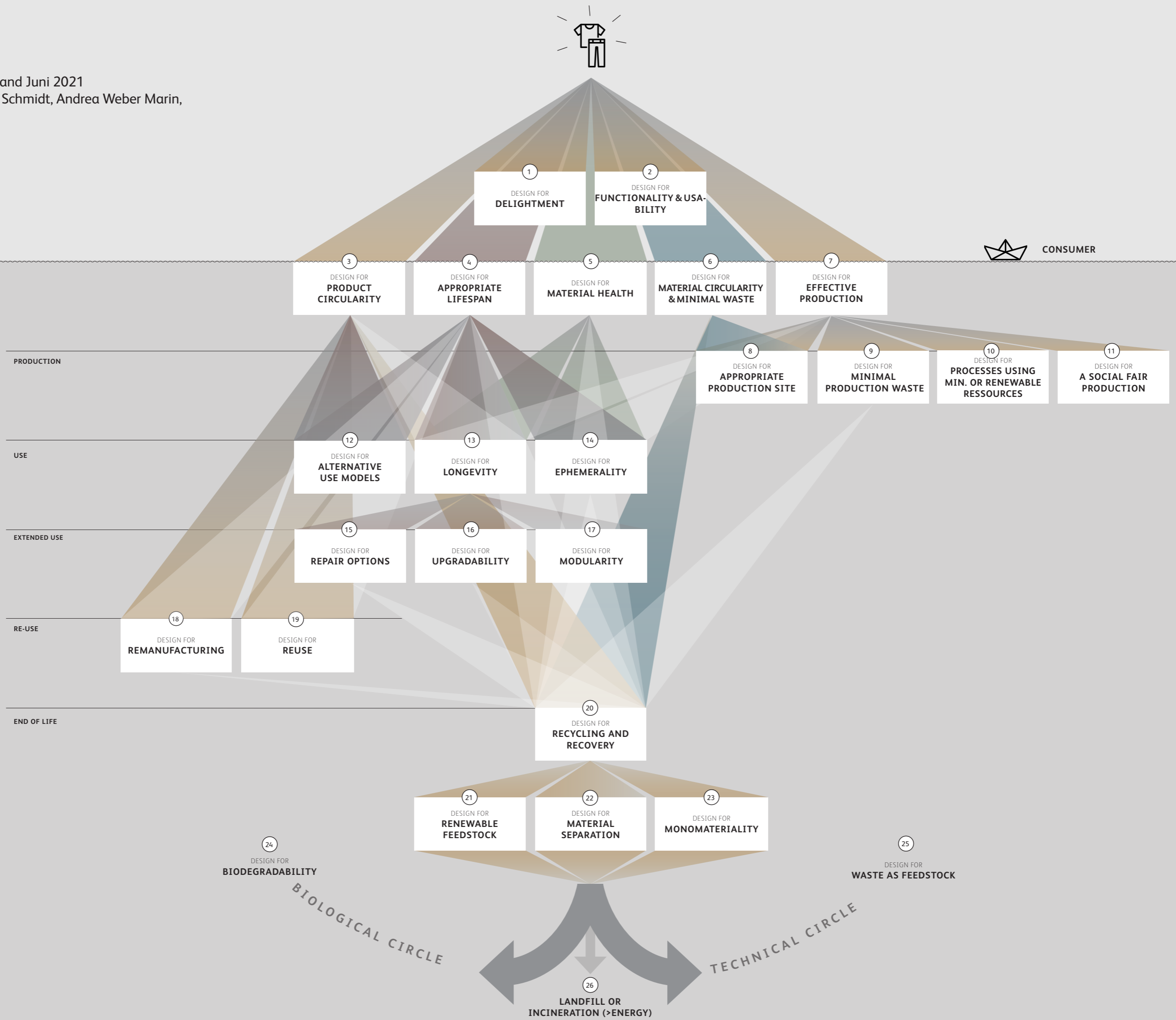


DESIGN DECISION TOOL FÜR EINE NACHHALTIGE PRODUKT- ENTWICKLUNG

Work-In-Progress, Stand Juni 2021
Adler Françoise, Lea Schmidt, Andrea Weber Marin,
Benjamin Willi



DESIGN DECISION TOOL FÜR EINE NACHHALTIGE PRODUKT- ENTWICKLUNG

Work-In-Progress, Stand Juni 2021

Adler Françoise, Lea Schmidt, Andrea Weber Marin,
Benjamin Willi

In der Designphase werden zentrale Entscheide im Hinblick auf Nachhaltigkeit von Produkten gefällt. Das vorliegende Tool hilft Designer*innen, informierte Entscheide betreffend Materialressourcen, Materialkombinationen und Verarbeitungstechnologien entlang des gesamten Lebenszyklus von Produkten und darüber hinaus zu treffen. Materialien werden so behandelt, miteinander kombiniert und verbunden, dass sie recycelbar oder biologisch abbaubar sind. Entlang der einzelnen Punkte des Tools können unterschiedliche Strategieansätze für nachhaltige Produktentwicklungen aufgezeigt werden. So unterstützt das Tool aus der Perspektive des Designs Strategieprozesse in Unternehmen, in der Produktentwicklung und dient als Informationsquelle, indem es Abhängigkeiten und die Komplexität der Thematik greifbar macht. (Webster, 2017)

1

DESIGN FOR DELIGHTMENT

Das Design eines Produktes führt dazu, dass dessen Benützung den Konsument*innen Freude bereitet. Die Konsument*innen können dadurch eine positive Beziehung zum Produkt aufbauen und wollen infolge das Produkt intensiv und über einen langen Zeitraum nutzen. (Chapman, 2009; Bocken et al., 2015)

2

DESIGN FOR USABILITY AND FUNCTIONALITY

Die Handhabung, Verwendung und Funktionalität des Produktes ist auf die Bedürfnisse und Erwartungen der Kunden*innen angepasst. Eine nutzerorientierte Bedienung des Produktes erhöht die Kundenzufriedenheit, den Wert des Produkts für die KundenInnen und entscheidet mitunter, ob ein Produkt über einen möglichst langen Zeitraum verwendet wird. (Shedroff, 2009 S. 188 ff)

3

DESIGN FOR PRODUCT-CIRCULARITY

Das Produkt ist so konzipiert werden, dass es als ganzes Produkt (Reuse), als Einzelteil/Halbfabrikat (Remanufacture) oder als Material (Recycle) in einem Kreislauf zirkulieren kann. Die Kreisläufe sind dabei so klein wie möglich zu halten (Priorität: Reuse > Remanufacture > Recycling). Die verwendeten Materialien sowie die Produktionsschritte sind transparent ausgewiesen. Dies ermöglicht den Kunden*innen einen informierten Kaufentscheid im Hinblick auf Materialität und vereinfacht einen späteren Recyclingprozess. (Bakker et al., 2014, S. 83 ; McDonough & Braungart, 2010, S. 55 ff; Circle Economy, 2020; Niinimäki, S. 35 ff, 2018; Webster, 2017; Balkenende & Bakker, 2018; Shedroff, 2009, S. 277 ff; UAL et al., o. J. -a)

4

DESIGN FOR THE APPROPRIATE LIFESPAN

Das Design, das Material, die Funktion sind in Bezug auf ihre Lebensdauer optimal aufeinander abgestimmt. So deckt sich die Nutzungsdauer und -intensität eines Produktes mit der Stabilität und Robustheit des Materials. Die Lebensdauer des Produktes muss den Kunden*innen klar kommuniziert werden (Niinimäki & Hassi, 2011; Tischner, 2014). Die Aufwände für Produktion und Recycling stehen im Verhältnis zur Nutzungsdauer. (Goldsworthy, 2018)

5

DESIGN FOR MATERIAL HEALTH

Schädliche Substanzen werden vermieden – ‚design them out‘ (MacArthur, 2017). Schädliche Substanzen sind eine Belastung für das globale Ökosystem mit Auswirkungen auf Flora, Fauna und den Menschen und dürfen nur in geschlossenen technischen Kreislauf geführt werden. Bei den schädlichen Substanzen sind auch jene zu berücksichtigen, welche als Nebenprodukte entlang des Produktionsprozesses entstehen (z.B. Pestizide, Hilfsstoffe, Abwasser, Schlacke). (Haffmans et al., 2018; McDonough & Braungart, 2010, S. 32 ff, S. 42 ff; Shedroff, 2009, S. 225 ff; UAL et al., o. J. -b)

6

DESIGN FOR MATERIAL CIRCULARITY AND MINIMAL WASTE

Das Produkt erzeugt im Sinne von Material, welches nicht weiter im biologischen oder technischen Kreislauf verwendet werden kann, möglichst wenig Abfall. Dies ist bei der Herstellung, während der Nutzungsphase, bei der Verpackung und am ‚End of Life‘ zu berücksichtigen. Kann Material weder in einen biologischen noch in einen technischen Kreislauf rückgeführt werden, ist es auf eine möglichst spezifische Art und Weise zu entsorgen. (MacArthur, 2017; McDonough & Braungart, 2010, S. 104–115; Rockström, 2009; Runnel et al., 2017; Shedroff, S. 249 ff, 2009)

PRODUCTION & MATERIALITY

7

DESIGN FOR EFFECTIVE PRODUCTION

Ressourcen, Hilfsstoffe, Wasser, Materialien und Energie, die in der Produktion benötigt werden, werden möglichst effektiv im Sinne von Braungart (McDonough & Braungart, 2010, S. 157–186) genutzt und Produktionsabfälle minimiert. Zudem steht die Investition an Ressourcen, Hilfsstoffen, Energie und Wasser in der Produktion im Verhältnis zur Lebensdauer des Produktes. (Fletcher, 2004; Stebbing & Tischner, 2015)

8

DESIGN FOR AN APPROPRIATE PRODUCTION SITE

Minimierung der Transportwege und Generierung von lokaler Wertschöpfung. (McDonough & Braungart, 2010, S. 123 ff; Stebbing & Tischner, 2015)

9

DESIGN FOR MINIMAL PRODUCTION WASTE

Das Produkt ist möglichst abfallarm produzierbar (z.B. wenig Verschnitt). Kreisläufe werden wo möglich geschlossen (Wasser, Chemikalien). Anorganische und organische Stoffgruppen, welche nicht weiter als Nährstoff im biologischen oder technischen Kreislauf verwendet werden können, müssen adäquat entsorgt werden ohne zusätzliche schädliche Belastung des Ökosystems. (Runnel et al., 2017)

10

DESIGN FOR PROCESSES USING RENEWABLE RESOURCES

Die Energie für Produktion und Transport stammt aus lokalen, erneuerbaren Energiequellen. Das Produkt ist wassersparend verarbeitet und möglichst ressourcenschonend produziert. (McDonough & Braungart, 2010, S. 132 ff)

11

DESIGN FOR A FAIR PRODUCTION

Die Herstellung eines Produkts und seinen Materialien findet unter fairen Bedingungen statt, bringt einer Gesellschaft nachhaltige Nutzen und schafft gute Lebensbedingungen. Ausbezahlte Löhne ermöglichen ein gutes Leben und Arbeitszeiten sind entsprechend geregelt. Der Gesundheit der Arbeitnehmenden wird Rechnung getragen und es gibt ein Recht auf gewerkschaftliche Tätigkeit. (Fashion Revolution, 2020)

USE

12

DESIGN FOR ALTERNATIVE USE MODELS

Produkte können für alternative Use Models ausgelegt sein, in Form von Services und Systemen, wie Rental System, Abonnement, Immaterial Products, Bibliotheken, usw. Dem Design obliegt es, die Besitzverhältnisse von Produkten, damit verbundene Services und Systeme rund um Nutzer*innenbedürfnisse zu entwickeln. (Buchanan, 2001; Fontell, 2017; Krippendorff, 2011)

13

DESIGN FOR LONGELIVITY

Die Verarbeitung, Material, Design, alle Einzelteile eines Produktes sind auf eine lange Lebensdauer abgestimmt (Fletcher, 2004; Goldsworthy, 2018). Dadurch kann eine hohe Ressourceneffektivität (damit eine hohe Material- und Produktqualität erreicht werden kann) erreicht werden. (Bakker et al., 2014, S. 83; Cooper et al., 2013; Karell & Niinimäki, 2019)

14

DESIGN FOR EPHEMERALITY

Die Verarbeitung, Material, Design, alle Einzelteile eines Produktes sind auf eine kurze Lebensdauer abgestimmt (Fletcher, 2004; Goldsworthy, 2018). Die Nutzungszyklen sind auf Kurzlebigkeit ausgerichtet. Der Ressourcenaufwand für die Produktion, den Transport und das Recycling ist möglichst klein gehalten. Die Verarbeitung und die Materialauswahl wird darauf ausgelegt, dass das Produkt optimal recycelt und bestenfalls kompostiert werden kann. (Haffmans et al., 2018, S. 67 ff)

Hochschule Luzern
Design & Kunst

– EXTENDED USE

15

DESIGN FOR REPAIR OPTIONS

Um die Lebensdauer eines Produktes zusätzlich zu verlängern, sind Produkte möglichst einfach reparierbar. Die Reparierbarkeit eines Produktes muss im Designprozess berücksichtigt werden, indem Einzelteile einfach austauschbar sind oder die Reparaturtechnik ein Produkt gestalterisch aufwerten kann. (Bakker et al., 2014, S. 97; Shedroff, 2009, S. 289 ff)

16

DESIGN FOR UPGRADABILITY

Im Design wird die Möglichkeit eines Upgrades des Produktes mitgedacht. Diese Upgrademöglichkeit kann irreversibel oder reversibel angelegt sein. Das Upgraden erhöht den Wert des bereits bestehenden Produktes und erreicht damit die Verlängerung der Nutzungsphase. (Bakker et al., 2014, S. 101; Fontell & Heikkilä, 2017)

17

DESIGN FOR MODULARITY

Die Modularität eines Produktes ermöglicht den Kunden*innen ein Produkt nach dessen Kauf aber auch über dessen Nutzungsdauer hinaus ihren eigenen Bedürfnissen anzupassen. Es kann sich sowohl um eine funktionale Modularität oder um eine ästhetische Modularität handeln. Eine Modularität setzt eine Kompatibilität der Einzelteile voraus und ermöglicht dadurch auch eine bessere Reparierbarkeit. (Bakker et al., 2014, S. 93 ff)

– RE-USE

18

DESIGN FOR REMANUFACTURING

Ressourceneffiziente Produktbestandteile oder Halbfabrikate werden wiederverwendet bevor sie in ihre Rohmaterialien zerlegt und in ihre Materialströme zurückzuführen werden. Dazu ist die Qualität des Materials und die Art der Verbindungen von Einzelteilen zu berücksichtigen. Auch kann ein entsprechendes Design ein Remanufacturing begünstigen, indem zukünftige Remanufacturingprozesse wenig zeitintensiv angelegt sind. (Bakker et al., 2014, S. 105 ff; MacArthur, 2017; Fontell & Heikkilä, 2017; RSA, 2016)

19

DESIGN FOR REUSE

Die effektivste Verwertung eines Produktes, das vom Erstbenutzer nicht mehr gebraucht wird, ist seine Wiederverwendung. Ein Produkt ist so konzipiert, dass es so lange und so oft wie möglich von verschiedenen Personen wiederverwendet werden kann. Dies ist durch verschiedene Designstrategien im Produkt angelegt (z.B. One-Size, zeitlose Looks) und spiegelt sich in der Materialqualität und der Verarbeitung wider. (Fletcher 2004; Fontell & Heikkilä, 2017; MacArthur, 2017; RSA 2016)

END OF USE

20

DESIGN FOR RECYCLING AND RECOVERY

Aus der Sicht des Designs ist bei der Materialauswahl und -kombination geklärt, welcher Recycling oder Recoverystream für das Produkt vorgesehen ist. Dabei gilt es die Hierarchie der Kaskaden innerhalb der Zirkulärwirtschaft zu beachten (Use > Extende Use > Reuse > Remanufacture > Recycling / Recovery).

Es gibt grundsätzlich drei unterschiedliche Optionen für Produkte an deren Lebensende: Rückführung in den biologischen oder technischen Kreislauf, die thermischen Verwertung oder die Deponierung. — Bei der thermischen Verwertung und der Deponierung geht der Materialwert unwiederbringlich verloren und ist damit zu vermeiden.

— Produkte, welche in den biologischen Kreislauf rückgeführt werden, müssen vollständig abbaubar sein und als biologische Nährstoffe anderen Lebewesen dienen (McDonough & Braungart, 2010, S. 92 ff). Die Zeit bis zur Erneuerbarkeit dieser Materialien muss dabei berücksichtigt werden.

— In den technischen Kreislauf können Materialgruppen von Produkten gelangen, die so konstruiert sind, dass sie dem industriellen Metabolismus, dem sie entstammen, rückgeführt werden können (McDonough & Braungart, 2010, S. 109–115). Es gibt verschiedene Methoden für die Wiederaufbereitung von Materialien im technischen Kreislauf (vorwiegend chemische, thermische, mechanische Prozesse). Die Benutzung von Materialien in einem technischen Kreislauf hat das ‚Stockmanagement‘ dieser Materialien im Blick. Materialien in diesem Kreislauf sind endliche Ressourcen und müssen dementsprechend sorgfältig eingesetzt werden.

Insbesondere muss die Separierung in technische und biologische Kreisläufe am Lebensende gewährleistet sein, indem dies in der Produktentwicklung mitbedacht wird. (Balkenende & Bakker, 2018 b, S. 77 ff; Haffmans et al., 2018; Karell & Niinimäki, 2019; MacArthur, 2017; Niinimäki & Hassi, 2011; Tyler & Han, 2019)

DESIGN DECISION TOOL FÜR EINE NACHHALTIGE PRODUKT- ENTWICKLUNG

Work-In-Progress, Stand Juni 2021

Adler Françoise, Lea Schmidt, Andrea Weber Marin,
Benjamin Willi

21

DESIGN FOR RENEWABLE FEEDSTOCK

„Renewable Feedstock“ bezeichnet sämtliche nachwachsende Rohstoffe. Zu beachten ist die Erneuerungs- resp. Nachwachs- / Abbaurate im Vergleich zur Ressourcenentnahme. Hierfür kommen unterschiedliche Ansätze in Frage:

- nachhaltig angebaute nachwachsende Rohstoffe, wie beispielsweise ‚sustainably managed forests‘
- biologisch abbaubare Produktionsabfälle, wie beispielsweise Stroh aus der Landwirtschaft, oder biologisch abbaubare Schnittabfälle aus der Textilindustrie.
- Material, welches heute als Abfallprodukt gilt, wie beispielsweise Kaffeesatz, Fruchtschalen, oder Alttextil, bestehend aus reinen, tierischen oder pflanzlichen Fasern sowie reinen abbaubaren organisch-zellulose Chemiefasern.

(Textile Exchange, 2020) (Haffmans et al., 2018)

22

DESIGN FOR MATERIAL SEPARATION

Die Separation unterschiedlicher Materialien ist im Design des Produktes durch entsprechende Trennbarkeit nach Materialien miteingeplant. Dabei ist einerseits die Reinheit der einzelnen Materialien zu berücksichtigen als auch die Art der Material-Verbindung in Produkten.

Teilweise sind Technologien im Aufbau, welche beispielsweise Polycotton-Blendings chemisch separieren können, und so beide Rohstoffe rückgewonnen werden können (Rex et al., 2019; Sandin et al., 2019; Textile Exchange, 2020, S. 56 und S. 80), jedoch ist dieser zusätzliche Schritt in der Ökobilanz von Produkten mitzu-berücksichtigen.

Durch eine im Produkt angelegte Separierbarkeit können Materialien später in unterschiedliche biologische und technische Material-Kreisläufe zurückgeführt werden. Bestehen für bestimmte Materialien noch keine Aufbereitungslösungen, ist dennoch eine Separierbarkeit der Materialien im Produkt anzulegen. (Braungart, 2012; McDonough & Braungart, 2010, S. 103–105; Karell & Niinimäki, 2019)

23

DESIGN FOR MONOMATERIALITY

Wenn Produkte aus nur einem Material bestehen, wird die Sortierung vereinfacht und bestenfalls kann das Produkt auf direktem Weg in den Materialkreislauf geführt werden. Der Aspekt der Monomaterialität oder der Sortenreinheit ist insbesondere bei Produkten, welche Materialien im technischen Kreislauf verarbeiten, zu berücksichtigen. (Hornbogen et al., 2019; MacArthur, 2017; Textile Exchange, 2020)

FUTURE FEEDSTOCK

24

DESIGN FOR BIODEGRADABILITY

Das Verwenden von natürlichen Materialien ermöglicht grundsätzlich eine biologische Abbaubarkeit von Produkten. So stellt ihre Entsorgung keine Belastung für die Umwelt dar und ihre Bestandteile können wieder als Nährstoff in den biologischen Kreislauf zurückgeführt werden.

Insbesondere ist darauf zu achten, dass Kombinationen von Materialien aus dem technischen und dem biologischen Kreislauf vermieden werden. Die Zeit von der Ressourcenentnahme bis zur vollständigen Abbaubarkeit eines Produkts steht dabei im Verhältnis zur Dauer der Nutzungsphase.

Sämtliche Rückstände von biologisch abbaubaren Produkten müssen dabei auf ihre biologische Abbaubarkeit hin überprüft werden. (insbesondere auch Farbstoffe, Hilfsstoffe usw.). (Haffmans et al., 2018; McDonough & Braungart, 2010, S. 105–109)

25

DESIGN FOR WASTE AS FEEDSTOCK

Waste as Feedstock kann auf unterschiedlichen Ebenen greifen: partielle Wiederverwendung von Produkten, Wiederverwendung des Werkstoffes von Produkten mittels mechanischer, thermischer oder chemischer Aufbereitung.

Bei der Verwendung von technischen Materialien wird eine möglichst qualitativ hochwertige Nutzung und ein möglichst hoher Nutzungsgrad angestrebt. Material kann dann kombiniert werden, wenn es in einen Materialkreislauf zurückgeführt werden kann ohne dass eine Auftrennung in unterschiedliche Werkstoffe nötig ist (so kann beispielsweise Polycotton als Blend wiederaufbereitet werden). (MacArthur, 2017; Lacy & Rutqvist, S. 119, 2016)

26

LANDFILL OR INCINERATION

Kann Material weder in den biologischen noch in den technischen Kreislauf zurückgeführt werden, besteht nur noch die Möglichkeit einer Verbrennung mit der Option einer energetischen Verwertung oder aber die Deponierung, wobei in diesem Fall der Materialwert unwiederbringlich verlorengeht.

QUELLEN

Bakker et al. 2014: Bakker, C. et al., Product That Last Product design for circular business models, Delft 2014.

Balkenende/Bakker 2018a: Balkenende, R./Bakker, C., Designing for a circular economy: Make, Use and Recover Products, in: Sustainable Fashion in a Circular Economy, hrsg.von Niinimäki, K. et al., Helsinki 2018, 76–95.

Balkenende/Bakker 2018b: Balkenende, R./ Bakker, C., Designing for a circular economy: Make, Use and Recover Products, in: Sustainable Fashion in a Circular Economy, hrsg.von Niinimäki, K. et al., Helsinki 2018, 76-95.

Bocken et al. 2015: Bocken, N. M. P. et al., Product design and business model strategies for a circular economy, in: Journal of Industrial and Production Engineering. <https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124>, [Stand: 30.06.2021]

Braungart, M. 2012: C2C Design Concept. C2C. <http://braungart.epca-hamburg.org/en/content/c2c-design-concept> [Stand: 11.12.2020]

Buchanan 2001: Buchanan, Richard, Design research and the new learning, in: Design issues, 17(4), 3–23.

Chapman 2009: Chapman, Jonathan, Design for (emotional) Durabilit, in: Design Issues, 25(4), 29–35.

Circle Economy 2020: The Disrupt Framework. <https://www.circle-economy.com/resources/the-disrupt-framework>, [Stand: 30.06.2021]

Cooper et al. 2013: Cooper, T. et al., Design for longevity: Guidance on increasing the active life of clothing: Report for WRAP (Waste & Resources Action Programme), Banbury 2013.

Fashion Revolution 2020: Fashion Transparency Index 2020. https://issuu.com/fashionrevolution/docs/fr_fashiontransparencyindex2020/1, Stand [30.06.2021].

Fletcher/ Tham 2004: Fletcher, Karen/Tham, Mathilda, Clothing rhythms, in: Enter-nally yours, time in design, 010 Publishers, S. 254–274.

Fontell/Heikkilä 2017: Fontell, Paula/ Heikkilä, Pirjo, Model of circular business eco-system for textiles, VTT Technical Research Centre Finland. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2017/T313.pdf> [Stand: 30.06.2021]

Goldsworthy et al. 2018: Goldsworthy Kate, Circular design speeds: Prototyping fast and slow sustainable fashion concepts through interdisciplinary design research., Centre for Circular Design, London. <http://mistrafuturefashion.com/wp-content/uploads/2019/10/K.-Goldsworthy-Circular-Design-Speeds-project.-mistra-future-fashion.pdf>, [Stand: 30.06.2021]

Haffmans et al. 2018: Haffmans Siem, Product That Flow—Circular business models and design strategies for fast-moving consumer goods, BIS Publishers, Holland/ Belgien.

Hornbogen et al. 2019: Hornbogen Erhard, Werkstoffe: Aufbau und Eigenschaften von Keramik-, Metall-, Polymer-und Verbundwerkstoffen, Berlin 2019.

Karell/ Niinimäki 2019: Karell, Essi/Niinimäki Kirsi, Addressing the Dialogue between Design, Sorting and Recycling in a Circular Economy. <https://doi.org/10.1080/14606925.2019.1595413> [Stand: 30.06.2021]

Krippendorff : 2011: Krippendorff Klaus, Principles of design and a trajectory of artificiality, in: Journal of product innovation management, 28(3), 411–418.

Lacy/Rutqvist 201: Lacy, Peter/ Rutqvist Jakob, Waste to wealth: The circular economy advantage, Berlin 2015.

MacArthur 2017: MacArthur, Ellen, A new textiles economy: Redesigning fashion’s future. https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/A-New-Textiles-Economy_Full-Report.pdf, [Stand: 60.06.2021]

McDonough/Braungart 2010: McDonough William/ Braungart Michael, Cradle to cradle: Remaking the way we make things, New York 2010.

Niinimäki 2018: Niinimäki Kirsi, Sustainable Fashion in a Circulare Economy. <https://aaltodoc2.org.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/36608/isbn9789526000909.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, [Stand: 30.06.2021]

Niinimäki/ Hassi 2011: Niinimäki Kirsi/ Hassi Lotta, Emerging design strategies in sustainable production and consumption of textiles and clothing. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.04.020>, [Stand:30.06.2021]

Rex et al. 2019: Desiré Rex et al., Possible Sustainable Fibers on the Market and Their Technical Properties. The Fiber Bible Part 1. http://mistrafuturefashion.com/wp-content/uploads/2019/03/ Roos-D2.1.1.1-Fiber-Bible-Part-1_Mistra-Future-Fashion-2019.02-1.pdf, [Stand: 30.06.2021]

Rockström et al. 2009: Rockström Johan et al., Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity, in: Ecology and society, 14(2).

RSA 2016: Designing for a circular economy: Lessons from The Great Recovery 2012 – 2016. <https://www.thersa.org/globalassets/pdfs/reports/the-great-recovery---designing-for-a-circular-economy.pdf>, [Stand: 30.06.2021]

Runnel et al. 2017: Runnel, Ann et al. , The Undiscovered Business Potential of Production Leftovers within Global Fashion Supply Chains: Creating a Digitally Enhanced Circular Economy, Reverse Resource.

Sandin 2019, Sandin, Gustav , Environmental impact of textile fibers—what we know and what we don’t know: Fiber Bible part 2. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1298696/FULLTEXT01.pdf>, [Stand 30.06.2021]

Shedroff 2009, Shedroff, Nathan , Design Is The Problem—The future of design must be sustainable (54/77), Rosenfeld Media.

Stebbing/Tischner 2015: Stebbing Peter, Tischner Ursula, Changing Paradigms: Designing for a Sustainable Future, Aalto 2015.

Textile Exchange 2020: Preferred Fiber & Materials—Market Report 2020. https://textileexchange.org/wp-content/uploads/2020/06/Textile-Exchange_Prefered-Fiber-Material-Market-Report_2020.pdf, Stand [30.06.2021]

Tischner 2014: Tischner, Ursula, Design for Sustainability Strategies, Methods and Tools, in: Changing Paradigms: Designing for a Sustainable Future, hrsg. von Stebbing/Tischner, S.302-317.

Tyler et al. 2019: Tyler, Designing Products for the Circular Economy, in: Technology-Driven Sustainability—Innovation in the Fashion Supply Chain, hrsg. von Vignali et al., S. 93–116. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-15483-7>, [Stand 30.06.2021]

UAL et al.: TED’s Ten: 2—Design for Cyclability. <http://www.tedresearch.net/2-design-recycling-upcycling/>, [Stand: 30.06.2021]

UAL et al.: TED’s Ten: 3 – Design to Reduce Chemical Impacts. <http://www.tedresearch.net/3-reduce-chemical-impacts> [Stand: 30.06.2021]

Webster 2017: Webster, Ken, The circular economy: A wealth of flows, Ellen MacArthur Foundation Publishing.

KONTAKT

Hochschule Luzern
Forschungsgruppe Produkt&Textil
745 Viscosistadt
Nylsuisseplatz 1, CH-6020 Luzern-Emmenbrücke

Juni 2021

Adler Françoise HSLU D&K
francoise.adler@hslu.ch