

2020

# Textilrecycling – Probleme und Lösungsansätze



[1]

**Adrian Turuc**

Hessisches Landesamt für Naturschutz,  
Umwelt und Geologie (HLNUG)

## Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS.....	I
ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	II
1 EINLEITUNG .....	- 1 -
2 PROBLEMSTELLUNG.....	- 1 -
3 MENGENAUFKOMMEN VON ALTTEXTILIEN .....	- 2 -
4 WIEDERVERWENDUNG, ERFASSUNG UND STOFFFLÜSSE.....	- 3 -
4.1 Wiederverwendung .....	- 3 -
4.2 Erfassung in Deutschland.....	- 3 -
4.3 Internationale Stoffflüsse .....	- 5 -
5 RECHTLICHE GRUNDLAGEN.....	- 6 -
5.1 Abfallrahmenrichtlinie .....	- 6 -
5.2 Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG).....	- 6 -
5.3 Auswirkungen und Kritik .....	- 7 -
6 RECYCLING UND WIEDERVERWENDUNG .....	- 8 -
6.1 Sortierung.....	- 8 -
6.2 Recyclingprozess.....	- 9 -
6.2.1 Reißerei .....	- 9 -
6.2.2 Putzlappenherstellung.....	- 9 -
6.2.3 Vliesstofffertigung .....	- 9 -
6.2.4 Kunstfaserrecycling.....	- 10 -
6.3 Konsequenzen aus der Situation.....	- 10 -
6.4 Recyclinganlagen .....	- 10 -
6.5 Die aktuelle Recyclingsituation in Deutschland.....	- 12 -
7 HEMMNISSE DER NACHHALTIGKEIT .....	- 13 -

<b>8</b>	<b>FORSCHUNG UND BEST PRACTICE BEISPIELE</b> .....	<b>- 14 -</b>
<b>8.1</b>	<b>Enzymatisches Faserrecycling</b> .....	<b>- 14 -</b>
<b>8.2</b>	<b>Viskose-Filamentgarn aus recycelter Baumwolle</b> .....	<b>- 15 -</b>
<b>8.3</b>	<b>Hyperspektrale NIR Systeme</b> .....	<b>- 16 -</b>
<b>8.4</b>	<b>„Textile Schraube“</b> .....	<b>- 16 -</b>
<b>8.5</b>	<b>R-PET Erfassung</b> .....	<b>- 17 -</b>
<b>8.6</b>	<b>Schuhrecycling</b> .....	<b>- 17 -</b>
<b>8.7</b>	<b>Eine geschlossene Wertschöpfungskette: Wear2Wear<sup>50</sup></b> .....	<b>- 17 -</b>
<b>8.8</b>	<b>Forschungsprogramme</b> .....	<b>- 18 -</b>
8.8.1	TexCycle .....	- 18 -
8.8.2	RESYNTEX .....	- 19 -
8.8.3	Grüner Knopf .....	- 19 -
<b>8.9</b>	<b>Ausblicke</b> .....	<b>- 19 -</b>
<b>9</b>	<b>FAZIT</b> .....	<b>- 20 -</b>

## Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1:	ALTKLEIDERCONTAINER (ADRIAN TURUC 2020) .....	- 2 -
ABBILDUNG 2:	ILLEGAL AUFGESTELLTER ALTKLEIDERCONTAINER (ADRIAN TURUC 2020) .....	- 4 -
ABBILDUNG 3:	VERLAUF UND PROZENTUALE ANTEILE DER ALTTEXTILIEN NACH DER NUTZUNGSPHASE IN DEUTSCHLAND .....	- 5 -

## 1 Einleitung

Textilien werden in vielen Bereichen eingesetzt. Neben Bekleidungen finden Textilien in der Technik als Zurrgurte oder der Industrie als Filter sowie in der Innenraumgestaltung als Vorhänge oder Bettwäsche Anwendung. Die größte und bekannteste textilverarbeitende Branche ist die Bekleidungsbranche. Im Jahr 2015 wurden weltweit circa 100 Milliarden Kleidungsstücke verkauft.<sup>1</sup> Schnell wechselnde Modetrends (Fast Fashion) und auf Kurzlebigkeit ausgelegt, günstig produzierte Mode sind Gründe für den hohen Bekleidungskonsum. Die hohe Bekleidungsnachfrage resultiert in großen Produktionsmengen, die aus Sicht der Produzenten günstig hergestellt werden müssen. Das geschieht hauptsächlich in Ländern mit einem niedrigen Lohnniveau und geringer Überwachung des Gesundheitsschutzes und der Arbeitnehmerrechte. Der Großteil der Produktion von Textilien ist aufgrund der eingesetzten gesundheits- und umweltgefährdenden Chemikalien mit negativen Umweltauswirkungen verbunden. Reste der eingesetzten Bleichmittel und Farbstoffe werden in Folge von kaum vorhandenen Umweltauflagen und Überwachungen der Länder, in denen produziert wird, in die Umwelt abgegeben. Fair Trade Bekleidung ist diesbezüglich eine Alternative, bei der sowohl Arbeitnehmerrechte als auch ökologische Auswirkungen betrachtet werden.

Einem hohen Konsum steht ein hoher Anfall von Abfällen gegenüber. Weltweit werden in den sieben größten Verbrauchsregionen 73 Prozent der Alttextilien deponiert oder verbrannt<sup>37</sup>. Bezüglich des Ressourcenschutzes und der Umweltentlastung ist das Recycling von Alttextilien eine zu priorisierende Alternative. Durch den Recyclingprozess werden Ressourcen geschont und Treibhausgasemissionen verringert. Das Recycling von Alttextilien gestaltet sich aufgrund einiger besorgniserregender Entwicklungen zunehmend schwieriger.

In dieser Ausarbeitung wird die mit dem Textilrecycling verbundene Recyclingproblematik in Deutschland beschrieben, Best-Practice Verfahren vorgestellt und ein Zukunftsausblick gegeben.

## 2 Problemstellung

Nach Erhebung einer Studie des Bundesverbands für Sekundärrohstoffe und Entsorgung (bvse)<sup>2</sup> wurden im Jahr 2018 in Deutschland 1,3 Million Tonnen getrennt gesammelter Alttextilien erfasst. Das entspricht einer Steigerung des Altkleideraufkommens um 90.000 Tonnen verglichen mit dem Jahr 2015. Die Studie prognostiziert einen weiteren Anstieg der Sammelmenge um 2,2 Prozent für 2025<sup>2</sup>. Die nachfragegetriebene Orientierung der Textilbranche führt zu einer nachteiligen Entwicklung im Hinblick auf die Nachhaltigkeit. Laut der Studie der Ellen MacArthur Foundation 2017<sup>3</sup> folgen dem linear verlaufenden System der Textilherstellung negative Umweltauswirkungen bezüglich der Produktionsabwässer und chemische Abfälle, Ressourcenbelastungen wie die verstärkte Förderung von Erdöl und negative gesellschaftliche Auswirkungen in den Produktionsländern aufgrund niedriger Löhne und

---

<sup>1</sup> Greenpeace (2017). Konsumkollaps durch Fast Fashion. Textilwirtschaft 09/17;

<sup>2</sup> Bvse. (2020). Bedarf, Konsum, Wiederverwendung und Verwertung von Bekleidung und Textilien in Deutschland. Aufgerufen am 23.09.2020, von [https://www.bvse.de/dateien2020/1-Bilder/03-Themen\\_Ereignisse/06-Textil/2020/studie2020/bvse%20Alttextilstudie%202020.pdf](https://www.bvse.de/dateien2020/1-Bilder/03-Themen_Ereignisse/06-Textil/2020/studie2020/bvse%20Alttextilstudie%202020.pdf)

<sup>3</sup> Ellen MacArthur Foundation. (2017). A new textiles economy: Redesigning fashion's future. Aufgerufen am 25.08.2020, von <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>, S. 18

schlechter Arbeitsbedingungen. Neben den genannten produktionsbedingten kritischen Auswirkungen weist der Export von Altkleidung aus Deutschland nach Afrika weitere Kritikpunkte auf.

Um eine nachhaltige, zukunftsfähige Textilindustrie zu schaffen, bedarf es grundlegender globaler Veränderungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Vor diesem Hintergrund ist es erforderlich, den Einsatz und das Recycling qualitativ hochwertiger Fasern und ein geändertes Bewusstsein gegenüber der Nutzung von Bekleidung stärker zu fördern.

### 3 Mengenaufkommen von Alttextilien

Der jährliche Bekleidungskonsum der deutschen Bevölkerung ist in den letzten Jahren angestiegen und liegt derzeit bei rund 26 Kilogramm pro Einwohner und Jahr<sup>1</sup>. Im Jahr 2025 könnte die jährliche Menge pro Einwohner schon 2,21 Kilogramm höher liegen<sup>1</sup>. Durch den erhöhten Konsum niedrigpreisiger Ware fallen größere Mengen an Altkleidern an, die einer Verwertung zugeführt werden müssen. Es wird geschätzt, dass mehr als die Hälfte der produzierten Fast Fashion Ware in weniger als einem Jahr entsorgt wird<sup>2</sup>. Zwischen den Jahren 2015 und 2018 nahm das Altkleideraufkommen um rund 6 Prozent zu. Grund für den Anstieg ist laut Bundesumweltministerium<sup>4</sup> auch das erstmalige Einbeziehen von Schuhen in die Statistik der Alttextilien.



Abbildung 1: Altkleidercontainer (Adrian Turuc 2020)

Neben den Alttextilien fallen auch Produktionsabfälle an. Während der Herstellung von Bekleidung entstehen circa 25 Prozent Abfälle pro Kleidungsstück.<sup>5</sup> In deutschen Erfassungssystemen beträgt die jährlich erfasste Produktionsabfallmenge von in Deutschland produzierten Textilien geschätzt 280.000 Tonnen.<sup>6</sup>

<sup>4</sup> Bundesumweltministerium. (2019). Perspektiven für Alttextilien aus Sicht des Bundesumweltministeriums (BMU). Aufgerufen am 10.09.2020, von <https://textile-zukunft.de/wp-content/uploads/2014/10/Perspektiven-f%C3%BCr-Alttextilien-aus-Sicht-des-BMU.pdf>

<sup>5</sup> Bodde, K.; Zahn, A.-T. (2018). Einfach anziehend - Der Guide für alle, die Wegwerfmode satt haben. oekom: München.

<sup>6</sup> Bundesministerium für Bildung und Forschung. (2019). TexCycle – Ein Innovationsforum Mittelstand. Aufgerufen am 08.09.2020, von <https://www.innovation-strukturwandel.de/de/2220.php>

## 4 Wiederverwendung, Erfassung und Stoffflüsse

Nach der Nutzungsphase wird Altkleidung in Deutschland zu einem großen Teil wiederverwendet oder über karitative oder kommunale Sammelsysteme gesammelt. Rund 17 Prozent der Alttextilien werden über den Hausmüll entsorgt<sup>7</sup>.

### 4.1 Wiederverwendung

Die Wiederverwendung steht in der Abfallhierarchie des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) an erster Stelle. Noch tragbare Kleidung soll nach dem KrWG vor dem Recycling als Secondhandkleidung wiederverwendet werden. Plattformen für Secondhandkleidung sind beispielsweise Secondhandläden, Internetportale und Flohmärkte. Auf Tauschzirkeln können Kleidungsstücke gegen andere Kleidungsstücke getauscht werden. Die in den Altkleidersammelcontainern aussortierte Secondhandware wird über Kleiderkammern, Secondhandläden und der Vermarktung über das Internet der Wiederverwendung zugeführt. Ein weiterer Teil der Secondhandkleidung wird exportiert.

### 4.2 Erfassung in Deutschland

Bei der Erfassung der Altkleider sind drei Erfassungsmodelle in Deutschland vorrangig: Altkleidercontainer, Wohltätigkeitsgeschäfte und Bekleidungsgeschäfte. Circa 88 Prozent der erfassten Altkleider werden in Altkleidersammelcontainer entsorgt, 9 Prozent über Straßensammlungen und 3 Prozent über sonstige Sammelwege wie Rücknahmesysteme von Bekleidungsgeschäften<sup>8</sup>.

Laut der Forsa Umfrage „**Repräsentative Verbraucherbefragung zum Umgang mit Altkleidern**“<sup>9</sup> sind für 99 Prozent der Bürger Altkleider keine Abfälle. Das spiegelt sich auch in der Erfassung der Altkleidung wider. 84 Prozent der Bürger suchen zumindest gelegentlich die Altkleidercontainer auf, so die Umfrageergebnisse. Für 76 Prozent der befragten Bürger ist die Abgabe der Altkleidung in Altkleidercontainer vergleichbar mit einer Altkleiderspende. Die am häufigsten genutzte Erfassungsform von Altkleidern ist die kostenfreie Entsorgung in Altkleidersammelcontainern. Hilfsorganisationen wie z. B. das Rote Kreuz nutzen diese Kleiderspenden, um sich und Hilfsprojekte durch den Verkauf von Secondhandkleidung zu finanzieren oder um Kleidung an Kleiderkammern weiterzugeben. Neben den Containern des Roten Kreuzes stellen auch Kommunen Altkleidersammelcontainer zur Verfügung. Die Erlöse aus den kommunalen Containern stabilisieren die Abfallgebühren.

Zu den Aufstellern von Altkleidercontainern gehören auch private Unternehmen. Diese sortieren die gesammelten Kleidungsstücke nach Qualitäten, verkaufen die Secondhandware und führen die nied-

---

<sup>7</sup> Dornbusch, H.-J.; Hannes, L.; Santjer, M.; Böhm, C.; Wüst, S.; Zwisele, B.; Kern, M.; Siepenkothen, H.-J.; Kanthak, M. (2020) Vergleichende Analyse von Siedlungsrestabfällen aus repräsentativen Regionen in Deutschland zur Bestimmung des Anteils an Problemstoffen und verwertbaren Materialien, Umweltbundesamt (Hrsg.) Dessau-Roßlau. Aufgerufen am 20.11.2020, von: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte\\_113-2020\\_analyse\\_von\\_siedlungsrestabfaellen\\_abschlussbericht.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_113-2020_analyse_von_siedlungsrestabfaellen_abschlussbericht.pdf)

<sup>8</sup> Bundesumweltministerium. (2019). Perspektiven für Alttextilien aus Sicht des Bundesumweltministeriums (BMU). Aufgerufen am 10.09.2020, von <https://textile-zukunft.de/wp-content/uploads/2014/10/Perspektiven-f%C3%BCr-Alttextilien-aus-Sicht-des-BMU.pdf>

<sup>9</sup> Fachverband Textilrecycling. (2015). Zahlen zur Sammlung und Verwendung von Altkleidern in Deutschland. Aufgerufen am 16.08.2020, von <https://www.bvse.de/themen/geschichte-des-textilrecycling/zahlen-zur-sammlung-und-verwendung-von-altkleidern.html>



rigeren Qualitäten einer weiterführenden Verwertung zu. Daneben werden auch Altkleider aus illegalen Altkleidercontainern als Secondhandware weiterverkauft. Legal aufgestellte Container besitzen, anders als illegale, eine erreichbare Telefonnummer, eine gültige Adresse des Unternehmens, das Firmenlogo und seriöse Siegel, welche die Aufstellungsgenehmigung durch die Behörden kennzeichnen.<sup>10</sup> In Abbildung 2 ist ein Container dargestellt, der keine der genannten Merkmale eines legal aufgestellten Containers erfüllt.



Abbildung 2: Illegal aufgestellter Altkleidercontainer (Adrian Turuc 2020)

Auch einige Bekleidungsäden nehmen Altkleider an. Dabei gibt es Unternehmen, die nur die von ihnen verkaufte Ware annehmen, und welche, die jegliche Altkleider entgegennehmen.

<sup>10</sup> Bvse, Jäger Rechtsanwälte. (2018). Handlungsempfehlung für Kommunen gegen illegal aufgestellte Altkleidercontainer. Aufgerufen am 26.08.2020, von <https://www.dstgb.de/dstgb/Homepage/Schwerpunkte/Kommunale%20Abfallwirtschaft/Gewerbliche%20Sammlungen/Handlungsempfehlung%20f%C3%BCr%20Kommunen%20zum%20Umgang%20mit%20illegalen%20Altkleidercontainern/bvse-HE%20f%C3%BCr%20Kommunen.pdf>

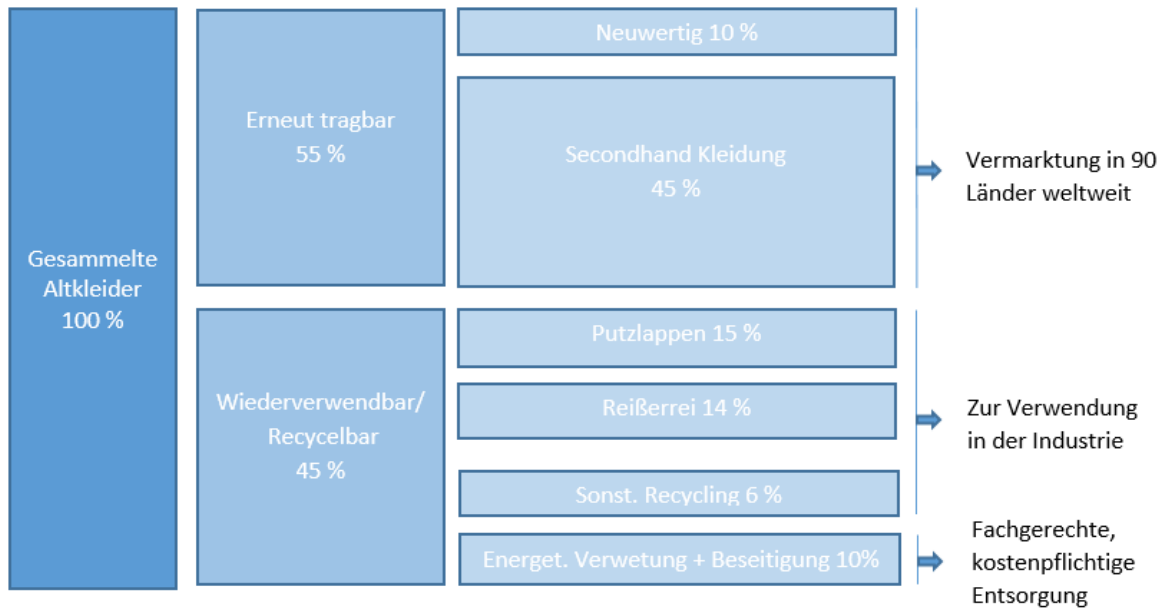


Abbildung 3: Verlauf und prozentuale Anteile der Alttextilien nach der Nutzungsphase in Deutschland<sup>11</sup>

Die Altkleidercontainerinhalte werden nach unterschiedlichen Qualitäten sortiert. Dabei sind rund 10 Prozent kaputte und Billigtextilien, aber auch anderer Abfall, der entsorgt werden muss. Circa 35 Prozent eignen sich nicht mehr zum Tragen als Kleidung. Sie werden zu Dämmstoffen oder Putzlappen verarbeitet. Rund 55 Prozent sind als Kleidung noch tragbar. Dieser Anteil wird wiederverwendet und als Secondhandware in Deutschland verkauft oder in unterschiedliche Länder exportiert.<sup>12</sup>

Einige Hilfsorganisationen wie das Deutsche Rote Kreuz (DRK) nutzen zwei verschiedene Modelle für die weiterführende Bearbeitung der Altkleidung in den Sammelcontainern:

Beim **Kleiderkammermodell** wird die Kleidung von ehrenamtlichen Mitarbeitern sortiert und noch tragbare Stücke an Kleiderkammern weitergegeben. Überschüsse werden an Verwertungsunternehmen weiterverkauft.

Beim **Verwertermodell** wird der Inhalt des Containers direkt an ein Verwertungsunternehmen verkauft. Dieses sortiert die Altkleidung und verkauft noch tragbare Kleidung im Inland oder exportiert sie. Die nicht mehr tragbaren Altkleider werden recycelt oder thermisch entsorgt.

### 4.3 Internationale Stoffflüsse

Afrika stellt vor Osteuropa und Asien den größten Abnehmer der Secondhandkleidung aus Deutschland dar. Der Export nach Afrika wird hierzulande kontrovers diskutiert. Kritiker befürchten die Zerstörung der Textilindustrie in Afrika durch günstigere Secondhandkleidung. Befürworter sehen die Gründe

<sup>11</sup> In Anlehnung an die Grafik der Soex Group. (2017). Wie weit ist die Entwicklung von hochwertigen Verwertungsverfahren. Aufgerufen am 01.09.2020, von <https://textile-zukunft.de/wp-content/uploads/2014/10/3-GFTZ-SOEX-Nov2017.pdf>

<sup>12</sup> Deutsches Rotes Kreuz. Ihre Kleiderspende kommt an. Aufgerufen am 25.08.2020, von <https://www.drk.de/spenden/spender-service/spendentransparenz-spenderservice/kleidersammlung/>



für den Rückgang der Textilindustrie in der Streichung von Subventionen an die Textilbetriebe ab Anfang der 80er Jahre, den problematischen Produktionsbedingungen, einer "mangelnden Produktivität von Betrieben", in staatlichen Eingriffen und Wettbewerbsverzerrungen durch Importzölle. Ferner würden die Exporte in Afrika aufgrund der guten Qualität und günstigen Preise sehr geschätzt werden und durch den Handel mit der Secondhand-Ware Arbeitsplätze entstehen.<sup>13</sup>

Nach der Nutzphase werden Alttextilien hauptsächlich einer Deponierung oder einer Verbrennung zugeführt. Dies verdeutlicht eine Studie der Ellen McArthur Foundation<sup>48</sup>. Bei einer internationalen Betrachtung der Nutzungsphase von Alttextilien folgt zu circa 70 Prozent eine Verbrennung oder Deponierung, in denen die Fasern und Kunststoffe der Wertschöpfungskette verloren gehen. Dieser Materialverlust wird durch die Förderung von primären, nicht-erneuerbaren Ressourcen ausgeglichen. 12 Prozent der Altkleider werden nach Nutzungsende recycelt. Davon wird ein Prozent so recycelt, dass die Fasern gleiche oder ähnliche stoffliche Qualitäten wie die Primärfasern aufweisen. Während in Deutschland rund 75 Prozent der Altkleider in Sammelsystemen erfasst werden<sup>14</sup>, liegen in den USA und China die Erfassungsquoten bei 15 Prozent beziehungsweise 10 Prozent<sup>15</sup>.

## 5 Rechtliche Grundlagen

Richtlinien der Europäischen Union (EU) müssen von den Mitgliedsländern der EU in nationales Recht umgesetzt werden. Ziel der am 12. Dezember 2008 in Kraft getretenen Abfallrahmenrichtlinie ist es, Umwelt, menschliche Gesundheit und Ressourcen zu schützen. In Deutschland wird die Abfallrahmenrichtlinie der EU<sup>15</sup> durch das KrWG<sup>16</sup> in deutsches Recht umgesetzt.

### 5.1 Abfallrahmenrichtlinie

Die Mitgliedsstaaten der EU sind nach der neuen Abfallrahmenrichtlinie<sup>15</sup> verpflichtet, Maßnahmen zu treffen, um die Wiederverwendung von Produkten zu stärken und Systeme zu schaffen, die Reparatur und Wiederverwendung fördern. Konkret sieht die Abfallrahmenrichtlinie ab dem Jahr 2025 eine getrennte Sammlung von Alttextilien vor.

### 5.2 Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG)

Nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz besteht die Überlassungspflicht für Abfälle zur Verwertung aus privaten Haushalten (§ 17 Abs. 1 KrWG) nicht für Abfälle, die durch gewerbliche oder gemeinnützige Sammlung einer ordnungsgemäßen und schadlosen Verwertung zugeführt werden. Einer gewerblichen Sammlung dürfen allerdings keine überwiegend öffentlichen Interessen entgegenstehen (§ 17 Abs. 2 Sätze 3 und 4 KrWG). Das KrWG verpflichtet gewerbliche und gemeinnützige Textilsammler zur

<sup>13</sup> Deutsches Rotes Kreuz. Ihre Kleiderspende kommt an. Aufgerufen am 25.08.2020, von <https://www.drk.de/spenden/spenderservice/spendentransparenz-spenderservice/kleidersammlung/>

<sup>14</sup> Ellen MacArthur Foundation. (2017). A new textiles economy: Redesigning fashion's future. Aufgerufen am 25.08.2020, von <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>

<sup>15</sup> Amtsblatt der Europäischen Union L 150, 30.05.2018: Richtlinie (EU) 2018/851 Des Europäischen Parlaments und des Rates. Aufgerufen am 30.09.2020, von <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0851&from=DE>

<sup>16</sup> Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz. Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen. Aufgerufen am 23.09.2020, von <https://www.gesetze-im-internet.de/krwg/>

Anzeigepflicht. Sammlungen sind nach § 18 Abs. 1 bis 3 KrWG der zuständigen Behörde anzuzeigen und können unter bestimmten Voraussetzungen untersagt werden (§ 18 Abs. 5 KrWG). Ungefragt auf privatem Grund aufgestellte und damit nicht angezeigte Container können auf Veranlassung des Grundstückseigentümers entfernt werden. In Container oder der Straßensammlung überlassene Altkleider gelten zunächst als Abfall (§ 3 Abs. 24 KrWG). Die Abfalleigenschaft der Altkleidung endet, wenn sie ein Verwertungsverfahren durchlaufen hat und so beschaffen ist, dass ein Markt oder eine Nachfrage für sie besteht (§ 5 Absatz 1 KrWG).

Nach § 7 KrWG besteht die Pflicht zur Verwertung, soweit dies technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist, insbesondere, wenn für einen gewonnenen Stoff ein Markt vorhanden ist oder geschaffen werden kann. Da sich nicht mehr tragbare aber saubere Baumwollkleidung zu Putzlappen- oder Faserrückgewinnung eignen, existiert dieser Markt.<sup>17</sup>

Das KrWG wurde im Jahr 2020 novelliert. Dabei standen die Themen Wiederverwendung, Recycling und Abfallvermeidung im Vordergrund. Die Erweiterung der Produktverantwortung mit zusätzlichen Pflichten für produktliefernde, -vertriebende und -herstellende Unternehmen ist eine weitere flankierende Maßnahme des novellierten KrWG.

Emissionen von Abgasen, Abwässern und Lösemitteln, die während des Herstellungsprozesses freigesetzt werden, werden nach der TA Luft und der 31. BImSchV geregelt.<sup>18</sup>

Im Hinblick auf recyclinggerechtes Design regelt das Textilkennzeichnungsgesetz (TextilKennzG) die Kennzeichnung der Faserzusammensetzung, Bezeichnungen von Textilfasern und die Etikettierung von Textilerzeugnissen (§ 1 Absatz 1 TextilKennzG)<sup>19</sup>.

### 5.3 Auswirkungen und Kritik

Die von der Europäischen Union ab dem Jahr 2025 geplante getrennte Sammlung von Textilien wird von einigen Experten als große Herausforderung für die Textilrecycler angesehen. Durch die getrennt gesammelte Textilfraktion ab dem Jahr 2025 wird sich eine neue Zusammensetzung des Textilabfalls ergeben. Aufgrund von höheren Sammelmengen werden neue und größere Recyclingkapazitäten und neue Recyclingtechnologien benötigt. Im Zuge der getrennten Sammlung von Alttextilien werden diese, die bisher über den Restmüll entsorgt wurden, zukünftig über die getrennte Erfassung einer Textilverwertung zugeführt. Diese Verschiebung führt zu einem prozentualen Anstieg nicht mehr brauchbarer oder niedrigerer Textilqualitäten. Gleichzeitig sinkt der Anteil höherer Qualitäten. Dies wirkt sich negativ auf das Quersubventionierungsmodell der Textilrecycler aus. Der Anteil der Secondhandware wird prozentual sinken. Da sich die Recyclingbetriebe hauptsächlich von dem Verkauf von Secondhandware und höherer Qualitäten finanzieren, ist dieses Finanzierungsmodell gefährdet.

---

<sup>17</sup> Bayerisches Landesamt für Umwelt. (2017). Gebrauchte Kleidung und Textilien. Aufgerufen am 23.09.2020, von [https://www.abfallratgeber.bayern.de/publikationen/entsorgung\\_einzelner\\_abfallarten/doc/alttextilien.pdf](https://www.abfallratgeber.bayern.de/publikationen/entsorgung_einzelner_abfallarten/doc/alttextilien.pdf)

<sup>18</sup> Umweltbundesamt. (2019). Textilindustrie. Aufgerufen am 28.08.2020, von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/industriestrukturen/textilindustrie#die-textilindustrie-in-deutschland>

<sup>19</sup> Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz. (2016). Textilkennzeichnungsgesetz. Aufgerufen am 24.09.2020, von [http://www.gesetze-im-internet.de/textilkennz\\_g\\_2016/](http://www.gesetze-im-internet.de/textilkennz_g_2016/)

In einer Stellungnahme des Gesamtverbandes der deutschen Textil- und Modeindustrie e. V. zur Novelle des KrWG<sup>20</sup> kritisiert der Verein eine fehlende Verpflichtung für den Einsatz von Rezyklaten im Produktionsprozess. Durch entsprechende Regelungen können Forschungsanreize geschaffen werden, die ökologisches und ökonomisches Recycling weiterentwickeln. Der Gesamtverband der deutschen Textilindustrie<sup>21</sup> kritisiert, dass die Grenzwerte der EU-Chemikaliengesetzgebung<sup>22</sup> so niedrig angesetzt sind, dass der Einsatz von Rezyklaten unmöglich gemacht wird bzw. eine Rechtssicherheit in der Lieferkette nicht mehr gegeben ist.

Im Zuge der EU-Abfallrahmenrichtlinie erhält die erweiterte Herstellerverantwortung Einzug in den Produktionsprozess von Textilien. Diese verpflichtet die Textilhersteller zur Beteiligung an den Entsorgungskosten für die von ihnen erzeugten Textilien.

## 6 Recycling und Wiederverwendung

Nicht mehr gebrauchsfähige Textilien, die für die Textilverwertung von Interesse sind, stammen aus folgenden Bereichen: Produktionsabfälle, Abfälle aus der mechanischen Behandlung von Siedlungsabfällen und Alttextilien aus getrennter Sammlung von Haushalten.<sup>23</sup> Nach der Sammlung und Erfassung der Textilabfälle werden brauchbare Qualitäten aussortiert und als Secondhandware weiterverkauft oder recycelt. Gewerbliche Unternehmen, öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger sowie gemeinnützige Organisationen sind die Marktakteure im Bereich Entsorgung und Recycling in der textilen Wertschöpfungskette.<sup>24</sup>

### 6.1 Sortierung

Hochwertiges Textilrecycling beginnt mit dem Sortierprozess. Eine möglichst hochwertige und weitergehende Verwertung erfordert mindestens eine vorgeschaltete Sortierung. Da es derzeit keine technischen Lösungen ohne Qualitätsverlust gibt, findet die Sortierung händisch statt, so eine Studie des bvse<sup>25</sup>. Fehlwürfe, schlechte Qualitäten, kontaminierte Kleidung und unbrauchbare Alttextilien werden direkt aussortiert. In der Nachsortierung wird der verbleibende Containerinhalt hinsichtlich der Struktur, Farbe und Materialzusammensetzung sortiert. Die sortierten Textilfraktionen werden in Säcken zwischengelagert und im Anschluss nach Qualitäten, Kleidungsstücken und Saison sortiert. Die sortierte, noch tragbare Kleidung wird über Secondhandläden, Exporte und Kleiderkammern einer Wiederverwendung zugeführt.

<sup>20</sup> Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. (2019). Referentenentwurf des Kreislaufwirtschaftsgesetzes. Aufgerufen am 30.09.2020, von [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Glaeserne\\_Gesetze/19\\_Lp/krwg\\_novelle/Entwurf/krwg\\_novelle lese\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Glaeserne_Gesetze/19_Lp/krwg_novelle/Entwurf/krwg_novelle lese_bf.pdf)

<sup>21</sup> Gesamtverband der deutschen Textil- und Modeindustrie e. V. (2019). Stellungnahme des Gesamtverbandes der deutschen Textil- und Modeindustrie e. V. zur Novelle des KrWG. Aufgerufen am 23.09.2020, von <https://textil-mode.de/de/>

<sup>22</sup> Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates (18. Dezember 2006). Aufgerufen am 30.09.2020, von <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A02006R1907-20140410>

<sup>23</sup> N³ Nachhaltigkeitsberatung Dr. Friege & Partner; Akademie Dr. Obladen GmbH; BASIKNET Gesellschaft für Arbeitsschutz mbH. (2020). Leitfaden zur Wiederverwendung und Verwertung von Alttextilien. Aufgerufen am 03.09.2020, von [https://www.bavweb.de/media/custom/2886\\_1406\\_1.PDF?1587474053](https://www.bavweb.de/media/custom/2886_1406_1.PDF?1587474053)

<sup>24</sup> Bundesumweltministerium. (2019). Perspektiven für Alttextilien aus Sicht des Bundesumweltministeriums (BMU). Aufgerufen am 10.09.2020, von <https://textile-zukunft.de/wp-content/uploads/2014/10/Perspektiven-f%C3%BCr-Alttextilien-aus-Sicht-des-BMU.pdf>

<sup>25</sup> Bvse. (2020). Bedarf, Konsum, Wiederverwendung und Verwertung von Bekleidung und Textilien in Deutschland. Aufgerufen am 23.09.2020, von [https://www.bvse.de/dateien2020/1-Bilder/03-Themen\\_Ereignisse/06-Textil/2020/studie2020/bvse%20Alttextilstudie%202020.pdf](https://www.bvse.de/dateien2020/1-Bilder/03-Themen_Ereignisse/06-Textil/2020/studie2020/bvse%20Alttextilstudie%202020.pdf)

Die textile Fraktion, die sich nicht zum Tragen eignet, wird zu Reißfasern, Putzlappen und Fließstoffen weiterverarbeitet. Verschmutzte Textilien und nichttextile Fehlwürfe werden thermisch entsorgt.<sup>26</sup>

## 6.2 Recyclingprozess

Die für den Recyclingprozess aussortierten Textilien werden auf vier unterschiedliche Arten recycelt.

### 6.2.1 Reißerei

Die Textilien aus der Sortierung werden mittels Schneidemaschinen vorzerkleinert, ggf. in Mischkammern zwischengelagert, homogenisiert und zur Reißanlage transportiert. In der Reißerei werden die Textilabfälle auf mechanischem Weg bis zur Einzelfaser aufgelöst. Aufgrund der höheren Dichte können nicht aufgelöste Materialbestandteile aus der Flugbahn des Reißgutes an speziellen Einrichtungen ausgesondert werden. Dem Reißfasergut können während oder unmittelbar nach dem Aufbereitungsprozess, je nach Anwendungsgebiet, weitere Materialien beigemischt werden.

### 6.2.2 Putzlappenherstellung

Die vorsortierten Fraktionen von Alttextilien werden gewaschen und getrocknet. Danach werden sie zu Putzlappen unterschiedlicher Größe zugeschnitten. Die Putzlappen werden vor der Auslieferung zu Ballen gepresst und an Handwerksbetriebe oder die Automobilindustrie geliefert.

### 6.2.3 Vliesstofffertigung

Vliesstoffe sind aus Fasern geformte und mechanisch oder physikalisch-chemisch verfestigte textile Flächengebilde. Die Vliesbildung aus Reißfasern erfolgt durch Kardierverfahren oder auf aerodynamischem Weg:

Beim **Kardierverfahren** werden die Reißfasern gemischt und ausgerichtet. Der gebildete Flor wird mit Legevorrichtungen mehrfach übereinandergelegt, bis das Vlies das erforderliche Flächengewicht besitzt. Zwischen die einzelnen Florlagen können, je nach Verwendungszweck, Zuschlagstoffe hinzugegeben werden<sup>27</sup>.

Beim **aerodynamischen Vliesbildungsverfahren** werden die Fasern durch rotierende Auflösewalzen vereinzelt und mit Hilfe von Luft direkt auf kontinuierlich bewegten, untersaugten Siebtrommeln oder -bändern abgelegt. Es folgt die mechanische, chemische oder thermische Verfestigung des Vlieses zum Vliesstoff.<sup>27</sup>

---

<sup>26</sup> Arbeitsgruppe „Textilrecycling“. (2010). Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis. Aufgerufen am 31.08.2020, von [https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Kooperation/Textilrecycling.html?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Kooperation/Textilrecycling.html?__blob=publicationFile&v=6)

<sup>27</sup> Arbeitsgruppe „Textilrecycling“. (2010). Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis. Aufgerufen am 31.08.2020, von [https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Kooperation/Textilrecycling.html?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Kooperation/Textilrecycling.html?__blob=publicationFile&v=6)

#### 6.2.4 Kunstfaserrecycling

Kunstfasertextilien werden zerkleinert, granuliert und zu Polyesterschnipseln verarbeitet. Diese Späne lassen sich einschmelzen und zu neuen Fasern für Polyestergewebe verarbeiten.<sup>28</sup>

Dieses Recyclingkonzept stößt bei der aktuellen Entwicklung des Textildesigns an seine Grenzen. Es werden häufig Textilmischungen aus Baumwolle und Kunststofffasern hergestellt, die mit gängigen Recyclingmethoden nicht getrennt werden können. Daher müssen diese Alttextilien häufig einer thermischen Verwertung zugeführt werden.

### 6.3 Konsequenzen aus der Situation

Problematisch ist die Entwicklung der steigenden Fraktion von Fasern geringerer Qualität bei gleichzeitig steigender Altkleidermenge.

Durch die hohe Frequenz neuer Kollektionen stellen Textilproduzenten immer schneller und billiger her (Fast Fashion). Aufgrund der kostengünstigeren Produktion wird häufiger auf günstige chemische Fasern zurückgegriffen. Diese wirken sich negativ auf die Lebensdauer der Kleidung und deren Recycelbarkeit aus. Durch das aufgrund des günstigen Verfahrens dominierende mechanische Faserrecycling verliert die Kunststofffaser an Festigkeit. In der Folge müssen Frischfasern beigemischt werden. Wegen der geringen Qualität der Fasern, ist es für die Textilproduzenten ökonomischer neue chemische Fasern zu verwenden.

Die wachsende Anzahl an Textilverbundstoffen im Sport-, Outdoor- und Funktionskleidungsbereich erschweren aufgrund der Komplexität der Zusammensetzung verschiedener Fasern den Recyclingprozess zusätzlich. 50 % der deutschen Textilindustrie hat sich in den letzten Jahren auf den Innovationmarkt der technischen Textilien spezialisiert<sup>29</sup>. Mit steigender Altkleidermenge wird für den händischen Sortierprozess geschultes Fachpersonal benötigt. Dies führt zu höheren Kosten des Verwertungsprozesses. Die Separation feiner Verbindungen verschiedenartiger Fasern ist mit heutiger Recyclingtechnik quantitativ nicht zu bewältigen. Durch chemische Reaktionen wie beispielsweise das enzymatische Faserrecycling (siehe Kapitel 8.1.) können die einzelnen Komponenten sortenrein voneinander separiert werden, dies ist allerdings noch nicht ökonomisch. Aufgrund der Komplexität der Zusammensetzung und dem Einsatz billiger Chemiefasern umfassen Recyclingmethoden in der Konsequenz primär die Herstellung von Putzlappen oder Reißfasern.

### 6.4 Recyclinganlagen

In Deutschland werden laut statistischem Bundesamt 36 Textilverwertungsanlagen betrieben. Es sind zwölf Sortieranlagen, vier Schredderanlagen, drei mechanisch-biologische Anlagen und vier Feuerungsanlagen, die die Alttextilien energetisch verwerten. Elf Anlagen befassen sich mit der thermi-

---

<sup>28</sup> Newhand. (2018, Oktober 17). Die Grundlagen des Textilrecycling. Aufgerufen am 26.08.2020, von <https://www.newhandshop.com/blogs/gut-zu-wissen/grundlagen-textil-recycling>

<sup>29</sup> Bundesministerium für Bildung und Forschung. (2019). TexCycle – Ein Innovationsforum Mittelstand. Aufgerufen am 08.09.2020, von <https://www.innovation-strukturwandel.de/de/2220.php>

schen Behandlung von Alttextilien und vier Anlagen werden laut Statistischem Bundesamt unter Sonstige Anlagen geführt.<sup>30</sup> Nach einer aktuellen Internetrecherche (2020) befassen sich die meisten Textilentsorgungsbetriebe mit der Sammlung und Vorsortierung gebrauchter Altbekleidungsstücke. Diese verkaufen die recycelbare Fraktion an Recyclingbetriebe weiter. In Abbildung 5 sind die Recyclinganlagen in Deutschland, die aus den Altkleidern Sekundärrohstoffe gewinnen oder Putzlappen herstellen und in der aktuellen Recherche identifiziert werden konnten, dargestellt. Die Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

In Liebenscheid sammelt und sortiert die Hortex Textilrecycling GmbH Alttextilien. Noch tragbare Kleidung wird als Secondhandware weitervertrieben. Textilabfälle werden einer Verwertung zugeführt und zu Putzlappen verarbeitet.

In Ulm werden von der Heinrich Glaeser Nachfolger GmbH textile Reststoffe und textile Nebenprodukte zu Reißprodukten verarbeitet, um als Sekundärrohstoff zu dienen.

In Bitterfeld-Wolfen stellt die Soex Recycling Germany GmbH Reißfasergemischen aus Alttextilien her. Diese werden von verschiedenen Industriezweigen zu neuen Produkten weiterverarbeitet.

Die Märkische Faser GmbH betreibt Upcycling durch Umwandlung der PET- und Polyesterreststoffe in Granulate, welche dann in der Faser- und Filamentgarnproduktion eingesetzt werden.

In Darmstadt sortiert Texaid Deutschland GmbH die Alttextilien und recycelt die geeigneten Textilien in Ungarn.

Die REMONDIS Recycling GmbH & Co. KG aus Essen sortiert Alttextilien. Eignen sich die Textilien nicht zur Wiederverwertung, werden sie zu Putzlappen weiterverarbeitet.

In Bochum sortiert AS Tex Recycling Altkleidung, vermarktet noch tragbare Kleidungsstücke und recycelt nicht mehr tragbare Kleidung als Putzlappen. Sonstige Stoffreste stellt das Unternehmen der Stofffaserverarbeitung zur Verfügung.

---

<sup>30</sup> Statistisches Bundesamt (Destatis). (2019). Fachserie 19 Reihe 1. Umwelt. Aufgerufen am 20.09.2020, von [https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/Publikationen/Downloads-Abfallwirtschaft/abfallentsorgung-2190100177004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/Publikationen/Downloads-Abfallwirtschaft/abfallentsorgung-2190100177004.pdf?__blob=publicationFile)



Abbildung 5: Textilrecyclinganlagen in Deutschland (eigene Erhebung)<sup>31</sup>

## 6.5 Die aktuelle Recyclingsituation in Deutschland

Mit dem kostenlosen Rücknahmesystem für Altkleidung und Schuhe ist es Deutschland gelungen, weitestgehend Alttextilien sortenrein zu erfassen. 55 Prozent dieser Altkleider können, wie in Kapitel 3.1. schon beschrieben, als Secondhandware weiterverkauft, an Bedürftige gespendet oder durch Faserrecycling der Wertschöpfungskette wieder zugeführt werden. Dem anfangs beschriebenen steigenden Altkleideraufkommen steht aktuell ein sinkender Absatzmarkt für Secondhandkleidung gegenüber. Gründe sind Schließungen weltweiter Alttextilmärkte durch Importbeschränkungen, bewaffnete Kon-

<sup>31</sup> Kartengrundlage: © ii-graphics / Adobe Stock



flikte, Zollpolitik und die Covid-19-Pandemie. Die Folge für die Recycling- und Sortierbetriebe sind Ertragseinbrüche und volle Lager. Stein<sup>32</sup> beurteilt die steigende Sammelmenge indessen positiv. Die Zunahme der Sammelmenge habe laut Stein geholfen die Finanzierung der Kleiderkammern und ehrenamtlicher Helfer des DRK aufrecht zu erhalten. Durch die Covid-19-Pandemie sind dem DRK Einnahmequellen aus Angeboten und Veranstaltungen nahezu vollständig entfallen. Der Mehrverkauf von Secondhandkleidung und Textilien an Putzlappen- oder StrumpfhHersteller habe der Organisation in der Covid-19-Krise geholfen liquide zu bleiben.

Ein Preiseinbruch der Sammelware in den letzten Jahren um durchschnittlich 20 Prozent gestaltet die Situation der Textilrecycler ohne großes Sammelager nach Wittmann<sup>33</sup> dagegen als schwierig. Die Unternehmen, die sich mit der Sammlung und Sortierung der Alttextilien befassen, müssen Fehlwürfe kostenpflichtig entsorgen und sind für die Sauberkeit der Sammelplätze verantwortlich. Die Vermüllung der Sammelplätze und der Mülleintrag in die Sammelbehälter belasten die Betriebe finanziell.

Textilien, die der Wiederverwendung zugeführt werden, fehlen Recyclingunternehmen. Diese qualitativ hochwertigen Textilien machen eine geringe Menge aus, jedoch einen großen Teil der Wertschöpfung. Fallen die hohen Qualitäten im Quersubventionierungsmodell der Recycler aufgrund der Wiederverwendung weg, wird die Verarbeitung der niedrigeren Qualitäten teurer. Damit werde das Gesamthandling der Alttextilien nach der Studie des bvse<sup>2</sup> schwieriger.

Werden die Flächen um die Sammelcontainer vermüllt, müssen die Containerbetreiber diese säubern und die Kosten für die Entsorgung tragen. Verunreinigungen in den Sammelcontainern führen zu Verschmutzungen der teilweise qualitativ hochwertigen Altkleider. Diese können nicht weiterverkauft oder recycelt werden und müssen kostenpflichtig entsorgt werden. Für das selbstfinanzierte Textilrecyclingmodell ist das eine zusätzliche Belastung. Die Kosten für Recyclingbetriebe, in Verbindung mit abnehmenden Qualitäten der Fasern, komplexen Textilverbunden, schwindenden Absatzmärkten und der verfügbaren Recyclingtechnologie erschweren ein nachhaltiges Textilrecycling.

## 7 Hemmnisse der Nachhaltigkeit

Durch das Kaufverhalten der Endkonsumenten im Hinblick auf eine gesteigerte Nachfrage kostengünstiger Mode werden international tätige Händler beeinflusst. Diese fordern von den Bekleidungsherstellern eine schnellere und günstigere Produktion von Bekleidungsstücken. Die Folgen des entstandenen Zeitdrucks und der kostenreduzierenden Produktionsweise sind schlechte Arbeitsbedingungen sowie niedrige Löhne für die Arbeitnehmer in den Herstellungsländern. Die Textilindustrie hat sich aufgrund der günstigen Produktionsbedingungen überwiegend nach Asien verlagert. In vielen Unternehmen spielt Arbeitssicherheit eine untergeordnete Rolle. Arbeitnehmer müssen teilweise ohne Schutzausrüstung mit gesundheitsgefährdenden Chemikalien arbeiten. Der Fast Fashion Trend wirkt sich auch auf die Umwelt aus. Die Wertschöpfungskette der Bekleidungsbranche ist größtenteils linear ausgelegt. Im Gegensatz zu einer zirkulierenden Wertschöpfungskette werden bei einem linearverlaufen-

---

<sup>32</sup> Manfred Stein, Geschäftsführer des DRK-Kreisverbandes Wiesbaden im Interview mit Julia Anderton (2020). Deutlich mehr Kleidung im Container. Wiesbaden. VRM. Aufgerufen am 08.10.2020, von <https://www.vrm-epaper.de/issue.act?issueId=183007&newsItemId=12905264&token=wW4eIHn5ypy02ULPivI4UQ>

<sup>33</sup> Martin Wittmann, Vorsitzender des Fachverband Textilrecycling und bvse-Vizepräsident

den System die produzierten Güter nach der Nutzungsphase thermisch verwertet oder deponiert. Aufgrund der Linearität des Wirtschaftsmodells und des Fast Fashion Trends wird das Abfallaufkommen erhöht und der Verbrauch nicht-erneuerbarer Ressourcen kontinuierlich gefördert. Kunststoffe werden oftmals häufiger als Verbunde verarbeitet. In einer Publikation von Greenpeace heißt es, dass der Anteil der in Textilien eingesetzten Kunststofffasern aktuell bei mehr als 60 Prozent liegt.<sup>34</sup> Die einfache Herstellung und Verwertung von Polyester sind Gründe für den bevorzugten Einsatz des Kunststoffes vor Baumwolle in Textilien. Für die Produktion dieser Fasern wird Öl für die Faserherstellung verwendet. Werden diese Fasern aufgrund schlechter Recycelbarkeit nach der Nutzungsphase verbrannt, wird Kohlenstoffdioxid freigesetzt, das als Treibhausgas wirkt.

Die Produktion von Baumwollkleidung fördert Monokulturbepflanzung und den Einsatz von Pestiziden. Laut einer Studie der Ellen McArthur Foundation<sup>34</sup> werden für die Baumwollproduktion circa 2,5 Prozent der weltweiten Ackerfläche für den Anbau verwendet. Darauf entfallen 16 Prozent des weltweiten Pestizideinsatzes. In Indonesien geben beispielsweise knapp 200 Textilfabriken Chemikalien und Farbstoffe in den Citarum River ab. Das Ökosystem des Flusses wird dadurch negativ beeinflusst. Wichtige Lebensräume für Tiere werden zerstört und das Grundwasser durch toxische Chemikalien kontaminiert.

Alle Herstellungsverfahren sind mit unterschiedlichen negativen Umwelteinwirkungen verbunden. Daher sollte die Wiederverwendung und nachfolgend das Recycling grundsätzlich stärker in den Fokus gerückt werden.

Auch die Nutzungsphase kunststoffbasierter Textilien ist problematisch. Dabei gelangen mit jedem Waschgang Mikroplastikpartikel in das Abwasser. Dies sind weltweit jährlich rund eine halbe Millionen Tonnen<sup>35</sup>. Mikroplastikpartikel reiben sich während des Waschvorgangs ab und lassen sich auch von technisch gut ausgerüsteten Kläranlagen kaum aus dem Abwasser entfernen. Über die Vorfluter gelangen diese Partikel in das Meer. Die Modeindustrie wurde in den letzten Jahren als einer der Hauptverursacher des Problems des Eintritts von Mikroplastik in das Meer identifiziert.

## 8 Forschung und Best Practice Beispiele

Bisher ist die stoffliche Verwertung nicht wiederverwendbarer Alttextilien auf ein „Downcycling“ zu Malervlies oder Isolationsmaterial beschränkt.<sup>36</sup> Das liegt, wie in Abschnitt 5.3. beschrieben, auch an der komplexen Materialzusammensetzung der Textilien, deren Aufschluss technisch herausfordernd ist.

### 8.1 Enzymatisches Faserrecycling

Das enzymatische Faserrecycling bietet einen Ausweg, um die Baumwollfäden von den Kunststofffasern zu trennen. Dafür werden die Materialmischungen mittels enzymatischer Hydrolyse behandelt.

<sup>34</sup> Greenpeace. (2017). Gefahr aus dem Kleiderschrank. Aufgerufen am 22.09.2020, von <https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/i03971-20170718-greenpeace-flyer-mikrofaser.pdf>

<sup>35</sup> Ellen MacArthur Foundation. (2017). A new textiles economy: Redesigning fashion's future. Aufgerufen am 25.08.2020, von <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>, S. 21

<sup>36</sup> N<sup>3</sup> Nachhaltigkeitsberatung Dr. Frieger & Partner, Akademie Dr. Obladen GmbH, BASIKNET Gesellschaft für Arbeitsschutz mbH. (2020). Leitfaden zur Wiederverwendung und Verwertung von Alttextilien. Aufgerufen am 23.09.2020, von [https://www.bavweb.de/media/custom/2886\\_1406\\_1.PDF?1587474053](https://www.bavweb.de/media/custom/2886_1406_1.PDF?1587474053)

Dabei setzen Proteine die Cellulose in Glucose um. Die Nicht-Cellulosefasern können so zurückgewonnen, zu Granulaten verarbeitet und als Sekundärrohstoff erneut eingesetzt werden.<sup>37</sup> Das enzymatische Faserrecycling wurde von den Projektpartnern des Forschungsprojets „TEX2MAT“ entwickelt und in Fallstudien weiter erprobt und evaluiert. Für den industriellen Maßstab muss dieses Verfahren weiterentwickelt werden (Bartl 2020)<sup>38</sup>. In der Abbildung 6 ist der enzymatische Recyclingprozess skizziert.<sup>39</sup>

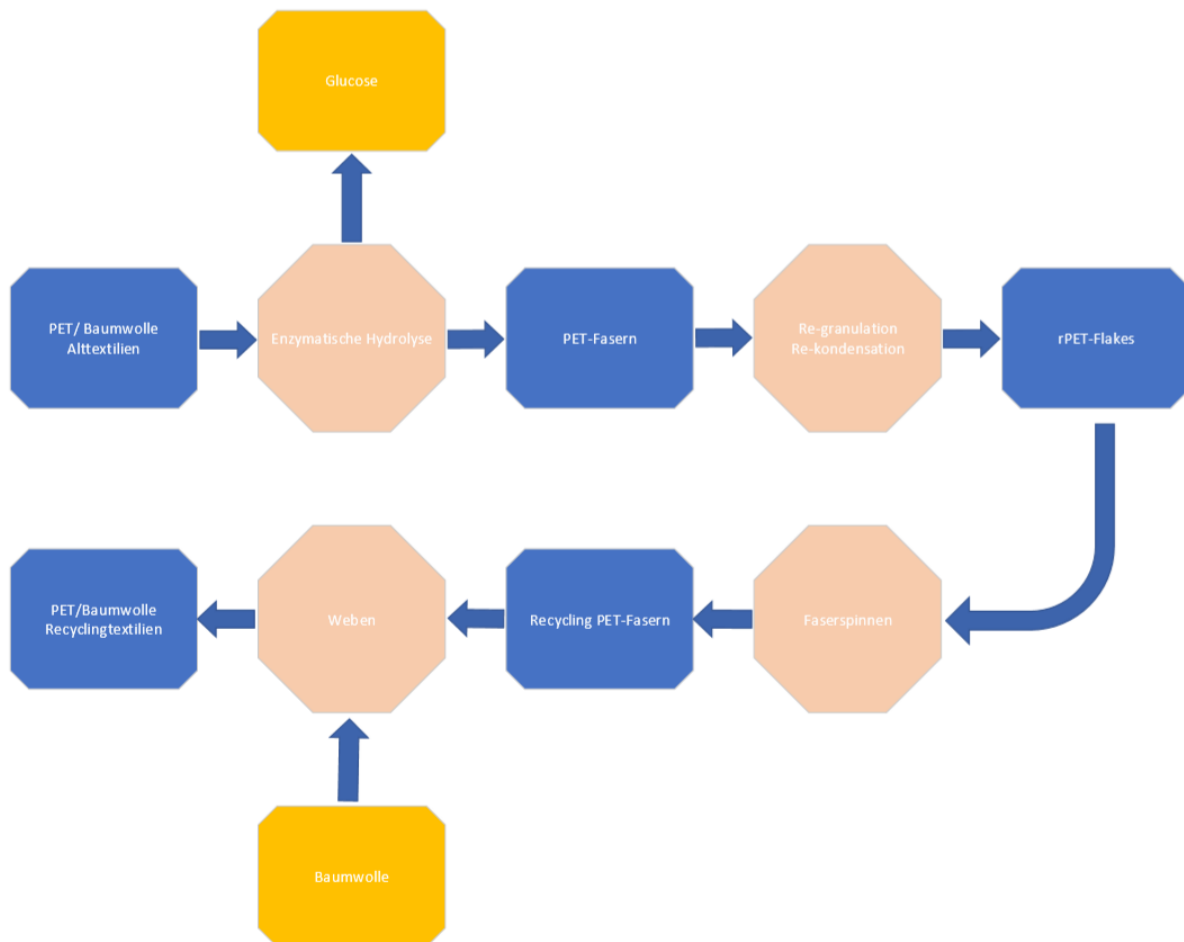


Abbildung 6: Skizze des Faser-zu-Faser Recyclings von Baumwoll/PET Mischgeweben mit enzymatischer Hydrolyse als Kernprozess<sup>43</sup>

## 8.2 Viskose-Filamentgarn aus recycelter Baumwolle<sup>40</sup>

Forschern des Fraunhofer Instituts für angewandte Polymerforschung ist es im Rahmen eines Forschungsprojektes gelungen im Auftrag des schwedischen Unternehmens re:newcell recycelte Baumwollplatten zu Viskose Filamentgarn zu verarbeiten. Verunreinigungen in recycelten Baumwollplatten stellen ein Problem bei der Verarbeitung der Baumwollplatten zu reinen Viskose-Filamentgarnen dar.

<sup>37</sup> Bartl, A. & Ipsmiller, W. (2020). Textilrecycling mittels Enzymen. Aufgerufen am 23.09.2020, von <https://analyticalscience.wiley.com/do/10.1002/gitfach.19259/full/>

<sup>38</sup> Bartl, A. (2020). Im EU-Recycling Magazin (2020): Neues Leben für alte Leintücher – Mischtextilien effizient recyceln. MSV Mediaservice & Verlag GmbH. Aufgerufen am 30.09.2020, von <https://eu-recycling.com/Archive/26179>

<sup>39</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an: Bartl, A. & Ipsmiller, W. (2020). Textilrecycling mittels Enzymen. Aufgerufen am 23.09.2020, von <https://analyticalscience.wiley.com/do/10.1002/gitfach.19259/full/#media-2>

<sup>40</sup> Mehlhase, Sandra (2020). Pressemitteilung 2020 des Fraunhofer IAP: Neues T-Shirt aus alter Jeans. Aufgerufen am 01.10.2020, von <https://www.iap.fraunhofer.de/de/Pressemitteilungen/2020/neues-t-shirt-aus-alter-jeans.html>

Durch das Einstellen bestimmter Parameter im Lösungs- und Spinnprozess gelingt es den Forschern die im Zellstoff der recycelten Baumwolle vorhandenen Fremdfasern abzutrennen. Der Zellstoff wird in der Regel aus Holz gewonnen. Durch das Abtrennen der Verunreinigungen aus der recycelten Baumwolle eignet sie sich ebenso wie Holz als Eingangsstoff für Viskose-Filamentgarn, welches zur Herstellung von Textilien verwendet wird. Durch das Optimieren der Trennprozesse und die Intensivierung der Filtration der Fremdfasern kann langfristig rezyklierte Naturfaser-Baumwolle als alternative Zellstoffquelle etabliert werden (Lehmann 2020)<sup>41</sup>. Auch dieses Verfahren befindet sich momentan noch in der Entwicklung.

### 8.3 Hyperspektrale NIR Systeme<sup>42</sup>

Die stofflichen Möglichkeiten der Zusammensetzung von Alttextilien sind vielfältig. Wie in Kapitel 6.2.4. beschrieben werden häufiger Textilmischungen aus Baumwolle und Kunststofffasern hergestellt. Ohne eine Kennzeichnung über die Zusammensetzung der Alttextilien ist die Bestimmung der Zusammensetzung der Fasern für die Auswahl des Recyclingverfahrens schwierig. Das finnische Unternehmen Specim kann mittels Nahinfrarot (NIR)-Hyperspektralkamera die Zusammensetzung der Alttextilfasern bestimmen. Baumwollfasern, tierische Fasern und Polymerfasern haben unterschiedliche chemische und molekulare Strukturen, die unterschiedlich auf elektromagnetische Wellen verschiedener Wellenlängen reagieren. Diese Eigenschaft ermöglicht der NIR-Hyperspektralkamera eine Spektralanalyse auf Basis des reflektierten Lichts durchzuführen. Die Kombination mit einem Spektrografen lässt eine eindeutige Identifizierung der chemischen Zusammensetzung der Textilien zu. Mit der von Specim entwickelten Kamera lassen sich mit Ausnahme einiger synthetischer schwarzer Textilien unterschiedlichste spektrale Signaturen herkömmlicher Gewebe komplett abbilden. Lediglich mehrschichtige Textilien kann die Technologie nicht identifizieren.

Weitergehende Forschung und Partizipation von Unternehmen bilden die Basis für eine zukünftige automatisierte Sortierung von Textilien.

### 8.4 „Textile Schraube“

Die „Textile Schraube“ der Climatex AG<sup>41</sup> ist ein Best-Practice Beispiel für das Design for Recycling. Hier bilden grüne Nähte eine Kopplung zwischen den Natur- und Kunstfasern. Die grünen Nähte basieren auf dem Funktionsprinzip eines Bolzens. Wird dieser gezogen, lassen sich die verbundenen Komponenten voneinander trennen. Da Natur- und Kunstfasern bei der „Textilen Schraube“ nicht miteinander verschmolzen sind, sondern durch die grünen Nähte lediglich zusammengehalten werden, lassen sich die verschiedenen Fasern beim Entfernen der grünen Nähte sortenrein voneinander trennen. Die „Textile Schraube“ könne von jedem industriell etablierten Prozess gelöst werden und sichere so die sortenreine Trennung; verwendete Materialien gehen vollständig in die jeweiligen Kreisläufe ein (Climatex AG<sup>43</sup>).

---

<sup>41</sup> Lehmann, Andre (2020). Abteilungsleiter „Fasertechnologie am Fraunhofer IAP. In einer Pressemitteilung des Fraunhofer IPA. Neues T-Shirt aus alter Jeans. Aufgerufen am 01.10.2020, von <https://www.iap.fraunhofer.de/de/Pressemitteilungen/2020/neues-t-shirt-aus-alter-jeans.html>

<sup>42</sup> Specim, Spectral Imaging LTD. (2020). Hyperspectral imaging reducing textile waste. Aufgerufen am 01.10.2020, von <https://www.specim.fi/hyperspectral-imaging-reducing-textile-waste/>

<sup>43</sup> Climatex AG. Textile Schraube. Aufgerufen am 23.09.2020, von <https://www.climatex.com/nachhaltigkeit/textile-schraube/>

## 8.5 R-PET Erfassung<sup>44</sup>

Das Münsteraner Unternehmen Tailorlux hat sich mit der Problematik der Unterscheidung zwischen recycelten-PET (R-PET) Fasern und neuen PET-Fasern beschäftigt. Um eine Beurteilung der Nachhaltigkeit der Textilien abgeben zu können, ist der eingesetzte R-PET Anteil von Bedeutung. Da das R-PET die gleiche chemische Struktur wie die neuen PET-Fasern besitzt, ist eine Unterscheidung chemisch nicht möglich. Das Unternehmen hat umweltverträgliche Materialien entwickelt, die leuchtende Eigenschaften besitzen. Beim Herstellungsprozess von R-PET werden die Materialien beigemischt. Die Textilien erhalten so einen optischen Fingerabdruck, den ein Sensor auslesen könne. Das Material bleibt Teil des Produktes, zum Beispiel eines T-Shirts, selbst wenn dieses beim Recycling zerstört wird. Der Sensor liest die Variationen aus und gibt die Informationen an einen Algorithmus weiter (Tailorlux Zitat<sup>48</sup>).

## 8.6 Schuhrecycling

Die Fa. Soex verwertet als eines der ersten Unternehmen seit 2018 nicht mehr verkäufliche Schuhe. Der Prozess umfasst:

- Die Entfernung von Metallen,
- Delaminierung (Ablösen von Werkstoffschichten voneinander),
- mehrere Windsicht-Schritte und die
- Regranulierung.

Die vorwiegend aus Ledermehl bestehenden Granulate können zu neuen Sohlen gepresst oder als Bestandteil von Fußbodenbelag eingesetzt werden.<sup>45</sup>

## 8.7 Eine geschlossene Wertschöpfungskette: Wear2Wear<sup>50</sup>

Das Wear2Wear-Konzept ist eine Partnerschaft von europäischen Unternehmen, die eine geschlossene Wertschöpfungskette für Bekleidung errichtet haben. Diese basiert auf acht einzelnen Kettengliedern. In der Membran- und Stoffherstellung werden hochwertige Qualitäten erzeugt. Im zweiten Schritt (Design2Recycle) werden alle Partner im Wear2Wear Zyklus berücksichtigt und die Kleidung möglichst nahtfrei designt. Die Integration von recycelten Materialien wird ebenso betrachtet wie die Recyclbarkeit des Endproduktes. In der dritten und vierten Phase werden die Bekleidungsstücke produziert und vermarktet. Durch emissionsreduzierte Waschvorgänge wird die Kleidung in der fünften Phase gereinigt. Sammlung, Sortierung und Aufbereitung bilden die 6. Phase. Das Upcycling bildet die vorletzte Stufe. Hier werden die Alttextilien entweder durch das mechanische Recycling in kurze textile Fragmente zerkleinert und optional durch Polymerschmelzverfahren zu Regranulaten zusammengesetzt oder durch das chemische Recycling zu Grundstoffen wie u. a. Oligomeren und Monomeren degradiert. In der letzten Phase werden Rezyklate eingesetzt, um Garne für Faser- oder Gewebematerial

<sup>44</sup> Bode, J.; Ottleben, I. (2020) R-PET: Wie viel Recycling steckt tatsächlich in Kleidung? Laborpraxis. 2020 Vogel Communications Group. Aufgerufen am 10.11.2020, von <https://www.laborpraxis.vogel.de/r-pet-wie-viel-recycling-steckt-tatsaechlich-in-kleidung-a-945856/>

<sup>45</sup> N<sup>3</sup> Nachhaltigkeitsberatung Dr. Frieger & Partner; Akademie Dr. Obladen GmbH; BASIKNET Gesellschaft für Arbeitsschutz mbH. (2020). Leitfaden zur Wiederverwendung und Verwertung von Alttextilien. Aufgerufen am 03.09.2020, von [https://www.bavweb.de/media/custom/2886\\_1406\\_1.PDF?1587474053](https://www.bavweb.de/media/custom/2886_1406_1.PDF?1587474053)

zu spinnen.<sup>46</sup> Vertiefende Informationen über die Umsetzung und bestimmte Label des Konzeptes konnten bisher nicht ermittelt werden. In Abbildung 7<sup>47</sup> ist der Wear2wear Zyklus dargestellt.



Abbildung 7: Wear2wear Zyklus<sup>51</sup>

## 8.8 Forschungsprogramme

Im Folgenden werden Forschungsprogramme und Pläne vorgestellt, die sich mit der Entwicklung neuer Produktlösungen und Recyclingmöglichkeiten befassen.

### 8.8.1 TexCycle

Das Innovationsforum „TexCycle – Neue Technologien und Ideen für das Recycling von textilen Produktionsabfällen“ ist ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördertes Programm mit dem Ziel einen Open-Innovation-Prozess zur Hervorbringung neuer, kreativer Produktlösungen zu organisieren. Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen arbeiten unter TexCycle zusammen, um Lösungsansätze für die vier Themenfelder:

- Erfassung, Quantifizierung und Identifizierung der Produktionsabfälle,
- Abfallvermeidung durch recyclinggerechte Konstruktion,
- Neue Recyclingtechnologien bzw. Technologieerweiterungen und

<sup>46</sup> Sympatex Technologies GmbH. 2020. Aufgerufen am 08.10.2020, von <https://www.wear2wear.org/de/#s-text-image>

<sup>47</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an die Grafik: Der Wear2wear – Textilkreislauf. Aufgerufen am 25.09.2020, von: <https://www.wear2wear.org/de/#s-text-image>

- Ideen für neue Produkte aus Produktionsabfällen

weiter zu entwickeln.<sup>48</sup>

### 8.8.2 RESYNTEX

Das Projekt RESYNTEX<sup>54</sup> wurde als 4-Jahresprojekt von der EU mitgegründet, um neue Recyclingkonzepte und Lösungen zu präsentieren, um eine Wertschöpfungskette von der Altkleidersammlung bis hin zu Sekundärrohstoffen als Ausgangsmaterial für Chemikalien oder Textilien zu entwickeln und um die Öffentlichkeit für Textilabfälle und soziales Engagement zu sensibilisieren. Anlagentypen, die aus dem Forschungsprojekt entwickelt wurden, können Abfälle von kommunalen Mülldeponien mit unsortierten Textilabfällen und Produktionsabfälle von Textilfabriken annehmen und recyceln. Das enzymatische Recycling wurde hier mitentwickelt.<sup>49</sup>

### 8.8.3 Grüner Knopf

Das Bundesumweltministerium (BMU) hat auf der Fachtagung „Textilrecycling – eine zwingende Herausforderung“ Lösungsansätze präsentiert, die zu einem nachhaltigeren Umgang mit Alttextilien anregen sollen. Dazu zählt die Einführung des Grünen Knopfes, einem staatlichen Textilsiegel, das Textilien kennzeichnet, die nach anspruchsvollen Sozial- und Umweltstandards hergestellt wurden. Obhutspflichten und Transparenzverordnungen im KrWG gegen Warenüberhänge und Retourenvernichtungen sind weitere Lösungsansätze des BMU.<sup>50</sup>

## 8.9 Ausblicke

Ein Bericht der Ellen MacArthur Foundation<sup>50</sup> beschreibt ein System, durch welches die Textilbranche aufgrund einer geschlossenen Wertschöpfungskette langfristig ökonomisch und ökologisch wirtschaften kann. Er liefert einen Fahrplan, an dem sich die Textilindustrie orientieren kann, um zukünftig nachhaltiger zu produzieren. Mittels eines globalen Ansatzes werden wichtige Akteure und Interessenvertreter weltweit zusammengebracht, um diesen Zielzustand zu erreichen. Laut des Berichts müssen die Akteure vier Phasen abarbeiten. Dazu zählen:

- eine Substitution gefährlicher Substanzen bei der Herstellung der Textilien,
- eine Veränderung der Art und Weise, wie Kleidung designet, verkauft und verwendet wird,
- eine Veränderung des Designs, der Sammlung und des Wiederaufbereitungsprozesses und
- eine effizientere Ressourcennutzung und Verwendung erneuerbarer Energien.

Es müssen fünf Schlüsselmerkmale erfüllt sein, ohne die ein Systemwechsel nicht stattfinden kann. Akteure müssen gemeinsame Verpflichtungen vereinbaren, Initiativen starten und demonstrative

---

<sup>48</sup> Bundesministerium für Bildung und Forschung. (2019). TexCycle – Ein Innovationsforum Mittelstand. Aufgerufen am 08.09.2020, von <https://www.innovation-strukturwandel.de/de/2220.php>

<sup>49</sup> RESYNTEX (2019). Aufgerufen am 30.09.2020, von <http://www.resyntex.eu/>

<sup>50</sup> Fachtagung der Gemeinschaft für textile Zukunft (GftZ) am 27.November 2019 in Berlin. Perspektiven für Alttextilien aus Sicht des Bundesumweltministeriums (BMU). Aufgerufen am 10.09.2020, von <https://textile-zukunft.de/wp-content/uploads/2014/10/Perspektiven-f%C3%BCr-Alttextilien-aus-Sicht-des-BMU.pdf>



Wertschöpfungsketten errichten.<sup>51</sup> Das im Bericht beschriebene System beruht auf freiwilliger Mitarbeit aller Akteure entlang der Wertschöpfungskette. Für eine erfolgreiche Umsetzung müssen auf internationaler Ebene Gesetzesentwürfe geschaffen werden, die einheitliche Bedingungen sicherstellen.

## 9 Fazit

Kurzfristig können Konsumenten aufgrund der stark nachfragegesteuerten Orientierung der Textilbranche ihre Steuerungsfunktion wahrnehmen. Mit einer Bewusstseinsänderung hinsichtlich Secondhandkleidung, recycelter Kleidung, Nutzungsdauer von Kleidung und Konsumverhalten können Konsumenten einen wesentlichen Beitrag zur Nachhaltigkeit leisten. Dabei müssen Personen, die häufig ihren Stil wechseln, nicht auf diesen Komfort verzichten. Leasing- und Verleihmodelle für Bekleidung sind inzwischen lohnende Geschäftsbereiche.

Mittelfristig können verpflichtende maschinenlesbare Kennzeichnungen in Verbindung mit faserspezifischen Sammelsystemen eine große Unterstützung für das Recycling darstellen, so der Abschlussbericht zum Projekt „Nachhaltigkeitskommunikation in der Abfallwirtschaft - Grundlagen und Best Practice-Ansätze“<sup>52</sup>. Best Practice Beispiele wie das Wear2Wear-Projekt zeigen, dass eine geschlossene Wertschöpfungskette sowohl ökologisch als auch ökonomisch profitabel sein kann. Design for Recycling-Technologien wie die Textile Schraube erleichtern die Recyclingfähigkeit von Alttextilien durch eine bessere Trennbarkeit verschiedener Stoffe. Chemische Aufbereitungsverfahren sind noch in der Erprobung und wegen hoher Sortier- und Aufbereitungskosten im selbsttragenden textilen Geschäftsmodell nicht ökonomisch, so der Abschlussbericht. Laut der Fa. Soex, die an mehreren Forschungsprojekten zur Gewinnung von Fasern mitarbeitet, ist in den nächsten Jahren nicht mit einem Durchbruch des Faserrecyclings aus unsortierten Alttextilien zu rechnen. Gründe dafür sind hohe Kosten- und Energieaufwände.<sup>51</sup>

Um die Textilbranche nachhaltiger zu gestalten, müssen Verbraucher, Produzenten, Recyclingbetriebe und Kommunen gemeinsam Verantwortung übernehmen. Um langfristig nachhaltig sein zu können, kann sich die Branche an schon vorhandenen Studien (Ellen McArthur Foundation, RESYNTEX, etc.) orientieren. Diese haben gezeigt, dass eine geschlossene Wertschöpfungskette ökonomischer und ökologischer sein kann als der Status quo. Die Ellen McArthur Foundation hat dafür in ihrer Studie einen Fahrplan für eine nachhaltige Zukunft der Textilbranche erstellt.

Allerdings werden die beschriebenen Szenarien nur durch einheitliche Rahmenbedingungen auf der Grundlage international einheitlicher Vorgaben beziehungsweise Gesetzen erfolgreich umsetzbar sein.

---

<sup>51</sup> Ellen MacArthur Foundation. (2017). A new textiles economy: Redesigning fashion's future. Aufgerufen am 25.08.2020, von <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>

<sup>52</sup> N<sup>3</sup> Nachhaltigkeitsberatung Dr. Friege & Partner, Akademie Dr. Obladen GmbH, BASIKNET Gesellschaft für Arbeitsschutz mbH. (2020). Leitfaden zur Wiederverwendung und Verwertung von Alttextilien. Aufgerufen am 23.09.2020, von [https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-32385\\_01-Hauptbericht.pdf](https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-32385_01-Hauptbericht.pdf)