung neuer Energieformen vorangetrieben wurde, ist der Materialverlust und die Entsorgung vernachlässigt worden. Ein System, welches auf dem Verbrauch von Ressourcen basiert, führt jedoch zu großen Wertverlusten entlang der gesamten Wertschöpfungskette [14, S. 14]. Das lineare Produktionsmodell führt also in mehrfacher Hinsicht zum unnötigen Ressourcenverlust und trägt so zu einer Verschlechterung der Umweltqualität bei [15, S. 10].

2.2.3 Geplante Obsoleszenz

Im Kern geht es in unserem Wirtschaftssystem um Gewinnmaximierung. Ob geplante Obsoleszenz in Fast Furnituren Anwendung findet, ist unklar, dennoch wird der Begriff in diesem Abschnitt näher erläutert, um grundsätzliche Überlegungen im linearen Wirtschaftsmodell zu verdeutlichen. Im Wesentlichen bedeutet geplante Obsoleszenz Produktalterung absichtlich oder vorzeitig herbeizuführen. Ob geplante Obsoleszenz wirklich praktiziert wird oder, ob die Zunahme schwer reparierbarer Produkte mit kurzer Lebensdauer durch die Globalisierung und den wachsenden Preis- und Wettbewerbsdruck sowie anderer Faktoren ausgelöst wird, ist umstritten [16, S. 3f]. Zu unterscheiden ist zwischen der Lebensdauer und der Nutzungsdauer eines Produktes. So ist die Lebensdauer eines Produktes abhängig vom Nutzungspotential, also der gewünschten Funktion, der Werkstoffauswahl sowie der Konstruktion und Komponenten. Die Nutzungsdauer eines Produktes unterliegt jedoch dem Nutzungsinteresse des Nutzers [16, S. 14].

2.2.4 Definition und Begriffseinordnung Kreislaufwirtschaft

Laut dem Umweltbundesamt steht der Begriff *Kreislaufwirtschaft* für die Idee einer zirkulären Wirtschaftsweise. Somit spielt der Wert von Materialien, Gütern und den damit

einhergehenden Umweltwirkungen eine zentrale Rolle in der Kreislaufwirtschaft. Produkte sollen langlebiger werden, Rohstoffe effizienter eingesetzt werden und Abfälle sowie Emissionen möglichst vermieden werden. Recycling, energetische Verwertung und sichere Stoffkreisläufe sind elementar für eine funktionierende Kreislaufwirtschaft [15, S. 10]. Dem Umweltbundesamt zufolge spielt die Kreislaufwirtschaft bei der Einführung nachhaltiger Produktions- und Konsummuster eine entscheidende Rolle. Es räumt aber auch ein, dass noch nicht abschließend gesagt werden kann, inwiefern die Kreislaufwirtschaft die Erwartungen zur Erhaltung des Ökosystems und der Bekämpfung des Klimawandels erfüllen kann [15, S. 11].

Kirchherr et al. kommen durch ihre Analyse von 114 Definitionen zur Kreislaufwirtschaft zu dem Ergebnis, dass die Kreislaufwirtschaft am häufigsten als eine Kombination aus Reduzieren, Wiederverwenden und Recyceln dargestellt wird [17, S. 221].

Im Kern geht es in der Kreislaufwirtschaft also darum, Ressourcen effizienter zu nutzen, Produktlebenszyklen zu verlängern, Materialien zu recyceln und den CO₂-Ausstoß sowie Abfall zu minimieren [18, S. 5].

Eine umfassende Definition zur Kreislaufwirtschaft liefert die Ellen MacArthur Foundation (siehe auch Abbildung 2):

„A circular economy is an industrial system that is restorative or regenerative by intention and design. It replaces the ‘end-of-life’ concept with restoration, shifts towards the use of renewable energy, eliminates the use of toxic chemicals, which impair reuse, and aims for the elimination of waste through the superior design of materials, products, systems, and, within this, business models.“ [14, S. 7].

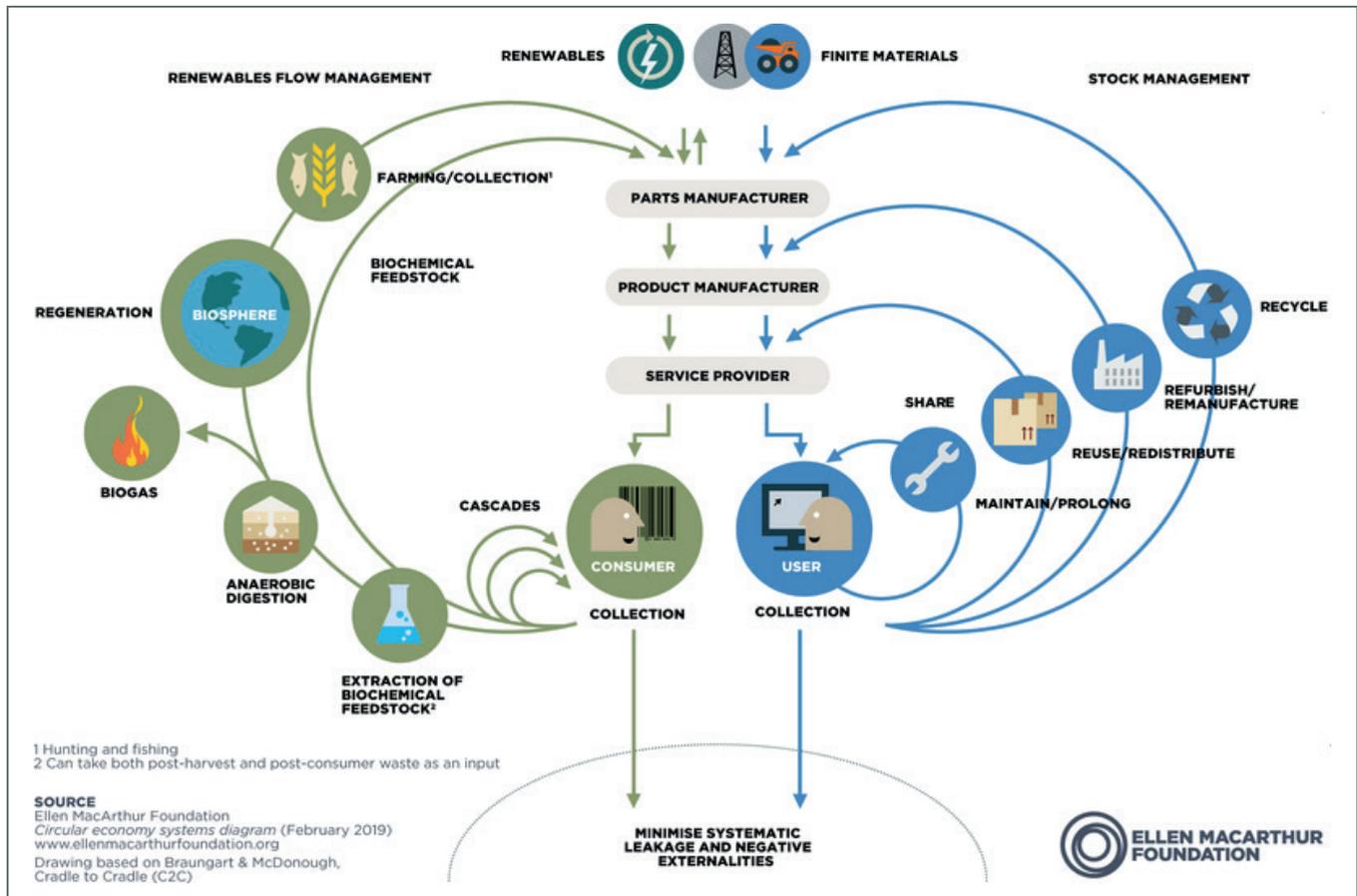


Abbildung 2: Kreislaufwirtschaft. Von der Ressourcenentnahme über den technologischen oder den biologischen Kreislauf [19]

2.2.5 Recycling für die Kreislaufwirtschaft

Es gibt vier verschiedene Arten von Recycling. Das primäre, sekundäre, tertiäre und quartäre Recycling ([20], zit. n. [21, S. 312]). Um zu verstehen, welche Recycling-Methoden für die Kreislaufwirtschaft infrage kommen, werden zuerst die Begriffe *Upcycling* und *Downcycling* erläutert. Upcycling wird oft als ein Prozess betrachtet, bei dem Abfallmaterialien in etwas Höherwertiges mit besserer Qualität umgewandelt werden [22, S. 28]. Downcycling wiederum bedeutet, dass Abfallmaterialien bei ihrer Verarbeitung Wert und Qualität verlieren [23, S. 1168]. Damit kommen Recycling-Methoden, die Materialien downcycle für die Kreislaufwirtschaft nicht infrage, da damit das Entsorgen nur herausgezögert wird. Hierunter fällt die Recycling-Methoden sekundäres Recycling. Das quartäre Recycling kommt für eine Kreislaufwirtschaft ebenfalls nicht infrage, da hier lediglich die Energie aus den Materialien zurückgewonnen wird ([20], zit. n. [21, S. 312]). Für die Kreislaufwirtschaft bleiben also das primäre und das tertiäre Recycling.

Primäres Recycling

Beim primären Recycling wird ein Material so aufbereitet, dass es für das gleiche oder ein anderes hochwertiges Produkt verwendet werden kann ([24], zit. n. [25, S. 149]).

Tertiäres Recycling

Das tertiäre Recycling umfasst das chemische Recycling. Hier werden feste Kunststoffe, durch Wärme oder chemische Behandlung, in chemische Zwischenprodukte umgewandelt, die wieder als Ausgangsstoffe zur Herstellung neuer Materialien genutzt werden können [26, S. 896].

2.2.6 Politik, Zivilgesellschaft und Unternehmen in der Kreislaufwirtschaft

Laut dem Umweltbundesamt tragen *„In einer Kreislaufwirtschaft [...] alle Akteure innerhalb von Produktlebenszyklen und entlang von Materialwertschöpfungsketten eine Verantwortung für das Erreichen der Ziele der Kreislaufwirtschaft.“* [15, S. 32].

Eine wesentliche Rolle in der Kreislaufwirtschaft nimmt die Umweltpolitik ein, deren Aufgabe es ist, durch geeignete Maßnahmen dem Verursacher von Umweltbelastungen die entstehenden Kosten anzulasten. Zum einen sind hier die ProduzentInnen und InverkehrbringerInnen zu nennen. Deren Verantwortung liegt zum Beispiel in der Abfallvermeidung, dem kreislaufgerechten Design und einer umweltgerechten Produktion. Zum anderen spielen die KonsumentInnen eine mitentscheidende Rolle, wobei deren Verantwortung in der Konsumententscheidung sowie der Länge der Nutzung eines Produktes liegt. Auch bei der Abfallentsorgung müssen die KonsumentInnen in die Pflicht genommen werden und zur Abfallminimierung sowie ordnungsgemäßen Entsorgung bereit sein [15, S. 32].

2.2.7 Die Rolle der DesignerInnen in der Kreislaufwirtschaft

In der Kreislaufwirtschaft kommt den DesignerInnen eine zentrale Schlüsselrolle zu [14, S. 9]. Dabei ist es entscheidend, die Nutzungsdauer der Produkte zu verlängern und ihre Rolle im System zu verändern [27, S. 10]. Der Fokus liegt auf der Gestaltung gesamter Stoffkreisläufe, in denen ökonomische, ökologische und soziale Aspekte berücksichtigt werden müssen. Außerdem sollte Produkten neue Verwendungszwecke zugeschrieben werden und mit neuen Geschäftsmodellen verbunden werden können [11, S. 24]. Also müssen die DesignerInnen, um die neuen Herausforderungen der Kreislaufwirtschaft zu bewältigen, ihr Denken neu ausrichten. Weg von dem produktzentrierten Fokus hin zu einem systembasierten Ansatz [28, S. 9]. Die zentrale Designdisziplin ist hierbei das Circular Design, welches in der Kreislaufwirtschaft eine zentrale Rolle einnimmt [14, S. 9].

3

CIRCULAR DESIGN

Im vorausgehenden Kapitel wurden die grundlegenden Themen zu Fast Furniture und zur Kreislaufwirtschaft erörtert und deren AkteureInnen sowie die Rolle der DesignerInnen in einem solchen System dargestellt. In diesem Kapitel wird zudem Circular Design als für die Kreislaufwirtschaft notwendige Designdisziplin beschrieben und die dafür notwendigen Strategien erläutert.

3.1 Definition Circular Design

Die Ellen MacArthur Foundation definiert Circular Design wie folgt:

„Circular design, i.e., improvements in material selection and product design (standardisation/modularisation of components, purer material flows, and design for easier disassembly) are at the heart of a circular economy.“ [14, S. 9].

Demzufolge spielt Circular Design eine Schlüsselrolle in der Kreislaufwirtschaft.

3.2 Circular Design Grundsätze

Professor Dr. Michael Braungart unterscheidet zwischen zwei Materialflüssen, dem *Cradle-to-Grave*- und dem *Cradle-to-Cradle*-Fluss. *Cradle-to-Grave* steht hierbei für die Materialflüsse des linearen Systems, während *Cradle to Cradle* die Materialflüsse in einem zirkulären System benennt [21, S. 309]. Stahel unterscheidet zudem zwei grundlegende Arten von Kreisläufen, die Wiederverwendung von Gütern und das Recycling von Materialien ([29][30], zit. n. [21, S. 309]). Um die Grundsätze des Circular Designs zu erläutern, hilft es den Begriff *Design for X* zu verwenden und zu verstehen. *Design for X* (Dfx) ist ein Oberbegriff für viele Designmethoden und -philosophien, die helfen, das Bewusstsein der DesignerInnen bezüglich bestimmter und wichtiger Eigenschaften eines Produktes zu schärfen. Um die Umweltauswirkungen eines Produktes zu verbessern, gibt es mehrere Dfx-Ansätze [31, S. 19]. Eine Taxonomie der Dfx-Ansätze von De los Rios und Charnley zeigt (siehe Tabelle 2), wie die Dfx-Ansätze in das Systemdenken einbezogen werden können, um die Rolle des Designs hingehend zur Kreislaufwirtschaft zu verändern. Durch den systembasierten Ansatz könnten DesignerInnen darüber entscheiden, welche Kreislaufstrategien je nach Geschäftsmodell eingesetzt werden sollten [32, S. 6]. Um den neuen Anforderungen und Fragestellungen gerecht zu werden, müssen DesignerInnen im Circular Design den wirtschaftlichen Kontext und das Geschäftsmodell, in das das Produkt eingebettet werden soll, berücksichtigen [33, S. 523].

Tabelle 2: Taxonomie der Dfx-Ansätze auf der Grundlage von De los Rios und Charnley.

In Anlehnung an [32, S. 7]

Dfx approach	Circular Design Strategy	Design Focus
Design for resource conservation	Design for resource conservation	Design for closing resource loops
	Design for reduce resource consumption	Design for reduce resource consumption
Design for resource conservation	Design for long life use of products	Design for reliability and durability
		Design for product attachment and trust
		Design for extending product life
	Design for dematerialising products	
	Design for multiple cycles	Design for resource recovery
Whole Systems Design	Design for systems change	Design to reduce environmental backpacks
		Design for Regenerative Systems

3.2.1 *Product service systems (PSS)*

Als PSS bezeichnet man eine Kombination von Produkten und Dienstleistungen in einem System, das den Verbrauchern Funktionalität bietet und seine Bedürfnisse erfüllt [34, S. 18]. Durch ein PSS werden alternative Produktnutzungsszenarien geschaffen, die die Umweltauswirkungen von Produkten verringern können ([35], zit. n. [36, S. 223]). Somit ist ein PSS ein strategischer Entwurf, der darauf abzielt, ein System von Produkten, Dienstleistungen und Kommunikation zu integrieren sowie sich auf neue Organisationsformen fokussiert. Eine Neukonfiguration der Rollen im System erfolgt, durch das Interesse von Kunden und anderen Interessengruppen ([37], zit. n. [36], S. 223]).

3.2.2 *Service Design*

Zirkuläre Geschäftsmodelle beruhen weitestgehend auf der Erbringung und Gestaltung neuer und innovativer Dienstleistungen und somit ist Service Design für die Kreislaufwirtschaft von entscheidender Bedeutung [38, S. 461]. Service-DesignerInnen visualisieren, formulieren und choreografieren Dienstleistungen aus der Perspektive von Kunden. Sie beobachten und interpretieren Bedürfnisse und übersetzen diese in Dienstleistungen [39, S. 361].

3.2.3 *Cradle to Cradle Design*

Beschrieben wurde das Cradle to Cradle Konzept im Jahr 2002 von McDonough und Braungart. Sie kritisieren den *eco-efficiency* Ansatz der Industrie und fordern den *eco-effectiveness* Ansatz zu verfolgen ([40], zit. n. [41, S. 2]). *Eco-efficiency* bedeutet im Kern, dass mit weniger mehr erreicht werden kann. Es kann also mehr Produkt- und Dienstleistungswert erreicht werden und gleichzeitig weniger Abfall sowie weniger Ressourcenverbrauch und Toxizität verursacht werden. Dieses Konzept geht allerdings von einem linearen Wirtschaftssystem aus und folgt nach wie vor dem Cradle to Grave Materialfluss (siehe auch 3.2). Im Gegensatz dazu erlaubt das *eco-effectiveness* Konzept einen extra-

vaganten Ressourceneinsatz und ermöglicht kurze Produktlebenszyklen, vorausgesetzt alle verwendeten Materialien werden in einem Kreislauf als produktive Ressourcen beibehalten. Der *eco-effectiveness* Ansatz zielt darauf ab, zyklische Materialflusssysteme zu erschaffen, in denen die Materialqualität und -produktivität erhalten bleibt [42, S. 1338]. Cradle to Cradle Design ermöglicht die Entwicklung nachhaltiger Industriesysteme und stellt einen Rahmen für die Gestaltung von Produkten und industriellen Prozessen, indem Materialien in Stoffkreisläufen gehalten werden. Dabei wird prinzipiell zwischen technischen und biologischen Kreisläufen unterschieden. Ein biologischer Kreislauf setzt voraus, dass Materialien biologisch zersetzbar sind und somit einfach in die natürlichen Kreisläufe zurückgeführt werden können. Als biologisch abbaubare Materialien gelten in diesem Kontext Materialien, die keine Gefahr für lebende Systeme darstellen und durch die Zurückführung in die Umwelt biologische Prozesse speisen. Ein technischer Kreislauf wiederum kann auch synthetische oder mineralische Materialien beinhalten, welche jedoch in einem geschlossenen Kreislauf gehalten werden müssen. Diese Materialien werden für Dienstleistungsprodukte verwendet, wo das Produkt zwar von Kunden genutzt wird, aber Eigentum der HerstellerInnen bleibt. Durch die Strategie des Dienstleistungsproduktes müssen die Kunden keine Verbindlichkeiten bezüglich des Materials eingehen und die HerstellerInnen verlieren keine wertvollen Ressourcen. Dabei gilt es als HerstellerIn oder HandelsvertreterIn eine langfristige Beziehung zu wiederkehrenden Kunden über viele Produktlebenszyklen hinweg aufzubauen und zu pflegen.

Um den Übergang von *eco-efficiency* zu *eco-effectiveness* zu bewerkstelligen, kann sowohl das Produkt als auch das industrielle System durch Cradle to Cradle Design umgestaltet bzw. neugestaltet werden. Die Cradle to Cradle Strategie gliedert sich in folgende fünf Schritte [42, S. 1343]:

1. Frei von...

Im ersten Schritt muss ein Unternehmen eine Übersicht über die gefährlichsten Stoffe in seinen Produkten erstellen. Mit der Komplexität eines Produktes steigt auch die Komplexität dieser Aufgabe. Gefährliche Stoffe sind z. B. Quecksilber, Kadmium und Blei, aber auch andere Stoffe, die krebserregend, teratogen¹, mutagen oder endokrine Disruptoren² sind oder unter Verdacht dessen stehen.

2. Persönliche Präferenz

Im zweiten Schritt müssen Stoffe ausgewählt werden, die in dem Produkt enthalten sein sollen. Ein detailliertes Wissen über Auswirkungen der Stoffe auf ökologische und menschliche Systeme während des gesamten Lebenszyklus wird angestrebt. Nur selten liegen detaillierte wissenschaftliche Kenntnisse über das toxikologische Profil eines Materials über den gesamten Lebenszyklus vor. Die Entscheidungen sollten auf Grundlage der am besten verfügbaren Informationen und der persönlichen Prioritäten getroffen werden.

3. Die passive Positivliste

Schritt drei umfasst eine systematische Bewertung der Inhaltsstoffe eines Produkts. Diese Stoffe werden nach ihren toxikologischen und ökotoxikologischen Eigenschaften klassifiziert. Um einschätzen zu können, ob ein kreislauffähiges Produkt entwickelt werden kann, ist die Erstellung einer passiven Positivliste nötig. Diese ordnet die Stoffe nach ihrer Eignung für biologische Kreisläufe. In PSS können giftige Stoffe akzeptiert werden, insofern sie in einem geschlossenen System gehalten werden können. So soll eine sichere Rückgewinnung gewährleistet werden, bis ein geeigneter Ersatzstoff gefunden wird.

1 Fehlbildungen bewirkend [43].

2 Chemikalien, welche die natürliche Wirkweise von Hormonen stören und dadurch schädliche Effekte hervorrufen [44].

4. Die aktive Positivliste

In Schritt vier wird die passive Positivliste optimiert. Dies ist so lange nötig, bis alle Stoffe für biologische oder technische Kreisläufe genutzt werden können.

5. Neuerfindung

Schritt fünf fokussiert sich auf die Neuerfindung der Beziehung zwischen Produkt und Kunden. Die Verflechtung ökologischer, sozialer und wirtschaftlicher Systeme steht hier im Vordergrund. Das Produkt muss aus Perspektive der zu erbringenden Dienstleistung, der Bedürfnisse der Kunden sowie der sozialen und ökologischen Systeme entwickelt werden [42, S. 1343–1345].

Wurde ein Produkt nach Cradle to Cradle Design entworfen, kann eine Zertifizierung erfolgen. Das *Cradle to Cradle Products Innovation Institute* (C2CPII) in San Francisco stellt das *Cradle to Cradle Zertifikat* für kreislauffähige Materialien aus [45]. Dieses steigert die Glaubwürdigkeit eines umwelt-intelligenten Designs eines Produktes. Das Zertifikat bezeugt die Verwendung gesunder, wiederverwertbarer und umweltsicherer Ressourcen, den Einsatz regenerativer Energieformen, einen verantwortungsvollen Umgang mit Wasser und eine Strategie zu sozialen Verpflichtungen eines Unternehmens. Zu erhalten ist das Zertifikat als *Basis, Silber, Gold* oder *Platin*, je nachdem welche Produktkriterien erreicht worden sind [46].

3.3 Circular Design Strategien

Strategien dienen dazu, ein vorher definiertes Ziel zu erreichen. Circular Design Strategien können auf unterschiedlichen Ebenen umgesetzt werden, z. B. auf Produkt-, Geschäfts-, Dienstleistungs- oder Gesetzesebene. Um ein Kreislaufziel zu erreichen, ist es wichtig, dass alle Beteiligten die ausgewählten Strategien unterstützen. Designstrategien sind grundsätzlich in technische und nicht-technische Strategien zu gliedern. Zu den technischen Strategien zählen z. B. *Design für Montage und Demontage*, *Design für Modularität* sowie *Design für Reparierbarkeit*. Zu den nicht-technischen Strategien zählen beispielsweise *Design für zeitlose Ästhetik*, *Design für die Produktbindung* oder *Design für die Zufriedenheit*, hier geht es insbesondere um das Verbraucherverhalten. Im folgenden wird ausschließlich bezug auf technische Strategien genommen.

Die Beziehung zwischen Produktdesign und neuen Geschäftsmodellen erfährt zunehmend Aufmerksamkeit, weshalb eine Korrelation zwischen den beiden Fachbereichen zu beobachten ist [47, S. 6]. Mehrere Wissenschaftler befassten sich mit Circular Design Strategien. Besonders Bocken et al. betonen 2016 die Verbindung zwischen *circular business model strategies* und *circular product design strategies* in ihrem Artikel *Product design and business model strategies in a circular economy* [21, S. 309]. Beide Fachbereiche müssen eine gemeinsame Strategie verfolgen, um den Übergang zur Kreislaufwirtschaft zu bewältigen.

Im Wesentlichen lassen sich in den technischen Designstrategien zwei übergeordnete Circular Design Strategien festlegen, die wiederum in weitere Strategien gegliedert werden können. Zum einen *Design for slowing resource loops* und zum anderen *Design for closing resource loops*. *Design for slowing resource loops* zielt darauf ab, die Lebensdauer von Produkten zu verlängern und damit den Ressourcenfluss zu verlangsamen, während *Design for closing resource loops* den Kreislauf zwischen dem Nutzungsende und der Produktion schließt und einen Ressourcenkreislauf erschafft [21, S. 309].

3.3.1 Circular Design Framework nach Bocken et al.

Im Folgenden wird das Circular Design Framework nach Bocken et al. beschrieben. Die Unterteilung zwischen *Design for slowing resource loops* und *Design for closing resource loops* wird beibehalten und die einzelnen Strategien in diese klassifiziert. Darüber hinaus werden im Folgenden die zwei Teilbereiche des Circular Designs, das *circular product design* und das *circular business modelling* erläutert und differenziert (siehe Abbildung 3). Das Circular Design Framework, entwickelt von Bocken et al., zeigt, dass zuallererst ein Kreislaufziel bzw. eine Vision definiert werden muss, bevor die Circular Produktdesign Strategien und zirkulären Geschäftsmodellstrategien detailliert geplant werden können. Zudem ist relevant, dass Design- und Geschäftsmodellstrategien in Verbindung miteinander umgesetzt werden sollten, um einen Übergang zur Kreislaufwirtschaft erfolgreich umsetzen zu können [21, S. 315–317].

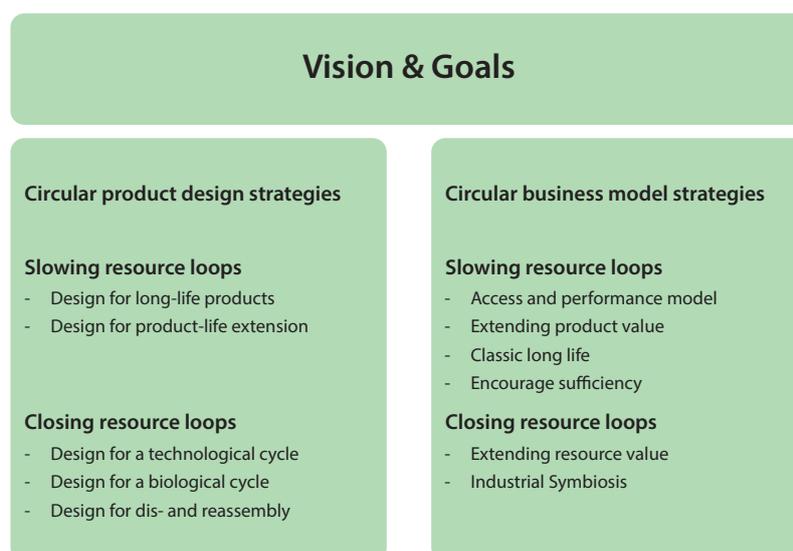


Abbildung 3: Circular economy product and business model strategy framework. In Anlehnung an [21, S. 316].

3.3.2 Zirkuläre Produktdesignstrategien

In diesem Kapitel werden die Strategien aus Abbildung 3 (siehe 3.3.1) näher beschrieben. Das Framework nach Bocken et al. zeigt das Zusammenspiel zwischen Produktdesign und Geschäftsmodellentwicklung in der Kreislaufwirtschaft und hebt die Wichtigkeit der Zusammenarbeit dieser Bereiche hervor. Der Entwurf in dieser Masterarbeit

bezieht sich jedoch nur auf Produkt- und Servicedesign, weshalb im Folgenden lediglich die Produktdesignstrategien für *Closing resource loops* genannt werde, da nur diese für den Entwurf in vorliegender Masterarbeit relevant sind.

Design for a technological cycle

Diese Designstrategie eignet sich gut für PSS-Lösungen. Bei der Gestaltung von technologischen Kreisläufen ist das Ziel, dass Materialien kontinuierlich und sicher in neue Materialien oder Produkte recycelt werden können [21, S. 311]. Hierunter gliedert sich auch die Strategie *Design for Recycling*, bei der es gilt geeignete recycelbare Materialien, die zur Herstellung eines Produktes verwendet werden können, zu identifizieren. Diese Materialien sollten die Funktionalität des Produktes nicht beeinträchtigen. Das Produktrecycling, die Demontage und andere vorbereitende Arbeiten müssen bei der Gestaltung berücksichtigt werden [48, S. 5].

Design for a biological cycle

Diese Strategie eignet sich für Produkte, die während des Gebrauchs verbraucht oder abgenutzt werden. Hier ist es wichtig, sichere und gesunde Materialien zu verwenden, die über ihren Lebenszyklus hinweg Nahrung für natürliche Systeme darstellen.

Design for Disassembly and reassembly

Design for Disassembly and reassembly eignet sich sowohl für technologische als auch für biologische Kreisläufe. Produkte so zu gestalten, dass Teile und Materialien leicht trennbar und wieder zusammensetzbar sind, ist Ziel dieser Strategie [21, S. 311].

3.4 EcoDesign

An dieser Stelle wird der Begriff EcoDesign kurz erläutert, um die Relevanz langfristiger Entwicklungsstrategien in der Kreislaufwirtschaft und im Circular Design hervorzuheben. EcoDesign oder auch *Öko-Design* wird häufig synonym mit *Design for Sustainability*, *Life Cycle Design* oder ähnlichen Begriffen verwendet. Eine klare Definition des Begriffs *EcoDesign* gibt es nicht [51, S. 3]. Im weitesten Sinne wird EcoDesign als Integration von Umweltaspekten in die Produktentwicklung definiert [51, S. 3], [52, S. 99]. Eine umfassende Definition des Begriffs EcoDesign beschreiben Borchard et al. 2011 in ihrem Artikel *Redesign of a component based on ecodesign practices: environmental impact and cost reduction achievements* auf Grundlage der Arbeit von Fiksel 1996, 2006:

EcoDesign is „[...] a set of project practices oriented to the creation of eco-efficient products and processes, ecodesign has as its main goal the reduction of product environmental impact during a product's life cycle, which is composed of raw materials, production, distribution, use and final destination.“([53],[54], zit. n. [55, S. 49f]).

Da EcoDesign als Tool der *eco-efficiency* dem Cradle to Grave Prinzip dient und damit keine langfristigen nachhaltigen Entwicklungsstrategien bietet, ist EcoDesign für Circular Design nicht relevant. Dennoch wurde das Thema in dieser Arbeit beleuchtet, um die Rolle des Produktdesigns in der Kreislaufwirtschaft zu konkretisieren.

4

ENTWURF

In den vorherigen Kapiteln wurde die Theorie zur Kreislaufwirtschaft, des Circular Designs und des Fast Furniture Trends beschrieben und erläutert. In Kapitel 2.1.2 wurde deutlich, dass die Dringlichkeit kreislauffähiger Möbel und Einrichtungsgegenstände für das Wohnzimmer, im Vergleich zu anderen Wohnbereichen, am höchsten einzustufen ist. Da sowohl das Regalsystem *BILLY* als auch das Regalsystem *KALLAX* zu den meistverkauften Möbeln von IKEA zählen [56], wird in vorliegender Masterthesis ein kreislauffähiges Wohnzimmerregal entwickelt. Im Folgenden wird die Produktentwicklung dieses kreislauffähigen Wohnzimmerregals dokumentiert und dargestellt.

4.1 Analyse

In diesem Kapitel werden für die Produktentwicklung relevante Serviceangebote sowie Produktlösungen im Möbelbereich analysiert.

4.1.1 Serviceanalyse

Im Folgenden wird die Analyse von Serviceangeboten in der Fast Furniture Sparte, die erste Ansätze der Kreislaufwirtschaft zeigen, dokumentiert.

Serviceanalyse IKEA

IKEA ist ein Unternehmen, welches das lineare Wirtschaftsmodell zur Wertschöpfung nutzt. Aktuell werden jedoch erste Ansätze zur Circularity eingeführt. Der Service *Zweite Chance* ist der erste dieser Art. Um es den Kunden zu erleichtern, alte und noch gute Möbel in einem Kreislauf zu halten, können gebrauchte Möbel nun an das Unternehmen zurückverkauft werden. Diese werden wiederum als Secondhand Möbel weiterverkauft. Für diesen Service kommen ausschließlich einwandfreie, saubere, zusammengebaute und korrekt montierte Möbel infrage. Somit ist der Service unter genannten Voraussetzungen limitiert. Polstermöbel oder auch Möbel die im Freien verwendet wurden kommen hierfür nicht infrage. Küchen oder Artikel mit Glas können ebenfalls in diesem Service nicht berücksichtigt werden [57].

Serviceanalyse OTTO

Die OTTO Group, der drittgrößte Möbelhändler Deutschlands, hat erste Konzepte zur Kreislaufwirtschaft entwickelt. Zu nennen ist der Reparaturservice, wo Kunden angeboten wird u. a. Möbel reparieren zu lassen, um die Produkte länger im Gebrauch zu lassen und somit die Umwelt zu schonen [58].

Serviceanalyse WYE Design

WYE Design bietet zu 100 % kreislauffähige Möbel. Das Unternehmen bietet seinen Kunden an, ihre WYE-Möbel, die sie nicht mehr brauchen, zurückzunehmen. Die Kunden bekommen eine Gutschrift über 10 % des Verkaufspreises des zurückgegebenen Produktes und WYE kann daraus wieder neue Möbel herstellen [59].

4.1.2 Möbelanalyse

In diesem Abschnitt werden Fast Furniture und kreislauffähige Möbel analysiert. U. a. werden in beschriebenen Möbeln Spanplatten verbaut. Zur Herstellung von Spanplatten wird Melaminformaldehydharz verwendet. Formaldehyd kann im Wohnbereich ausdünsten und eine auf die Gesundheit der BewohnerInnen schädliche Wirkung haben [61].

BILLY Bücherregal

„Schätzungsweise alle fünf Sekunden kauft jemand irgendwo auf der Welt ein BILLY Regal.“[60]

Das Regalsystem *BILLY* (siehe Abbildung 4) von IKEA ist standartmäßig mit den in Abbildung 5 gekennzeichneten Maßen erhältlich. Es kann auch in anderen Ausführungen erworben und mit weiteren *BILLY-Elementen* erweitert werden. Laut IKEA kann das Regal dem Recycling oder der Energiegewinnung zugeführt werden. Das Regal besteht aus Spanplatten, Papierfolie, Kunststoffeinfassungen, Melaminfolie, Hartfaserplatten sowie Farbe [60].



Abbildung 4: BILLY Bücherregal. [60]

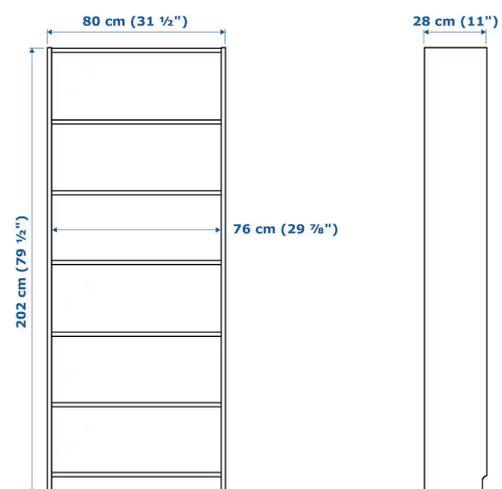


Abbildung 5: BILLY Bücherregal Maße. [60]

KALLAX Regal

Das Regal kann sowohl stehend als auch liegend als Sideboard verwendet werden und mit Einsätzen und Fächern individuell genutzt werden (siehe Abbildung 6 und 7). Es ist in verschiedenen Farben erhältlich, in Eicheneffekt, Grau/Holzeffekt, Hochglanz Weiß, Schwarzbraun und Weiß. Das Regal besteht aus Spanplatten, Hartfaserplatten, Acrylfarbe, Papierfüllung in Wabenstruktur, Kunststoffeinfassungen, Folie und ABS-Kunststoff [62].



Abbildung 6: KALLAX Regal. [62]

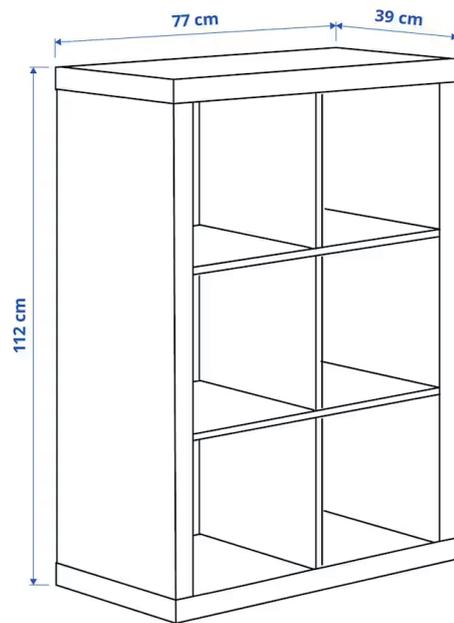


Abbildung 7: KALLAX Regal Maße. [62]

FJÄLLBO Regal

Ein rustikales, erweiterbares Regal mit Holzböden und Metallrahmen (siehe Abbildung 8 und 9). Das Regal besteht aus Stahl, Pulverbeschichtung auf Epoxidharz-/Polyesterbasis, massiver Kiefer, Beize und klarem Acryllack [63].



Abbildung 8: FJÄLLBO Regal. [63]

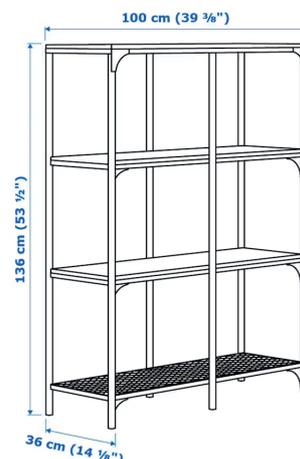


Abbildung 9: FJÄLLBO Regal Maße. [63]

EKENABBEN Regal

Das Regal besteht aus unbehandeltem massivem Espenholz und pulverbeschichteten Stahl auf Epoxidharz-/Polyesterbasis (siehe Abbildung 10 und 11). Das Holz kann durch Abschleifen aufgefrischt oder selbst lackiert werden. Laut IKEA ist das Regal langlebig und kann recycelt werden [64].



Abbildung 10: EKENABBEN Regal. [64]

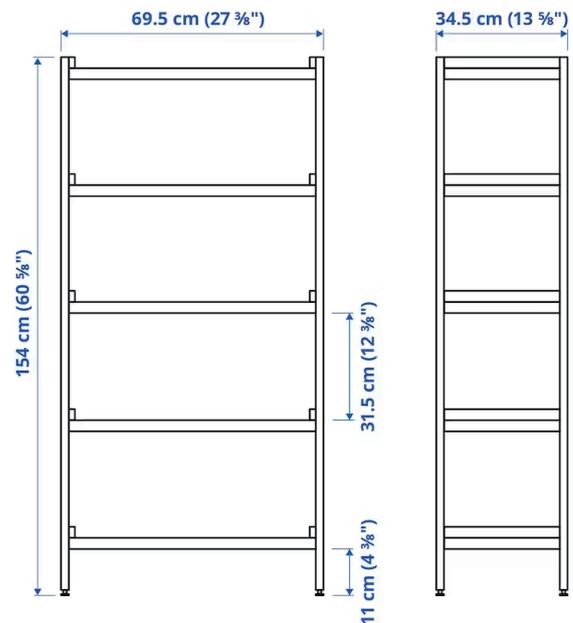


Abbildung 11: EKENABBEN Regal Maße. [64]

LACK Wandregal

Dieses Regal wird an der Wand befestigt und besteht aus Spanplatten, Papierfüllung in Wabenstruktur, Hartfaserplatten, Kunststoffeinfassungen und Acrylfarbe (siehe Abbildung 12). Das Produkt ist in Weiß, Schwarzbraun und Eicheneff was erhältlich [65].



Abbildung 12: LACK Wandregal. [65]

IVAR Regal

Ein Regal, mit frei platzierbaren Böden, aus unbehandeltem Massivholz und verzinktem Stahl (siehe Abbildung 13). Das Regal *IVAR* von IKEA ist standardmäßig mit den in Abbildung 14 gekennzeichneten Maßen erhältlich [66].



Abbildung 13: IVAR Regal. [66]

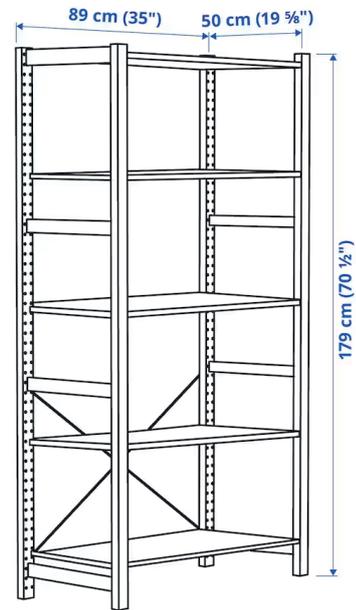


Abbildung 14: IVAR Regal Maße. [66]

MID.YOU Regal

Ein Regal im Industrial Style aus pulverbeschichteten Gusseisen, Flachpressplatten und einer 3D-Folie, die Holzqualität nachbilden soll [67] (siehe Abbildung 15 und 16).



Abbildung 15: MID.YOU. [67]

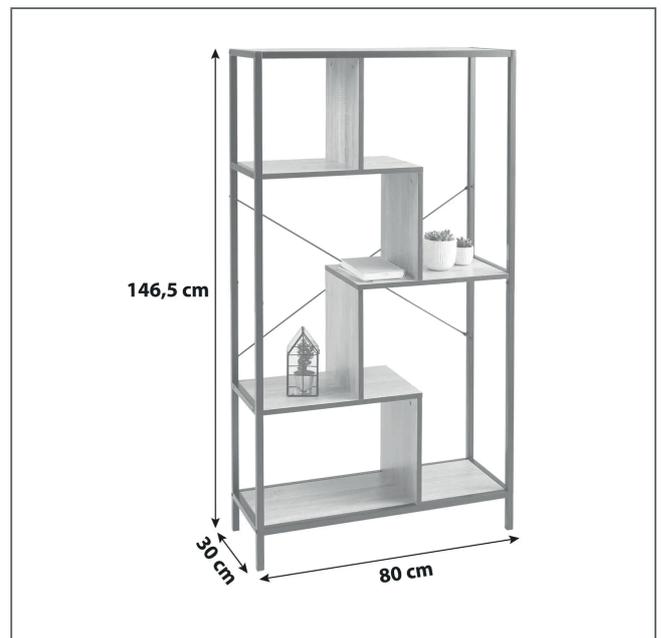


Abbildung 16: MID.YOU Maße. [67]

USM Möbelbausystem

Ein modulares Möbelbausystem, mit dem sich Bücherregale und Vitrinen entwerfen lassen [68] (siehe Abbildung 17 und 18). USM bietet modulare Produktlösungen, die ein Leben lang halten und Cradle to Cradle (siehe 3.2.3) zertifiziert sind [69].



Abbildung 17: USM Möbelbausystem. [68]



Abbildung 18: USM Möbelbausystem. [68]

Lowboard chamfer

Das Lowboard chamfer ist ein kreislauffähiges Möbel, das aus *Neolign* und pulverbeschichteten Stahl gefertigt wird (siehe Abbildung 19). Es ist modular und somit leicht auf- bzw. abbaubar sowie sortenrein trennbar. Darüber hinaus wird es fair in der EU produziert [70]. *Neolign* ist ein kreislauffähiges Material auf Holzbasis. Es besteht zum Großteil aus Holzspänen, Farbe und Polymeren [71].

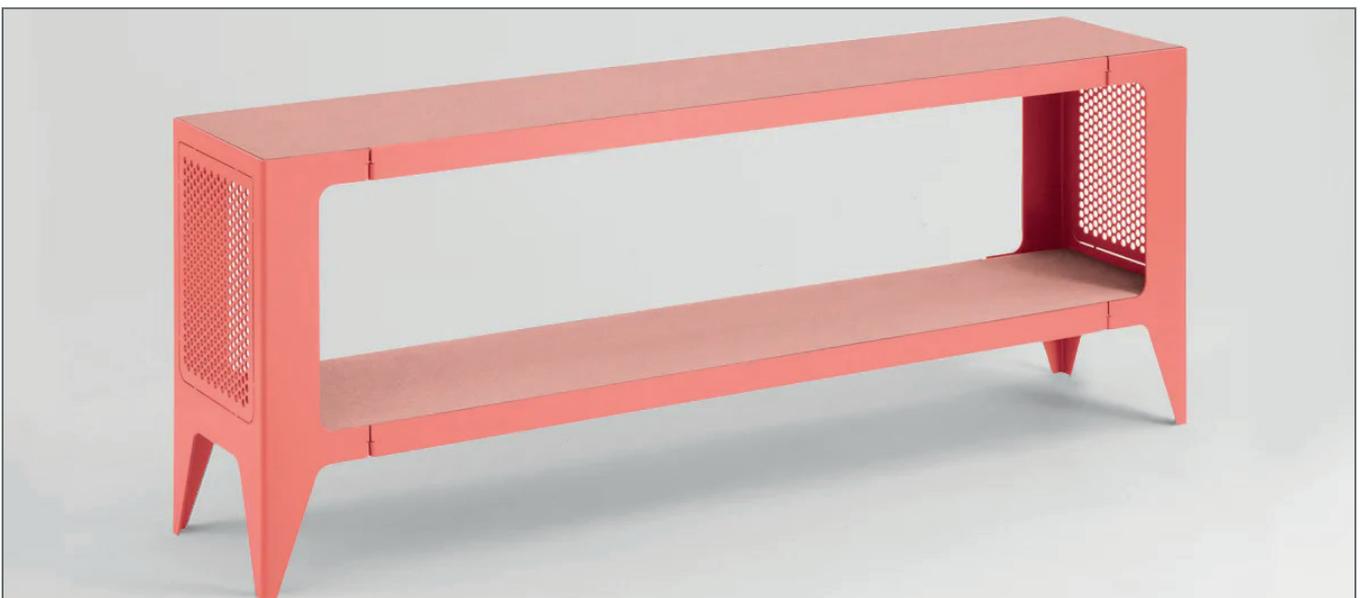


Abbildung 19: Lowboard chamfer. [70]

Büromöbelsystem Nodo

Nodo ist ein modulares Büromöbelsystem für temporäre Arbeitsplatzsituationen. Das System kann sortenrein getrennt werden [72] (siehe Abbildung 20 und 21). Das Möbelsystem besteht aus einem Holzwerkstoff sowie Stahl und kann komplett recycelt und in einem Kreislauf gehalten werden [73].



Abbildung 20: Büromöbelsystem Nodo. [72]



Abbildung 21: Büromöbelsystem Nodo Detail. [72]

4.2 Konzeption

In diesem Kapitel ist die Konzeption des Entwurfs dokumentiert.

4.2.1 *Definition Kreislaufziel*

Fast Furniture zeichnen sich dadurch aus, dass sie kostengünstig in der Herstellung sind und einen kurzen Lebenszyklus von 1 bis 5 Jahren haben (siehe 2.1). Ziel ist es ein Regal zu entwickeln, welches einen Lebenszyklus von 1 bis 5 Jahren standhält, gleichzeitig günstig herzustellen ist und am Ende des Lebenszyklus keine Abfallstoffe anfallen. Zusätzlich kann der Wert der Materialien im produzierenden Unternehmen bleiben. Das konkrete Kreislaufziel ist die Vermeidung von Müll, die wirtschaftliche Trennung der Materialien nach der Nutzung sowie die Befriedigung der Nutzerbedürfnisse nach Design, Kosten und Funktion.

4.2.2 *Designstrategie*

Um das Kreislaufziel zu erreichen, werden unterschiedliche Designstrategien kombiniert. Aufgrund der kurzen Lebensdauer von Fast Furniture, sollen die Materialien ihren Wert in der Wirtschaft halten und nicht zurück an die Natur gegeben werden, somit ist *Design for technological cycle* die entscheidende Strategie. Dadurch wird *Design for recycling*, also ausschließlich recyclebare Materialien zu verwenden, nötig, um den Wert der Materialien aufrechtzuerhalten. *Design for disassembly*, also eine einfache Demontage zu ermöglichen ist der Schlüssel für kreislauffähige Produkte und wird ebenfalls angewendet (siehe auch 3.3.2).

4.2.3 Use-Case

Der Use-Case bildet ab, wie ein kreislauffähiges Regal in einem Ressourcenkreislauf gehalten werden kann. Als Akteure in diesem Use-Case gibt es zum einen die Firma, die das Regal vertreibt und zum anderen die Kunden. In diesem Use-Case werden exemplarisch 3 Kunden im Ressourcenkreislauf des Regals dargestellt (siehe Abbildung 22).

Kunde A erwirbt bei der produzierenden und vertreibenden Firma das Regal. Es folgt

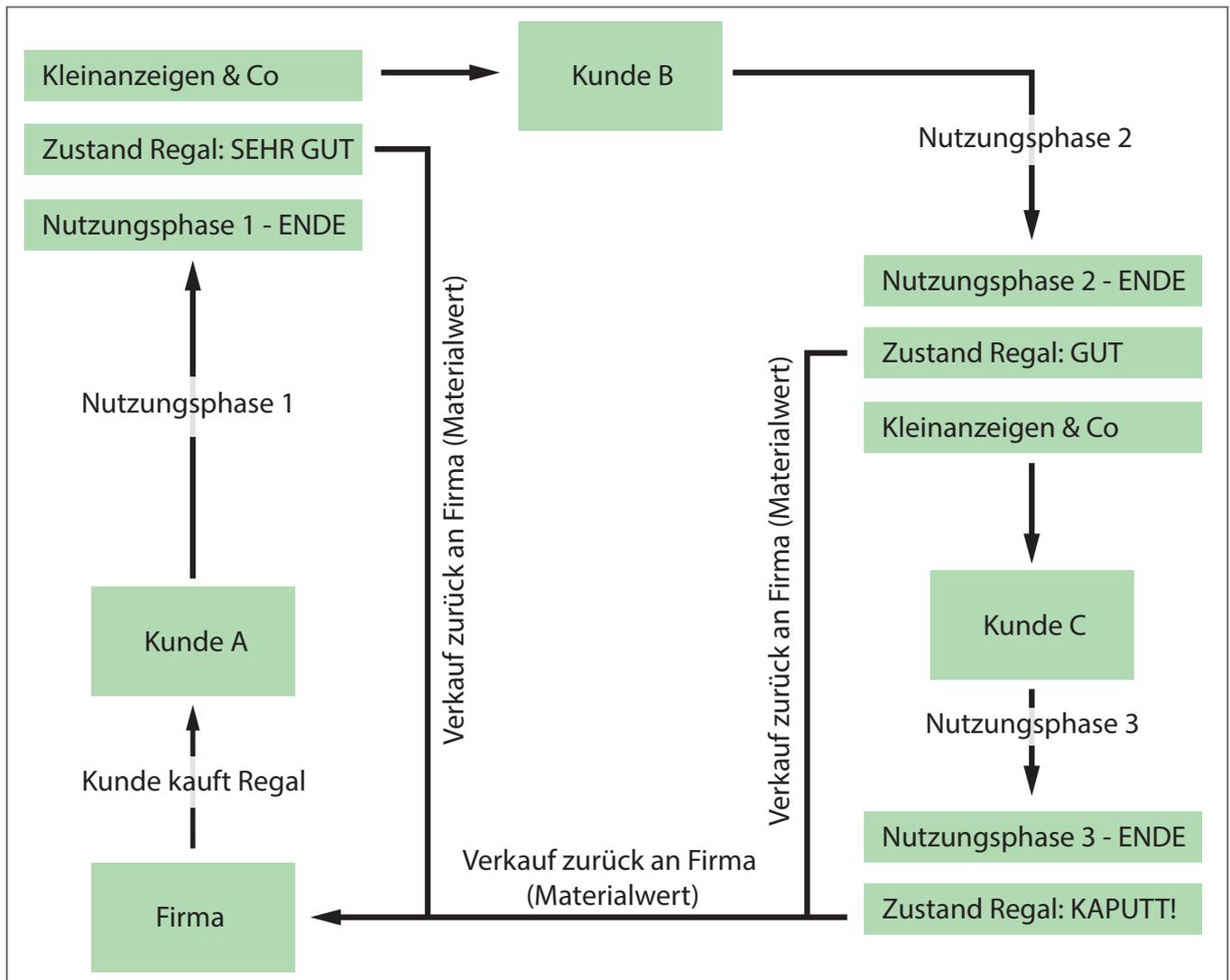


Abbildung 22: Use-Case Ressourcenkreislauf Wohnzimmerregal.

die Nutzungsphase 1, wo Kunde A das Regal in die Wohnung platziert und benutzt. Wenn Kunde A das Regal nicht länger benötigt, bleiben nun drei Möglichkeiten. Möglichkeit 1: das Regal entsorgen, Möglichkeit 2: das Regal mittels Kleinanzeigen & Co als gebrauchtes Möbel weiterzuverkaufen oder Möglichkeit 3: es an die Firma zurückzuer-

kaufen und den Materialwert zurückzuerhalten. Entscheidet sich Kunde A für letzteres, wird der Ressourcenkreislauf geschlossen und die Firma kann aus den Materialien ein neues Produkt fertigen. Verkauft Kunde A das Regal stattdessen weiter an Kunde B, beginnt eine neue Nutzungsphase 2. In dieser Phase platziert Kunde B das Regal in der Wohnung und benutzt es so lange bis er es nicht mehr benötigt und ebenfalls die Wahl zwischen Weiterverkauf an Kunde C hat oder der Zurückverkauf an die Firma bzw. das Entsorgen. Entscheidet sich Kunde B für den Rückverkauf an die Firma, so wird der Ressourcenkreislauf geschlossen. Verkauft Kunde B das Regal weiter an Kunde C, so beginnt Nutzungsphase 3. In dieser Phase platziert Kunde C das Regal in der Wohnung, wo es benutzt wird, bis es defekt ist. Das defekte Regal lässt sich nicht auf Kleinanzeigen und Co. weiterverkaufen und somit ist der Verkauf zurück an die Firma der beste Weg für Kunde C den Restwert der Materialien erstattet zu bekommen.

4.2.4 Produktanforderungen

*werkzeuglos
montierbar*

Eine werkzeuglose Montage und Demontage hilft dabei Müll zu vermeiden, da kein Werkzeug, das nur wenige male Anwendung findet, mitgeliefert werden muss.

*sortenrein
trennbar*

Die verwendeten Materialien müssen, nach der Nutzungsphase, sortenrein getrennt werden können. Im Fokus liegt hier die Wirtschaftlichkeit der Materialtrennung.

*einfach auf-
und abbaubar*

Der schnelle Auf- und Abbau ermutigt die BesitzerInnen das Regal vor Rückgabe komplett auseinander zu bauen, dadurch kommen die Materialien bereits getrennt zurück.

*100%
recyclbar*

Alle verwendeten Materialien müssen primär oder tertiär recycelbar sein (siehe 2.2.5). Somit können die Materialien in einem Kreislauf gehalten werden und die Primärerzeugung sowie der Ressourcenraubbau wird reduziert.

4.2.5 Konzeptbeschreibung



Abbildung 23: QR-Code.

Mittels eines QR-Codes, der auf dem Regal platziert wird, können die BesitzerInnen die Aufbauanleitung online einsehen und bekommen Informationen über die Kreislauffähigkeit des Möbels. Das Möbel lässt sich ohne Werkzeug, durch einen innovativen Beschlag sowohl aufbauen als auch abbauen. Das Möbel besteht lediglich aus fünf unterschiedlichen Bauteilen und die werkzeuglose sowie schnelle Demontage ermöglicht eine wirtschaftliche Trennung der Materialien.

4.3 Entwurf

In diesem Kapitel wird der Entwurf im Detail dargestellt.

4.3.1 Materialauswahl

Folgende Materialien werden im beschriebenen Entwurf verarbeitet:

Stahl

Stahl zählt zu den meistgenutzten Werkstoffen. Es ist hart, verfügt über eine hohe Festigkeit und ist widerstandsfähig. Stahl gehört zu den ökologischen Werkstoffen, da er nahezu ohne Qualitätsverlust recycelt werden kann. Der Energieverbrauch bei der Gewinnung und Weiterverarbeitung von Stahl ist hoch [74].

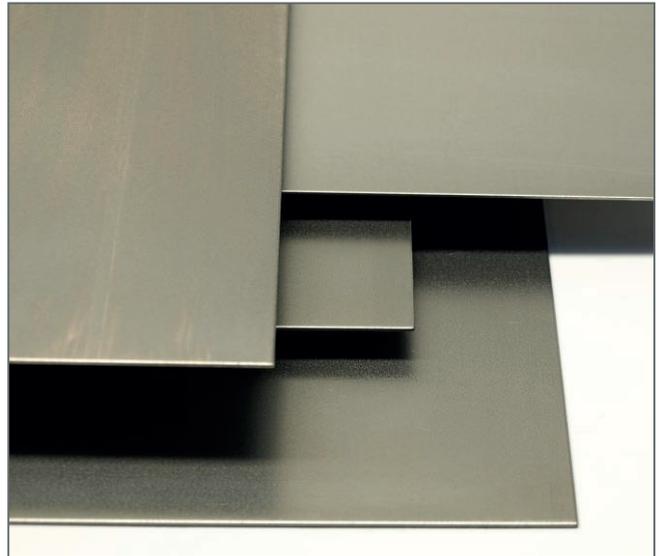


Abbildung 24: Stahlblech. [75]

PVC

Polyvinylchlorid (PVC) ist ein kostengünstiger thermoplastischer Kunststoff, der recycelt werden kann. Durch Beimischen von Weichmachern können u. a. mechanische Eigenschaften wie Biegsamkeit und Weichheit beeinflusst werden [75].



Abbildung 25: PVC Kantenschutz. [77]

PP

Polypropylen (PP) ist der jüngste Massenkunststoff. Er ist kostengünstig, recycelbar und gesundheitlich unbedenklich [76].



Abbildung 26: Polypropylen-Granulat in Schwarz. [79]

Pulverbeschichtung

Die elektrostatische Pulverbeschichtung gilt als umweltfreundlichstes Verfahren zur industriellen Serienlackierung. Im Gegensatz zu herkömmlichen Lacken ist es lösungsmittelfrei [80].



Abbildung 27: Pulverbeschichtungsverfahren. [81]

4.3.2 Konstruktion

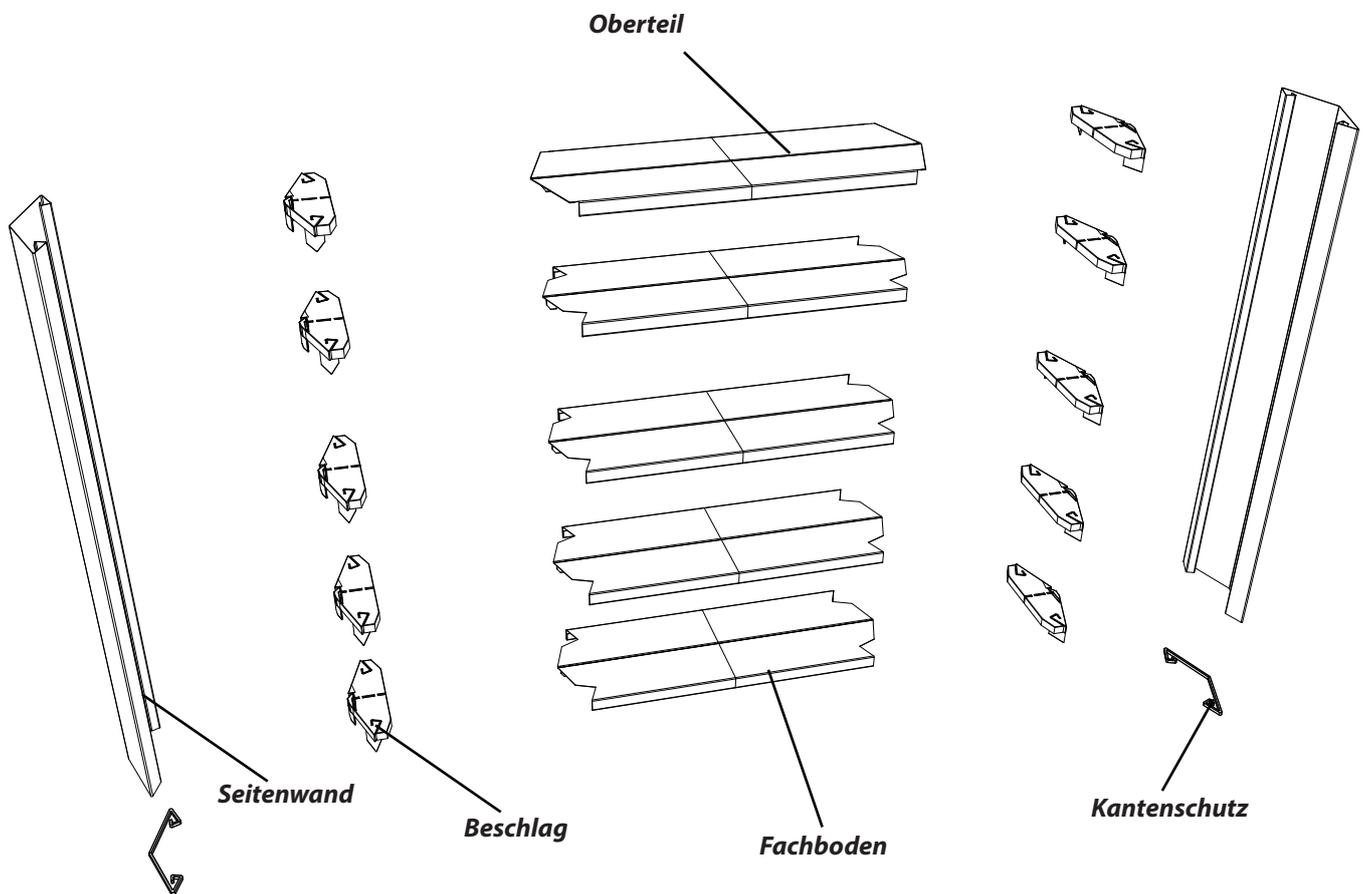


Abbildung 28: Explosionsdarstellung

Die große Variante des Regals benötigt zwei Seitenwänden aus 0,5 mm Stahlblech, vier Fachböden aus 0,5 mm Stahlblech, einem Oberteil aus 0,5 mm Stahlblech, zwei Kantenschutz aus PVC und zehn Beschlägen aus PP (siehe Abbildung 28).

Fachboden und Seitenwand

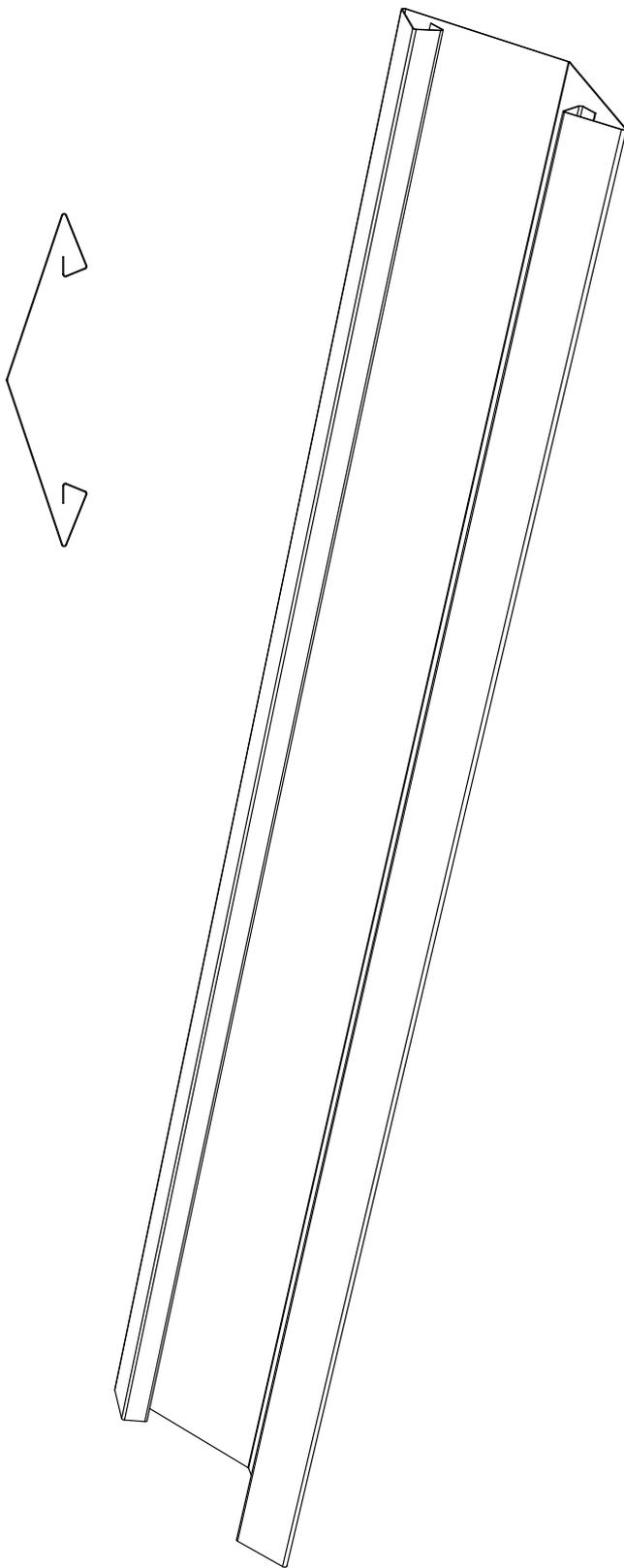


Abbildung 29: Seitenwand.

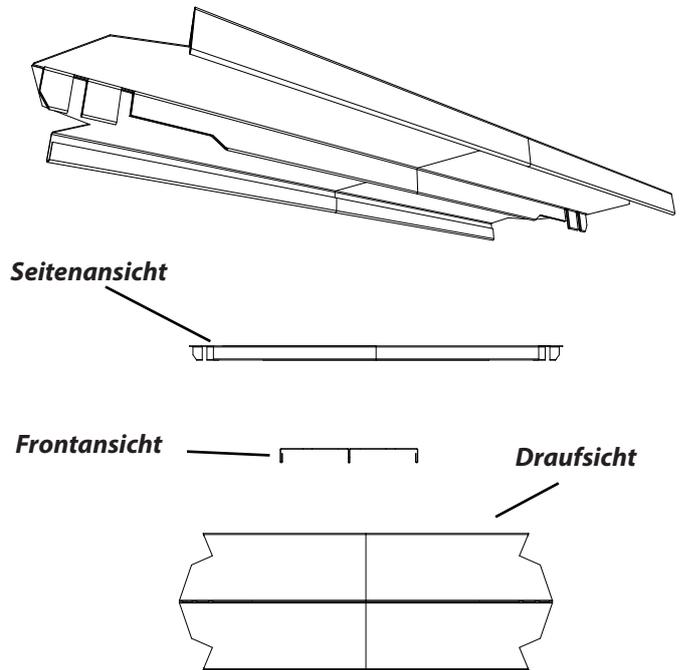


Abbildung 30: Fachboden.

Die Seitenwände werden aus 0,5 mm Stahlblech gebogen und mit einem Lochraster, für die Höheneinstellung der Fachböden, versehen (siehe Abbildung 29).

Die Fachböden werden aus einem 0,5 mm Stahlblech gebogen. Durch die Rippen erhält der Fachboden seine Stabilität und dient ebenfalls als Verbindungselement für die Seitenwände (Siehe Abbildung 30).

Beschlag

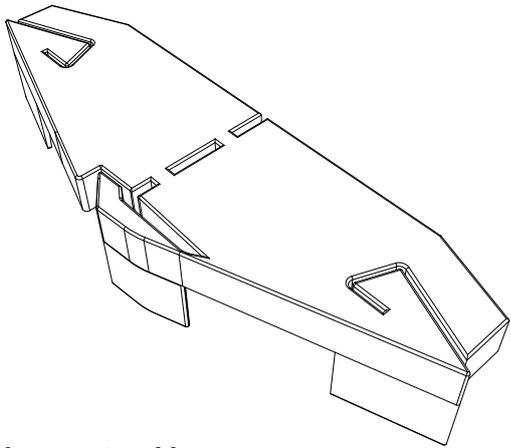


Abbildung 31: Beschlag.

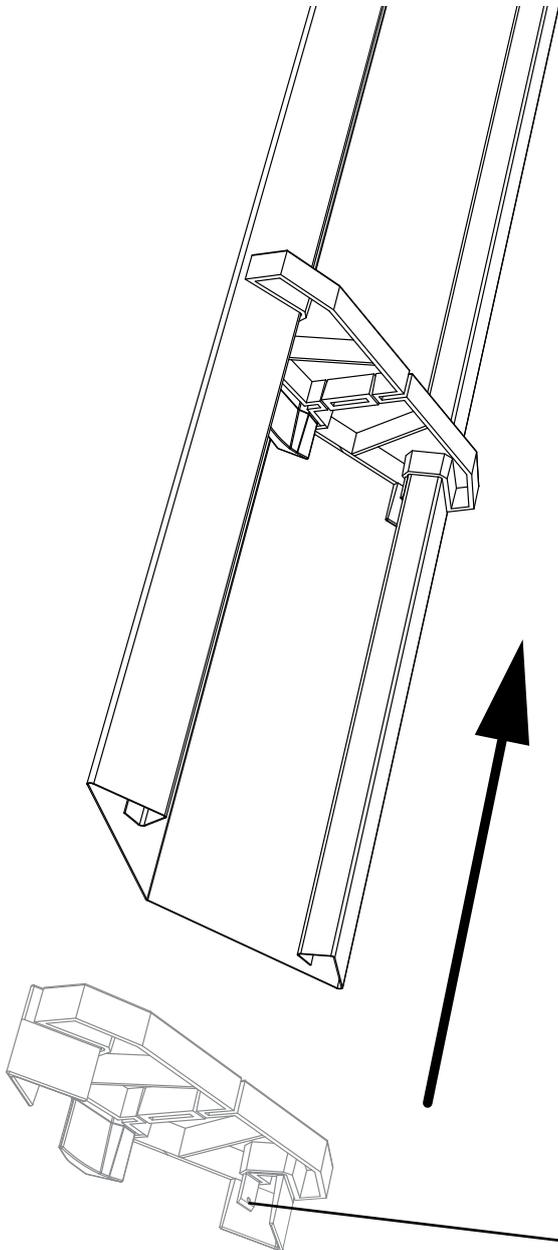


Abbildung 32: Aufschieben des Beschlags.

Der Beschlag ist ein Spritzgussteil und ermöglicht eine werkzeuglose Montage sowie Demontage (siehe Abbildung 31).

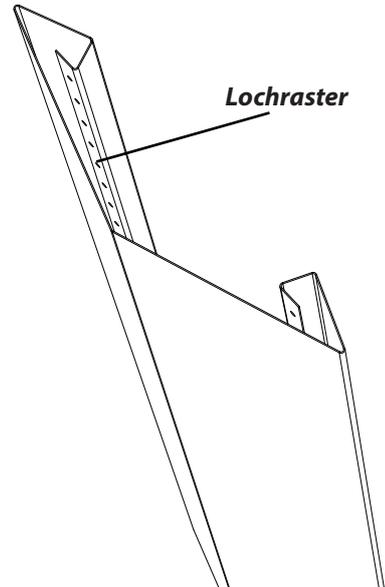


Abbildung 33: Lochraster in der Seitenwand.

Der Beschlag wird von unten auf die Seitenwand geschoben und rastet an der Stelle ein, wo der Nutzer den Fachboden platzieren möchte (siehe Abbildung 32 - 34).

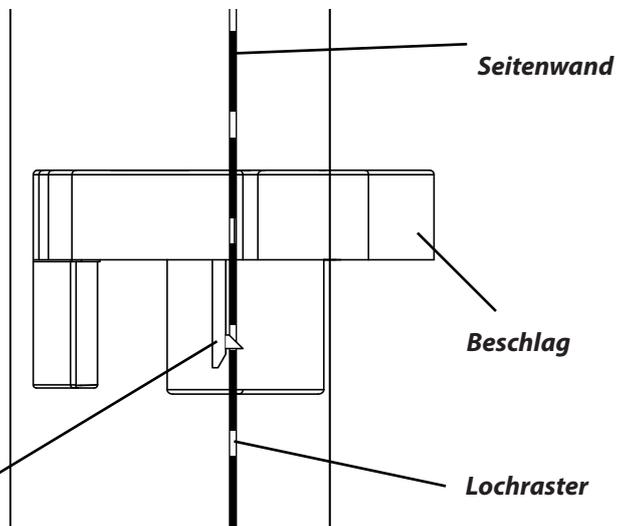


Abbildung 34: Klicksystem des Beschlags.

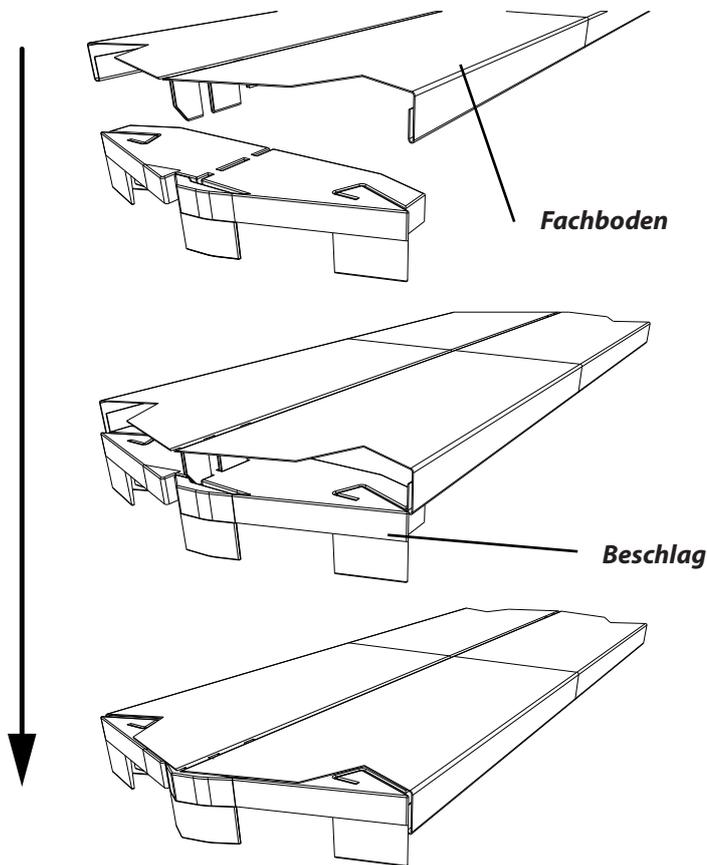


Abbildung 35: Steckvorgang des Fachbodens.

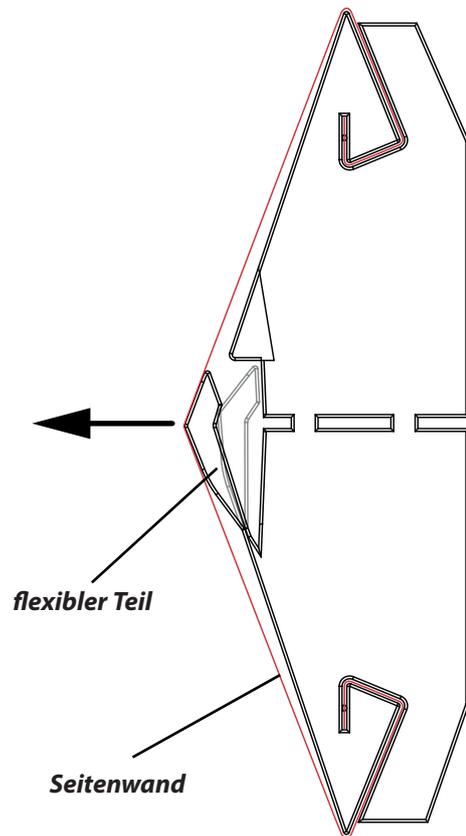


Abbildung 36: Draufsicht Beschlag.

Der Fachboden wird wie ein Keil in den Beschlag geschoben, wodurch der flexible Teil des Beschlags gegen das Blech gedrückt wird. Durch die entstehende Spannung erhält das Regal seine Stabilität (siehe Abbildung 35 und 36).

Oberteil und Kantenschutz

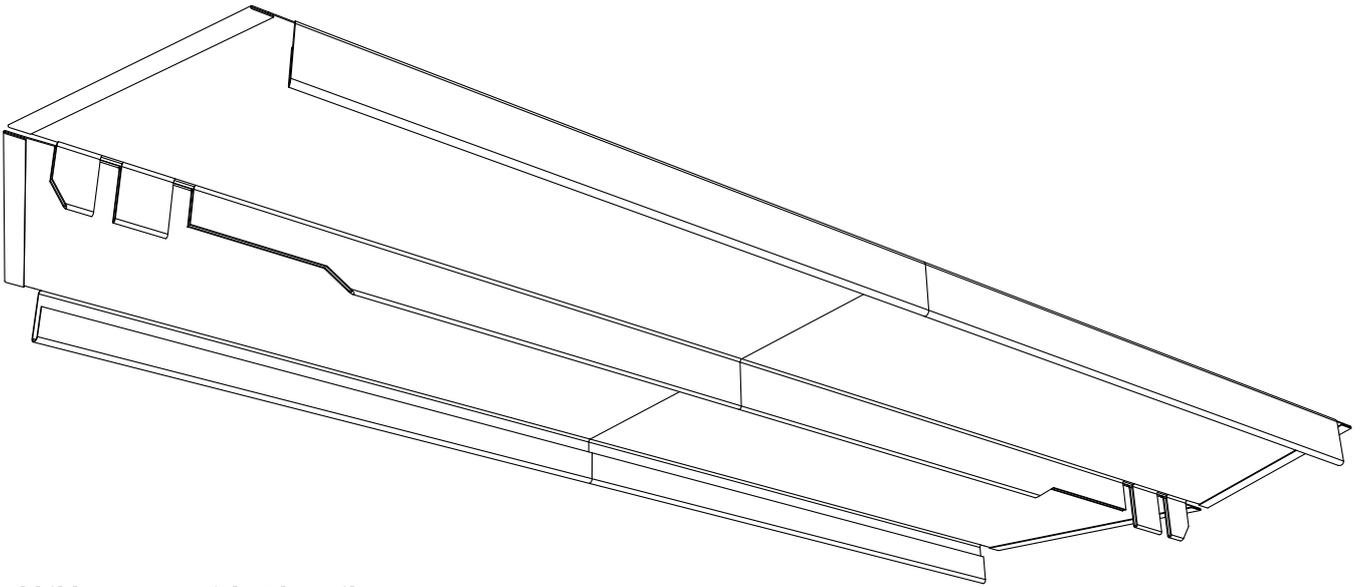
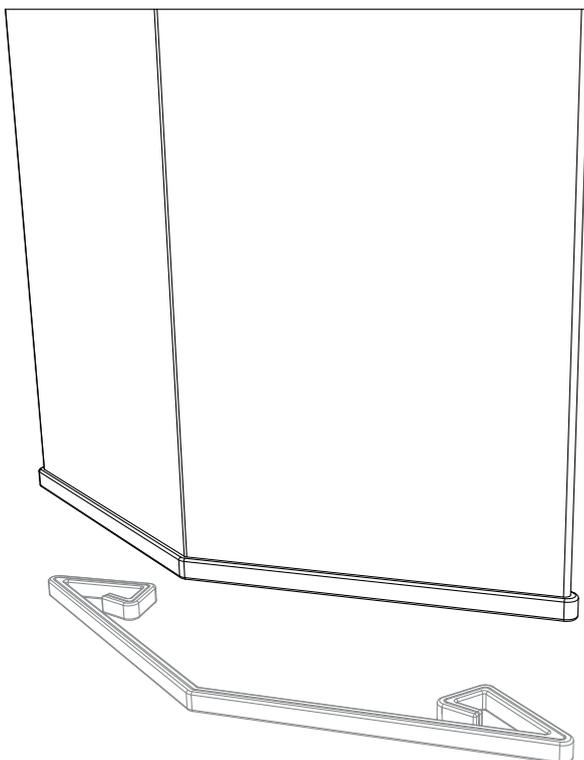


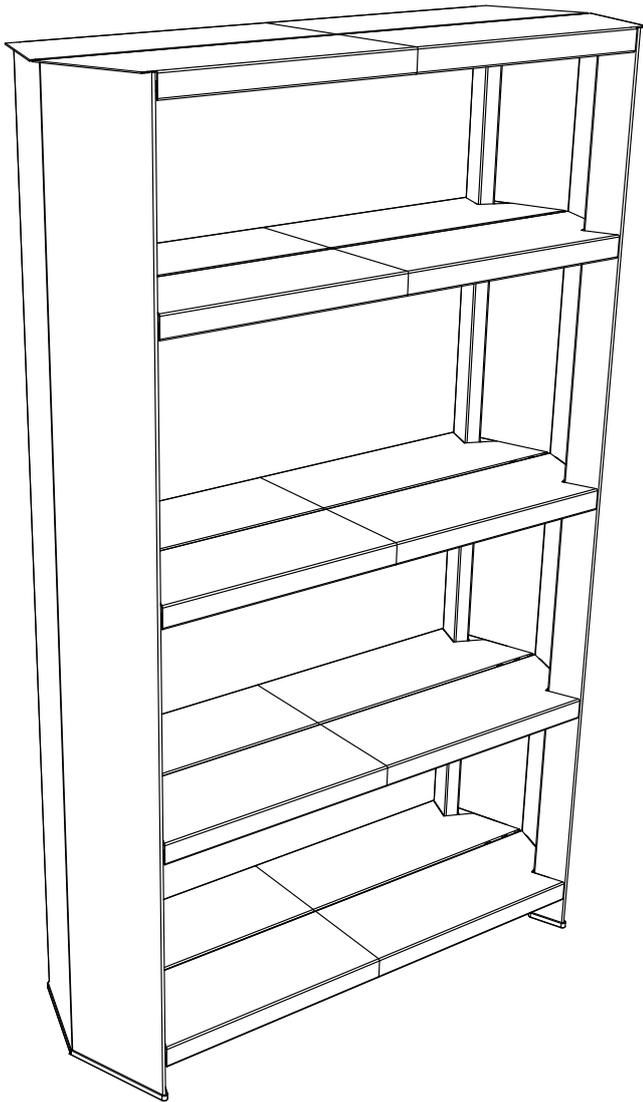
Abbildung 37: Ansicht Oberteil von unten.

Das Oberteil ist weitestgehend identisch mit den Fachböden. An den Außenseiten rechts und links ist das Oberteil jedoch länger und an den Rändern umgebogen so, dass der Beschlag verdeckt wird und eine ebene Fläche gegeben ist (siehe Abbildung 37).



Der Kantenschutz aus PVC wird abschließend auf die Unterseite der Seitenwände aufgesteckt, um das Zerkratzen des Bodens zu verhindern (siehe Abbildung 38).

Abbildung 38: Montiervorgang Kantenschutz.



In der Höhe ist das Regal beliebig produzierbar, da lediglich die Seitenwände auf die Höhe angepasst werden müssen. Durch die Spannung erhält die Seitenwand eine extreme Stabilität. Anders ist es bei den Fachböden, die ebenfalls eine tragende Funktion haben. Das Regal ist 800 mm Breit. Durch höhere Materialstärken lassen sich auch breitere Regale fertigen (siehe Abbildung 39 und 40).

Abbildung 39: 3D-Ansicht Regal.

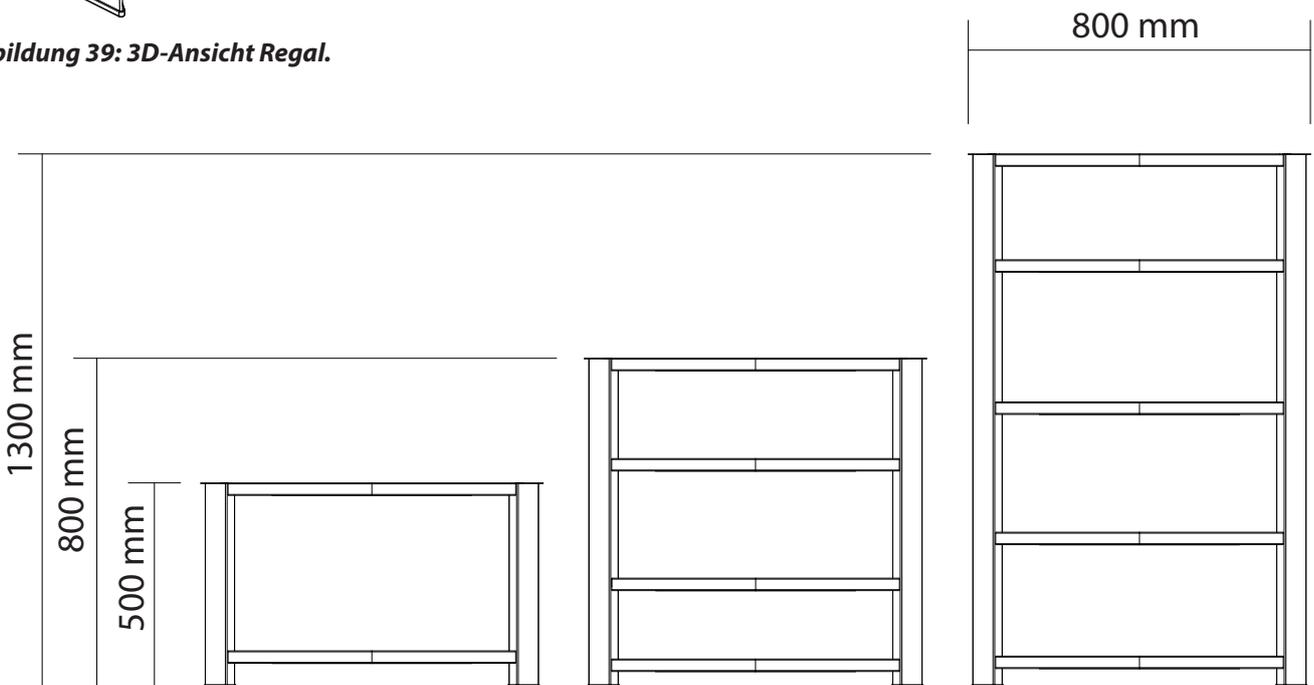


Abbildung 40: Frontansicht der entwickelten Regalgrößen.

4.3.3 Farbkonzept

Das Regal ist in drei Farbvarianten erhältlich (siehe Abbildung 41).

Anthrazit, eine zeitlose, edle und vielfältig kombinierbare Farbe.

Beige besticht durch seine Neutralität und kann unbegrenzt eingesetzt werden.

Orange-Gold kombiniert die Wärme, den Optimismus und die aktivierende Eigenschaft des Oranges mit dem Luxus und der Eleganz des Goldes.

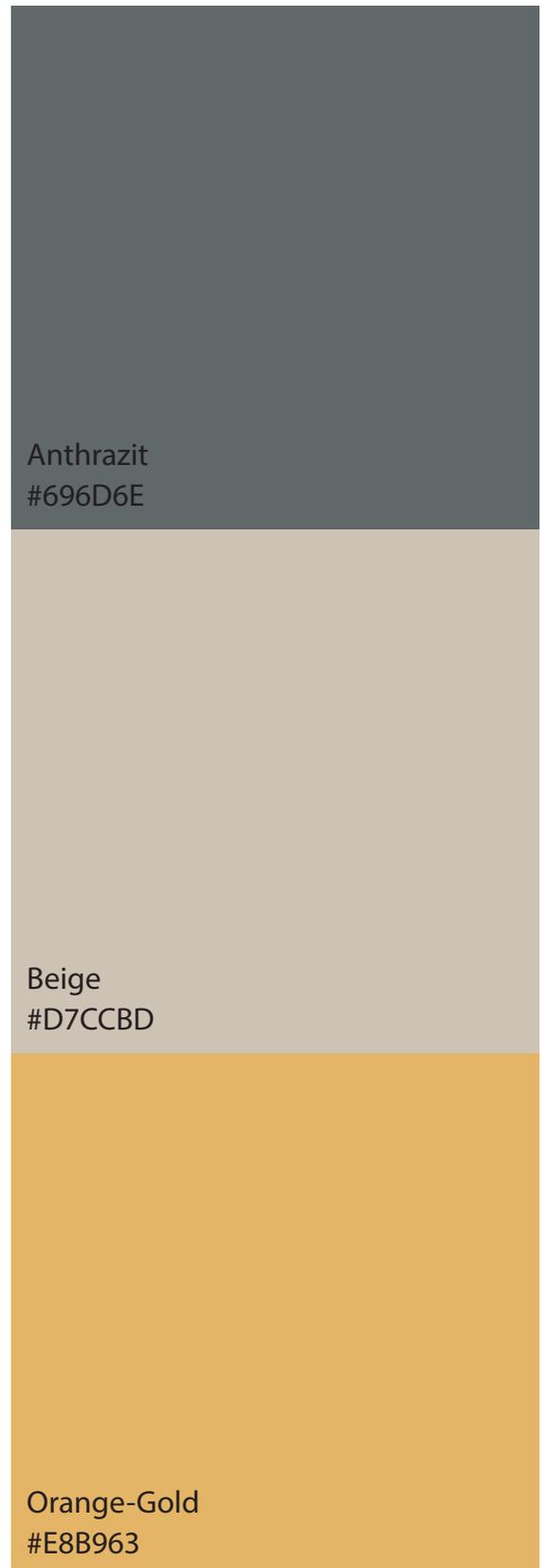


Abbildung 41: Farbkonzept.
Anthrazit, Beige, Orange-Gold

4.3.4 Visualisierung CIRCLEboard

Dar Entwurf dieser Arbeit hat den Produktnamen CIRCLEboard erhalten.



Abbildung 42: Rendering der Regalgrößen und Farben im Vergleich.



Abbildung 43: Rendering des Regals in Beige im Raum.



Abbildung 44: Rendering des Regals in Orange-Gold im Raum.

Das CIRCLEboard ist in drei Größen und Farben erhältlich (siehe Abbildung 42). Es wirkt elegant in unterschiedlichsten Raumkonzepten (siehe Abbildung 43 und 44).

4.3.5 Detailansichten



Abbildung 45: Rendering des Regals in Beige.

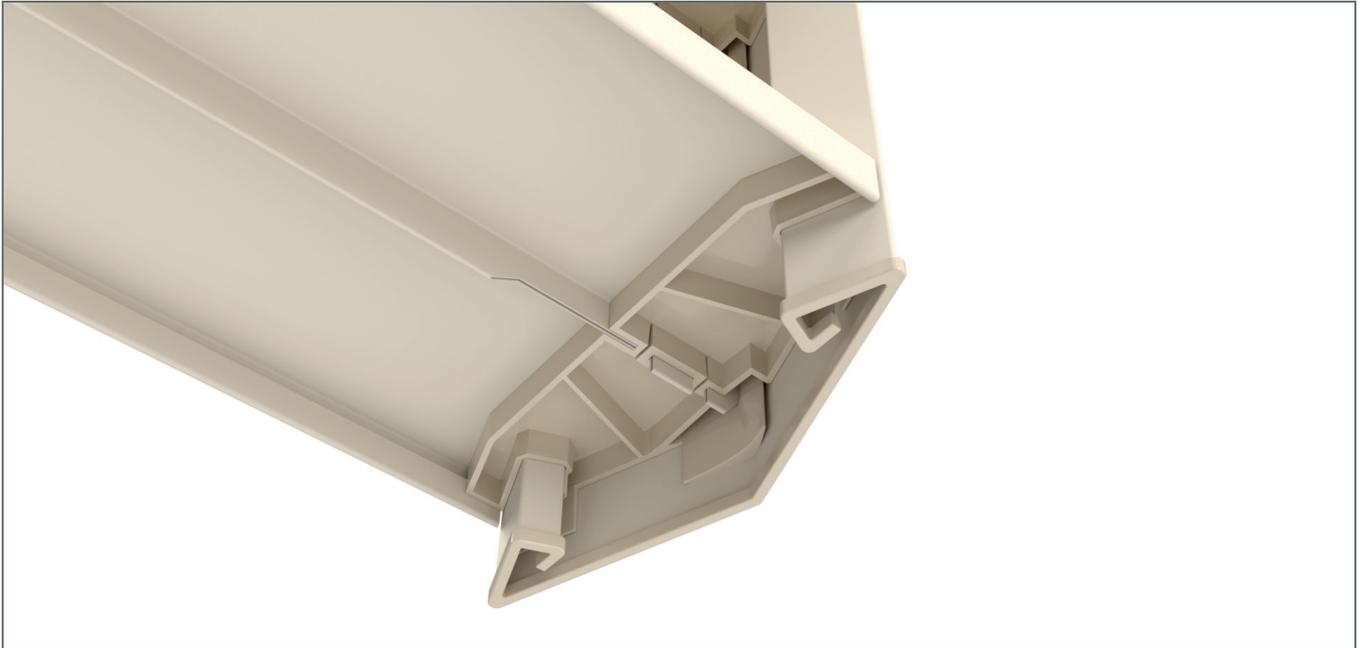


Abbildung 46: Rendering Regal von unten. Detaillierte Ansicht auf den Beschlag und den Kantenschutz.



Abbildung 47: Rendering Regal Detail 1. Detaillierte Ansicht auf Oberteil von unten.

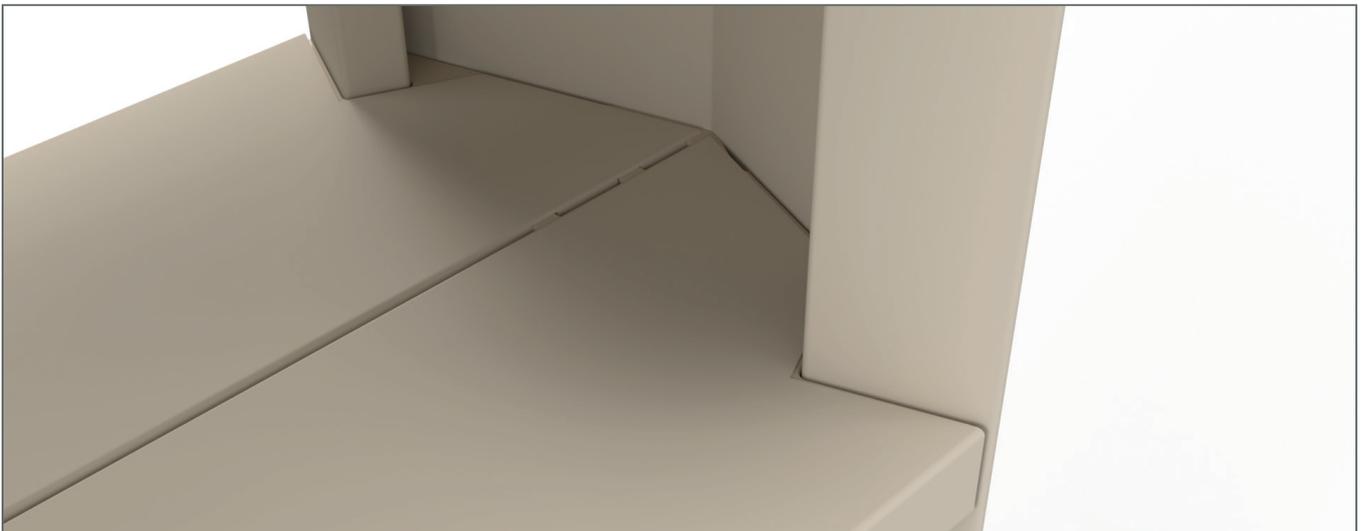


Abbildung 48: Rendering Regal Detail 2. Detaillierte Ansicht auf Fachbodenverbindungsstelle.



Abbildung 49: Rendering Regal Detail. 3 Detaillierte Ansicht auf Oberteil von Oben.

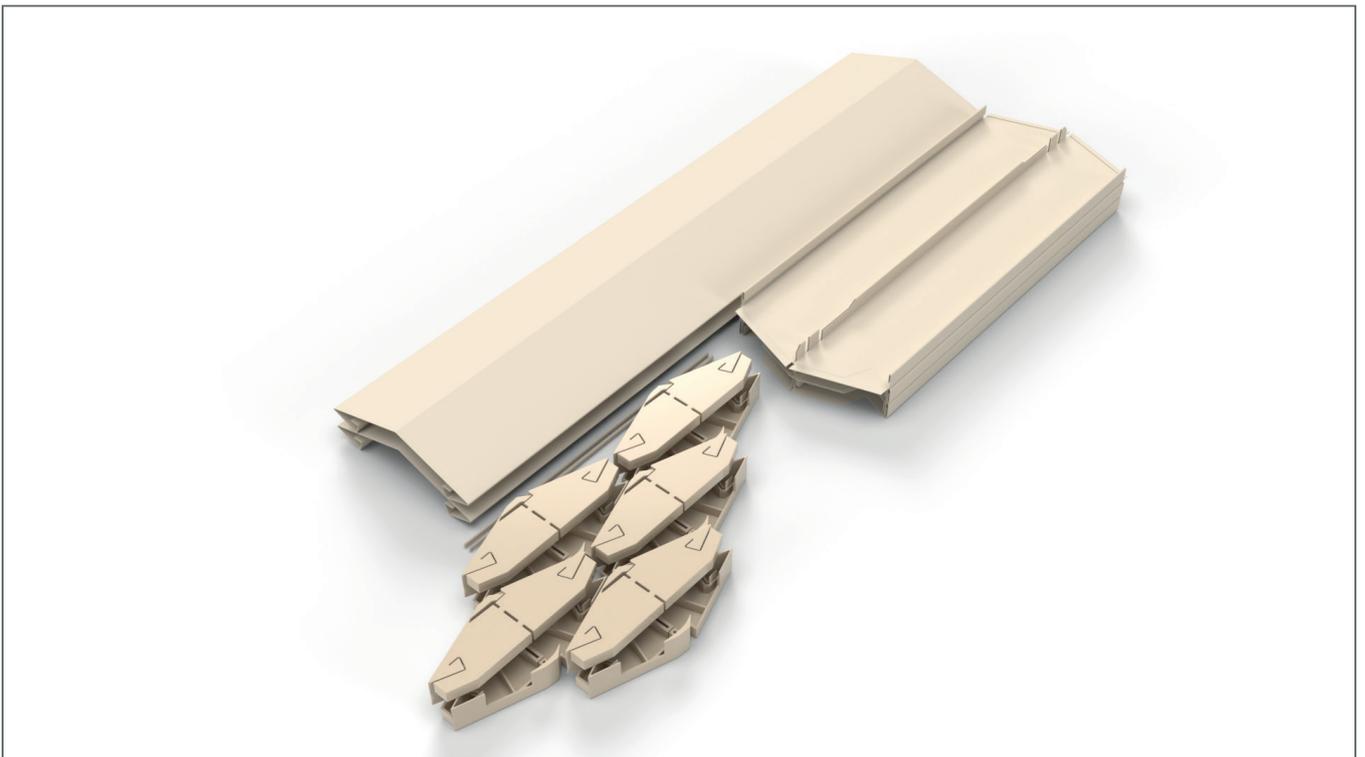


Abbildung 50: Rendering Regal Einzelteile.

Das Möbel lässt sich als Flatpack verpacken (siehe Abbildung 50). Die innovative Konstruktion ermöglicht somit sowohl die wirtschaftlichen Kosten für den Transport gering zu halten als auch die Umweltwirkungen, durch einen effizienten Transport, zu minimieren.

4.4 Prototyping

In diesem Kapitel wird der Prototypenbau sowie der Prototyp im Maststab 1:1 dokumentiert.

4.4.1 Prototyping Fotos

Gebaut wurde die 500 mm Variante des CIRCLEboards. Ein Low-Budget-Prototyp der mit einfachsten Werkzeugen in Handarbeit gefertigt wurde.



Abbildung 51: Blechsägevorgang.

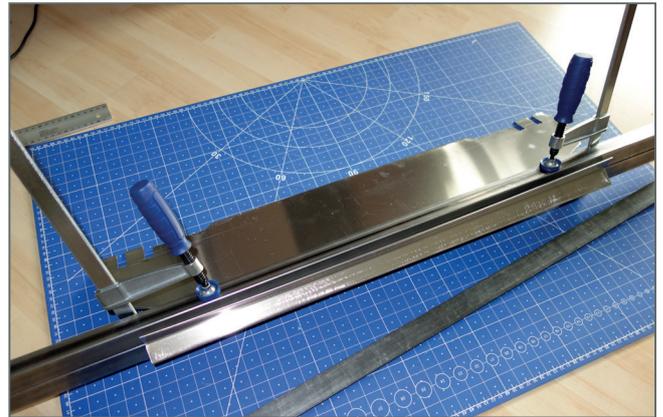


Abbildung 52: Blechbiegevorrichtung.

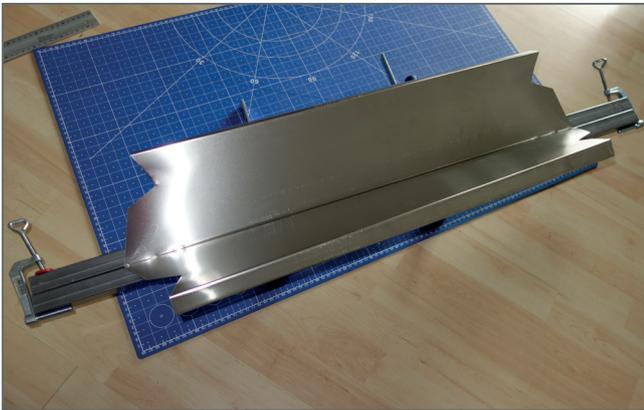


Abbildung 53: Blechbiegevorgang.



Abbildung 54: Lackiervorgang.



Abbildung 55: QR-Code-Sticker. Abschließender Arbeitsschritt: QR-Code aufkleben.

4.4.2 Prototyp Fotos



Abbildung 56: 500 mm Prototyp Foto 1.



Abbildung 57: 500 mm Prototyp Foto 2.



Abbildung 58: 500 mm Prototyp Foto 3.



Abbildung 59: 500 mm Prototyp Foto 4.



Abbildung 60: 500 mm Prototyp Foto 5.

Die Abbildungen 56 - 60 zeigen den 500 mm Prototyp im Maßstab 1:1 in Anthrazit. Der schnelle Auf- und Abbau bestätigte die Möglichkeit der wirtschaftlichen Materialtrennung, durch den innovativen Möbelbeslag.

5

FAZIT

Die zugrunde liegende These der Notwendigkeit kreislauffähiger Möbel im Bereich Fast Furniture wurde bestätigt und der Entwurf eines kreislauffähigen Möbels wurde abgeschlossen. Circular Design wurde in dieser Arbeit als Designdisziplin für die Kreislaufwirtschaft analysiert und beschrieben. Somit bietet diese Thesis einen allgemeinen Überblick über Circular Design und legt einen weiteren Grundstein in Richtung einer zirkulären Wirtschaftsweise. Entwickelt wurde das Regal CIRCLEboard mit einem innovativen Möbelbeschlag, der sowohl eine werkzeuglose Trennung der Materialien als auch einen schnellen und einfachen Aufbau ermöglicht. Durch den neuartigen Beschlag und die Materialauswahl entsteht eine neue Formsprache im Möbelbau. Abschließend stellte sich heraus, dass mit gängigen Konstruktionsmethoden und Materialien sowie vorherrschenden Designsprachen gebrochen werden muss, um einen Übergang zur Kreislaufwirtschaft zu realisieren.

6

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] „Earth Overshoot Day 2022 home - #MoveTheDate“, Earth Overshoot Day. <https://www.overshootday.org/> (zugegriffen 11. Januar 2023).
- [2] L. Meyer, „Fast Furniture: Kaufst du noch oder lebst du schon?“, Canapé Magazine, 10. März 2022. <https://canapemagazine.com/fast-furniture/> (zugegriffen 13. September 2022).
- [3] „How to Avoid Fast Furniture and Minimize Waste“, Discover Magazine. <https://www.discovermagazine.com/environment/how-to-avoid-fast-furniture-and-minimize-waste> (zugegriffen 13. September 2022).
- [4] J.-A. Kupiec, „Fast Furniture: The Price of Fast Furniture vs. Quality Products“, Design Excellence, 28. Januar 2020. <https://designexcellence1.com/fast-furniture-the-price-of-fast-furniture-vs-quality-products/> (zugegriffen 13. September 2022).
- [5] „Möbel, Wohnungseinrichtung - Markenbewusstsein vs. Preisbewusstsein bis 2021“, Statista. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/175998/umfrage/markenbewusstsein-preisbewusstsein-bei-wohnungseinrichtung/> (zugegriffen 13. Januar 2023).
- [6] „Beliebteste Möbelgeschäfte und Einrichtungshäuser 2021“, Statista. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/182557/umfrage/beliebteste-moebelgeschaefte-und-einrichtungshaeuser/> (zugegriffen 13. Januar 2023).
- [7] „IKEA: Umsatzstärkste Länder weltweit bis 2022“, Statista. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/233015/umfrage/umsatzstaerkste-laender-fuer-den-ikea-konzern/> (zugegriffen 13. Januar 2023).
- [8] „Möbelhandel: Umsatz größter Unternehmen 2021“, Statista. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/249995/umfrage/die-10-groessten-moebelhaeuser-in-deutschland-nach-umsatz/> (zugegriffen 13. Januar 2023).
- [9] „IKEA-Kunden - Soziale und ökologische Verantwortung als Kaufkriterium 2021“, Statista. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/316625/umfrage/ikea-kunden-zu-sozialer-und-oekologischer-verantwortung-als-kaufkriterium/> (zugegriffen 13. Januar 2023).
- [10] „KONSUMENTEN & MARKEN IKEA-Kunden“. Statista, 2021.
- [11] A. Münger, „Kreislaufwirtschaft als Strategie der Zukunft“, Haufe-Lexware GmbH &

Co. KG, Nr. 1, S. 237, Juli 2021.

[12] K. Medkova und B. Fifield, „Circular Design - Design for Circular Economy“, ResearchGate, S. 16, Jan. 2016.

[13] Eurostat, „Recyclingquote von Siedlungsabfällen der EU-27-Länder in den Jahren 2000 bis 2020“. 14. Februar 2022.

[14] Ellen MacArthur Foundation, „Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition“. 2013.

[15] Felix Müller, u. a., „Leitsätze einer Kreislaufwirtschaft“, Umweltbundesamt, S. 36, Feb. 2020.

[16] R. Hübner, „Geplante Obsoleszenz“. AK.Wien, Mai 2013.

[17] J. Kirchherr, D. Reike, und M. Hekkert, „Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions“, Resources, Conservation and Recycling, Bd. 127, S. 221–232, Dez. 2017, doi: 10.1016/j.resconrec.2017.09.005.

[18] Andreas Reinstaller, Jürgen Janger, Ina Meyer, und Michael Peneder, „Transformation zur Kreislaufwirtschaft: Leistungsfähigkeit, industrie- und FTI-politische Förderung“. Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, März 2022.

[19] „Kreislaufwirtschaft“. <https://circularhub.ch/kreislaufwirtschaft> (zugegriffen 13. Januar 2023).

[20] J. Hopewell, R. Dvorak, und E. Kosior, „Plastics recycling: challenges and opportunities“, Juli 2009.

[21] N. M. P. Bocken, I. de Pauw, C. Bakker, und B. van der Grinten, „Product design and business model strategies for a circular economy“, Journal of Industrial and Production Engineering, Bd. 33, Nr. 5, S. 308–320, Juli 2016, doi: 10.1080/21681015.2016.1172124.

[22] K. Sung, „A Review on Upcycling: Current Body of Literature, Knowledge Gaps and a Way Forward“, S. 13, 2015.

[23] C. Helbig u. a., „A terminology for downcycling“, J of Industrial Ecology, Bd. 26, Nr. 4, S. 1164–1174, Aug. 2022, doi: 10.1111/jiec.13289.

- [24] K. Ishii, C. F. Eubanks, und P. Di Marco, „Design for product retirement and material life-cycle“, *Materials & Design*, Bd. 15, Nr. 4, S. 225–233, Jan. 1994, doi: 10.1016/0261-3069(94)90007-8.
- [25] S. G. Lee, S. W. Lye, und M. K. Khoo, „A Multi-Objective Methodology for Evaluating Product End-of-Life Options and Disassembly“, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Bd. 18, Nr. 2, S. 148–156, Juli 2001, doi: 10.1007/s001700170086.
- [26] S. Kumar, A. K. Panda, und R. K. Singh, „A review on tertiary recycling of high-density polyethylene to fuel“, *Resources, Conservation and Recycling*, Bd. 55, Nr. 11, S. 893–910, Sep. 2011, doi: 10.1016/j.resconrec.2011.05.005.
- [27] European Environment Agency., *Circular by design: products in the circular economy*. LU: Publications Office, 2017. Zugegriffen: 21. September 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://data.europa.eu/doi/10.2800/860754>
- [28] The Great Recovery, „Designing for a circular economy: Lessons from The Great Recovery“. März 2020.
- [29] N. A. of Engineering und A. C. on I. E. and E. P. Technology, *The Greening of Industrial Ecosystems*. National Academies Press, 1994.
- [30] W. Stahel, *The Performance Economy*. Springer, 2010.
- [31] T. F. Go, D. A. Wahab, und H. Hishamuddin, „Multiple generation life-cycles for product sustainability: the way forward“, *Journal of Cleaner Production*, S. 14, 2015.
- [32] M. Moreno, Carolina De los Rios, Zoe Rowe, und Fiona Charnley, „A Conceptual Framework for Circular Design“, S. 15, Juli 2016.
- [33] M. C. den Hollander, C. A. Bakker, und E. J. Hultink, „Product Design in a Circular Economy: Development of a Typology of Key Concepts and Terms: Key Concepts and Terms for Circular Product Design“, *Journal of Industrial Ecology*, Bd. 21, Nr. 3, S. 517–525, Juni 2017, doi: 10.1111/jiec.12610.
- [34] M. J. Goedkoop, „Product Service systems, Ecological and Economic Basics“, S. 133, März 1999.
- [35] O. K. Mont, „Clarifying the concept of product–service system“, *Journal of Cleaner Production*, Bd. 10, Nr. 3, S. 237–245, Juni 2002, doi: 10.1016/S0959-6526(01)00039-7.
- [36] F. H. Beuren, M. G. Gomes Ferreira, und P. A. Cauchick Miguel, „Product-service sys-

- tems: a literature review on integrated products and services“, *Journal of Cleaner Production*, Bd. 47, S. 222–231, Mai 2013, doi: 10.1016/j.jclepro.2012.12.028.
- [37] E. Manzini und C. Vezzoli, „A strategic design approach to develop sustainable product service systems: examples taken from the ‘environmentally friendly innovation’ Italian prize“, *Journal of Cleaner Production*, Bd. 11, Nr. 8, S. 851–857, Dez. 2003, doi: 10.1016/S0959-6526(02)00153-1.
- [38] V. Lofthouse und S. Prendeville, „Human-Centred Design of Products And Services for the Circular Economy – A Review“, *The Design Journal*, Bd. 21, Nr. 4, S. 451–476, Juli 2018, doi: 10.1080/14606925.2018.1468169.
- [39] B. Mager, *Service Design*. Birkhäuser Verlag AG, 2008.
- [40] W. McDonough und M. Braungart, *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. Farrar, Straus and Giroux, 2010.
- [41] C. A. Bakker, R. Wever, Ch. Teoh, und S. De Clercq, „Designing cradle-to-cradle products: a reality check“, *International Journal of Sustainable Engineering*, Bd. 3, Nr. 1, S. 2–8, März 2010, doi: 10.1080/19397030903395166.
- [42] M. Braungart, W. McDonough, und A. Bollinger, „Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions e a strategy for eco-effective product and system design“, *Journal of Cleaner Production*, S. 12, 2006.
- [43] „Duden | teratogen | Rechtschreibung, Bedeutung, Definition, Herkunft“. <https://www.duden.de/rechtschreibung/teratogen> (zugegriffen 15. September 2022).
- [44] M. Weber, „Endokrine Disruptoren“, Umweltbundesamt, 6. Juni 2016. <https://www.umweltbundesamt.de/endokrine-disruptoren> (zugegriffen 15. September 2022).
- [45] „About the Institute - Cradle to Cradle Products Innovation Institute“. <https://www.c2ccertified.org/about/about> (zugegriffen 13. Januar 2023).
- [46] „Die Cradle to Cradle®-Zertifizierung | braungart.epea-hamburg.org“. <http://braungart.epea-hamburg.org/de/content/die-cradle-cradle%C2%AE-zertifizierung> (zugegriffen 19. Oktober 2022).
- [47] A. Franconi, F. Ceschin, und D. Peck, „Structuring Circular Objectives and Design Strategies for the Circular Economy: A Multi-Hierarchical Theoretical Framework“, *MDPI*, S. 26, 2022.

- [48] C. Spreafico, „An analysis of design strategies for circular economy through life cycle assessment“, *Environ Monit Assess*, Bd. 194, Nr. 3, S. 180, März 2022, doi: 10.1007/s10661-022-09803-1.
- [49] D. R. A. Schallmo, Hrsg., *Kompendium Geschäftsmodell-Innovation*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2014. doi: 10.1007/978-3-658-04459-6.
- [50] M. Geissdoerfer, M. P. P. Pieroni, D. C. A. Pigosso, und K. Soufani, „Circular business models: A review“, *Journal of Cleaner Production*, Bd. 277, S. 123741, Dez. 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.123741.
- [51] E. Abele, R. Anderl, H. Birkhofer, und B. Rüttinger, „Ecodesign Von der Theorie in die Praxis“. Springer-Verlag, 2008.
- [52] P. Lacy, J. Long, und W. Spindler, *The Circular Economy Handbook: Realizing the Circular Advantage*. London: Palgrave Macmillan UK, 2020. doi: 10.1057/978-1-349-95968-6.
- [53] J. Fiksel, *Design for Environment: A Guide to Sustainable Product Development*. McGraw-Hill Education, 2009. Zugegriffen: 29. Dezember 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071605564>
- [54] J. Fiksel, „Sustainability and resilience: toward a systems approach“, *Sustainability: Science, Practice and Policy*, Bd. 2, Nr. 2, S. 14–21, Okt. 2006, doi: 10.1080/15487733.2006.11907980.
- [55] M. Borchardt, M. H. Wendt, G. M. Pereira, und M. A. Sellitto, „Redesign of a component based on ecodesign practices: environmental impact and cost reduction achievements“, *Journal of Cleaner Production*, Bd. 19, Nr. 1, S. 49–57, Jan. 2011, doi: 10.1016/j.jclepro.2010.08.006.
- [56] „IKEA Bestseller: Unsere beliebtesten Produkte“, IKEA. <https://www.ikea.com/de/de/cat/best-sellers/> (zugegriffen 4. Januar 2023).
- [57] „Gebrauchte Möbel verkaufen - IKEA Deutschland“. <https://www.ikea.com/de/de/customer-service/services/buy-back-resell/> (zugegriffen 21. Oktober 2022).
- [58] „Kreislaufwirtschaft“. https://www.otto.de/shoppages/nachhaltigkeit/nachhaltiges_engagement/verantwortungsvoll-handeln/kreislaufwirtschaft#623daccb9074e8b63015b476d (zugegriffen 21. Oktober 2022).

- [59] „VISION“, WYE GmbH. <https://wye-design.com/pages/vision> (zugegriffen 13. Januar 2023).
- [60] „IKEA - BILLY Bücherregal“, IKEA. <https://www.ikea.com/de/de/p/billy-buecherregal-weiss-00263850/> (zugegriffen 19. Oktober 2022).
- [61] „Material-Archiv“. https://materialarchiv.ch/de/ma:material_315 (zugegriffen 19. Oktober 2022).
- [62] „IKEA - KALLAX Regal“, IKEA. <https://www.ikea.com/de/de/p/kallax-regal-weiss-80275887/> (zugegriffen 19. Oktober 2022).
- [63] „IKEA - FJÄLLBO Regal“, IKEA. <https://www.ikea.com/de/de/p/fjaellbo-regal-schwarz-70339291/> (zugegriffen 19. Oktober 2022).
- [64] „IKEA - EKENABBEN Regal“, IKEA. <https://www.ikea.com/de/de/p/ekenabben-regalelement-espe-weiss-80487813/> (zugegriffen 19. Oktober 2022).
- [65] „IKEA - LACK Wandregal“, IKEA. <https://www.ikea.com/de/de/p/lack-wandregal-weiss-60282186/> (zugegriffen 19. Oktober 2022).
- [66] „IKEA - IVAR Regal“, IKEA. <https://www.ikea.com/de/de/p/ivar-regal-kiefern-69251345/> (zugegriffen 19. Oktober 2022).
- [67] „XXXLuz - MID.YOU“. <https://www.xxxlutz.de/p/mid-you-regal-schwarz-eichefarben-007968016701> (zugegriffen 19. Oktober 2022).
- [68] „USM Möbelbausystem“. <https://www.usm.com/de-ch/home/inspirationen/anwendungen/regale/massgefertigte-wohnzimmerregale/> (zugegriffen 19. Oktober 2022).
- [69] „Nachhaltigkeit - USM“. <https://www.usm.com/de-ch/home/ueber-usm/nachhaltigkeit/> (zugegriffen 19. Oktober 2022).
- [70] „Lowboard |chamfer| – WYE GmbH“. <https://wye-design.com/collections/front-page/products/lowboard-chamfer?variant=37623260774571> (zugegriffen 19. Oktober 2022).
- [71] „VISION – WYE GmbH“. <https://wye-design.com/pages/vision#shopify-section->

large-video-with-textbox-neolign (zugegriffen 19. Oktober 2022).

[72] „Ergodata | Nodo Möbelsystem“, STUDIOCOLONY. <https://www.studiocolony.com/ergodata> (zugegriffen 19. Oktober 2022).

[73] „Nodo“. <https://www.ergodata.ch/nodo.html/22> (zugegriffen 19. Oktober 2022).

[74] „Material-Archiv: Stahl“, Material-Archiv. https://materialarchiv.ch/de/ma:material_1865 (zugegriffen 25. Oktober 2022).

[75] „Feinblech 0,75mm kaufen“, Maschinenbau Feld GmbH. <https://www.feld-eitorf.de/blech-stahl-staerke-0-75-mm> (zugegriffen 14. Januar 2023).

[76] „Material-Archiv“. https://materialarchiv.ch/de/ma:material_15/?q=PVC (zugegriffen 9. Januar 2023).

[77] „TRU COMPONENTS Kantenschutz PVC Schwarz 10 m kaufen“. <https://www.conrad.de/de/p/tru-components-kantenschutz-pvc-schwarz-10-m-2489360.html> (zugegriffen 14. Januar 2023).

[78] „Material-Archiv“. https://materialarchiv.ch/de/ma:material_13 (zugegriffen 9. Januar 2023).

[79] „Grafe: Halogenfrei flammgeschützte Polypropylen-Compounds | K-AKTUELL.de“, 6. Oktober 2016. <https://www.k-aktuell.de/technologie/grafe-halogenfrei-flammgeschuetzte-polypropylen-compounds-43851/> (zugegriffen 14. Januar 2023).

[80] B. D. Meyer, „Elektrostatisches Pulverbeschichten, ein energie- und rohstoffsparendes, umweltfreundliches Oberflächenverfahren“, *Materials and Corrosion*, Bd. 30, Nr. 12, S. 865–869, 1979, doi: 10.1002/maco.19790301207.

[81] D. Oberflächenveredelung, „Pulverbeschichtung“, DARGIES Oberflächenveredelung. <https://www.dargies-veredelung.de/industrie/pulverbeschichtung/> (zugegriffen 15. Januar 2023).

7

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
d. h.	das heißt
Dfx	Design for X
PSS	Product Service System
PVC	Polyvinylchlorid
PP	Polypropylen
u. a.	unter anderem
z. B.	zum Beispiel
z. Dt.	zu Deutsch

8

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Lineares Wirtschaftssystem.	10
Abbildung 2: Kreislaufwirtschaft .	13
Abbildung 3: Circular economy product and business model strategy framework.	25
Abbildung 4: Billy Bücherregal.	30
Abbildung 5: Billy Bücherregal Maße.	30
Abbildung 6: Kallax Regal.	31
Abbildung 7: Kallax Regal Maße.	31
Abbildung 8: FJÄLLBO Regal.	31
Abbildung 9: FJÄLLBO Regal Maße.	31
Abbildung 10: EKENABBEN Regal.	32
Abbildung 11: EKENABBEN Regal Maße	32
Abbildung 12: LACK Wandregal.	32
Abbildung 13: IVAR Regal.	33
Abbildung 14: IVAR Regal Maße.	33
Abbildung 15: MID.YOU.	33
Abbildung 16: MID.YOU Maße.	33
Abbildung 17: USM Möbelbausystem.	34
Abbildung 18: USM Möbelbausystem.	34
Abbildung 19: Lowboard chamfer.	34
Abbildung 20: Büromöbelsystem Nodo.	35
Abbildung 21: Büromöbelsystem Nodo Detail.	35
Abbildung 22: Use-Case Ressourcenkreislauf Wohnzimmerragel.	37
Abbildung 23: QR-Code.	40
Abbildung 24: Stahlblech.	41
Abbildung 25: PVC Kantenschutz.	41
Abbildung 26: Polypropylen-Granulat in Schwarz.	41
Abbildung 27: Pulverbeschichtungsverfahren.	42
Abbildung 28: Explosionsdarstellung.	42
Abbildung 29: Seitenwand.	43
Abbildung 30: Fachboden.	43
Abbildung 31: Beschlag.	44

Abbildung 32: Aufschieben des Beschlags.	44
Abbildung 33: Lochraster in der Seitenwand.	44
Abbildung 34: Klicksystem des Beschlags.	44
Abbildung 35: Steckvorgang des Fachbodens.	45
Abbildung 36: Draufsicht Beschlag.	45
Abbildung 37: 3D-Ansicht Oberteil von unten.	46
Abbildung 38: Montiervorgang Kantenschutz.	46
Abbildung 39: 3D-Ansicht Regal.	47
Abbildung 40: Frontansicht der entwickelten Regalgrößen.	47
Abbildung 41: Farbkonzept.	48
Abbildung 42: Rendering der Regalgrößen und Farben im Vergleich.	49
Abbildung 43: Rendering des Regals in Beige im Raum.	49
Abbildung 44: Rendering des Regals in Orange-Gold im Raum.	50
Abbildung 45: Rendering des Regals in Beige.	51
Abbildung 46: Rendering Regal von unten.	52
Abbildung 47: Rendering Regal Detail 1.	52
Abbildung 48: Rendering Regal Detail 2.	52
Abbildung 49: Rendering Regal Detail 3.	53
Abbildung 50: Rendering Regal Einzelteile.	53
Abbildung 51: Blechsägevorgang.	54
Abbildung 52: Blechbiegevorrichtung.	54
Abbildung 53: Blechbiegevorgang.	54
Abbildung 54: Lackiervorgang.	54
Abbildung 55: QR-Code-Sticker.	54
Abbildung 56: 500 mm Prototyp Foto 1.	55
Abbildung 57: 500 mm Prototyp Foto 2.	56
Abbildung 58: 500 mm Prototyp Foto 3.	56
Abbildung 59: 500 mm Prototyp Foto 4.	56
Abbildung 60: 500 mm Prototyp Foto 5.	56

9

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: IKEA-Kunden in Deutschland nach Kaufabsicht von Möbeln und Einrichtungsgegenständen in den nächsten zwei Jahren nach einem Einkauf (2021)	9
Tabelle 2: Taxonomie der Dfx-Ansätze auf der Grundlage von De los Rios und Charnley	19

10

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich, Jonathan Popp, erkläre hiermit, dass ich die Masterarbeit zum Thema

Circular Design im Bereich Fast Furniture

selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, sowie alle wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Texten entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Dies gilt für gedruckte Texte ebenso wie für dem Internet entnommene Texte, audiovisuelle Medien, Hörbücher und Bildnachweise.

München, 15.01.2023

Ort, Datum



Unterschrift Jonathan Popp