

Altkleiderrecycling

A. Bartl und I. Marini

TU Wien, Institut für Verfahrenstechnik, Österreich

Recycling of end-of-life apparel

Abstract

In the European community end-of-life apparel is commonly collected separately and partially used as re-wearable. This ecological sound praxis can gain profits which have to a certain extent to be used for processing and disposing the non-utilizable apparel. A recently launched research project aims to develop an economically viable process suitable for a significantly higher portion of the collected material. Exclusively based on mechanical process engineering a fibrous recycling product shall be produced which can substitute established and expensive additives used for construction materials.

Zusammenfassung

Altkleider werden in den meisten Ländern der Europäischen Union getrennt gesammelt und zu einem Teil einer Wiederverwendung als Bekleidung zugeführt. Diese ökologisch sinnvolle Praxis wirft auch einen Gewinn ab, der jedoch für die Weiterverarbeitung und Entsorgung von nicht wieder verwendbarer Kleidung verwendet werden muss. Ein eben gestartetes Forschungsprojekt hat sich zum Ziel gesetzt, ein Verfahren zu entwickeln, um einen weitaus größeren Anteil des gesammelten Materials gewinnbringend aufzubereiten. Mittels rein mechanischen Verfahren soll ein fasriges Recyclingprodukt hergestellt werden, das gängige und teure Additive im Bereich Baustoffe substituieren kann.

Keywords

Textilien, Altkleider, Recycling, mechanische Aufbereitung, Baustoffe
Textiles, end-of-life apparel, recycling, mechanical processing, construction materials

1 Einleitung

1.1 Gesetze und Verordnungen im Bereich Abfallwirtschaft

In der Europäischen Union regeln zahlreiche Gesetze und Verordnungen den Umgang mit Abfallstoffen. Es existiert eine Prioritätenreihung von Maßnahmen im Umgang mit Abfällen, die so genannte Abfallhierarchie. Dabei wird in erster Linie eine Vermeidung angestrebt, gefolgt von Wiederverwendung, stofflicher Verwertung bzw. Kompostierung, thermischer Verwertung und erst als letzte Möglichkeit kommt die Entsorgung (Deponierung) in Frage.

Weiters existieren in einigen Mitgliedsstaaten noch restriktivere Gesetze wie zum Beispiel in Deutschland und Österreich, wo eine Deponierung von Abfällen nur dann erlaubt ist, wenn der Gehalt an organischem Kohlenstoff (TOC) unter 5 % liegt. Durch

diese Maßnahme wurden die Abfallströme vermehrt in Richtung Verbrennung gelenkt, wodurch die Kosten dafür in den letzten Jahren stark angestiegen sind.

Die Abfallhierarchie ist natürlich auch auf Abfälle, die Fasern enthalten, anzuwenden. Fasern für die Bekleidungsindustrie, primär Baumwolle und synthetische Polymerfasern, fallen ebenfalls unter das in Österreich und Deutschland geltende Deponierungsverbot. Altkleider, die nicht für eine Wiederverwendung oder eine stoffliche Verwertung in Frage kommen, müssen daher, wenn keine geeigneten Recyclingmethoden verfügbar sind, in diesen Ländern verbrannt werden. Die Verbrennung verursacht jedoch hohe Kosten und sollte auch aus ökologischer Sicht vermieden werden.

1.2 Sammlung und Verwertung von Altbekleidung

Weltweit wurden 2006 71,7 Millionen t Fasern (FIBER ORGANON, 2007) produziert, die in den Bereichen Bekleidung, Heimtextilien und Industrie für eine Vielzahl von Anwendungen zum Einsatz kommen. Es kann davon ausgegangen werden, dass auch eine etwa gleich große Menge an Fasern entsorgt werden muss, wobei aufgrund des breiten Spektrums, in dem Fasern eingesetzt werden, eine getrennte Erfassung von Altfasern in der Praxis nur teilweise möglich ist. Einer der wenigen Bereiche, in denen Altfasern relativ rein und homogen vorliegen, sind Altkleider.

Tabelle 1 Stoffströme bei der Sortierung von Alttextilien in Deutschland (bvse, 2001).

Anteil [Massen %]	Verwendung
50	Wiederverwertung in ursprünglicher Form <ul style="list-style-type: none"> • Verkauf in Second-Hand-Shops • Spenden für Bedürftige
17	Nicht mehr tragfähige Bekleidung <ul style="list-style-type: none"> • Manuelle Entfernung von harten und steifen Bestandteilen • Verarbeitung zu Putzlappen (DIN 61650)
21	Gewinnung von Recyclingmaterial (Reißspinnstoffe) wie z.B.: <ul style="list-style-type: none"> • Papier- und Pappenherstellung • Wischtuchherstellung • Flockherstellung
12	Abfall <ul style="list-style-type: none"> • Thermische Verwertung • Deponierung, wenn möglich

In Deutschland werden jährlich etwa 1 Million t Bekleidung in Umlauf gesetzt. Davon gehen während des Gebrauchs durch Verschleiß und Waschen etwa 160.000 t verloren

(Klatt, 2001). Mittels getrennter Sammelsysteme werden etwa 580.000 t erfasst, der Rest landet im Hausmüll (bvse, 2001). Nach der Sammlung der Altkleider werden diese durch geschulte Fachkräfte von Hand sortiert. Dabei werden die in Tabelle 1 angegebenen Fraktionen erhalten.

Die Sammlung und Sortierung von Altbekleidung trägt sich durch den Verkauf der aussortierten Altkleider selbst und wird nicht durch Abgaben oder Gebühren gestützt, wie dies bei anderen Abfallgruppen üblich ist. In diesem Bereich sind vielfach karitative Organisationen tätig, die die erwirtschafteten Gewinne für wohltätige Zwecke verwenden. Ein Gewinn ist jedoch nur mit rund 30 % der gesammelten Ware zu erzielen. Damit müssen auch die Aufbereitung der übrigen Fraktionen und die Entsorgung der Reststoffe finanziert werden.

1.3 Einsparpotentiale

Fasern für die Bekleidungsindustrie können entweder aus Naturfasern oder aus Chemiefasern bestehen. Unter den Naturfasern ist vor allem Baumwolle von Bedeutung. Der überwiegende Anteil an Chemiefasern besteht aus synthetischen Polymeren, zellulose Fasern spielen nur eine untergeordnete Rolle. Die wichtigsten synthetischen Chemiefasern sind Polyester, Polyamid und Polyacryl.

Auch wenn Baumwolle einen nachwachsenden Rohstoff darstellt, so ist deren Herstellung nicht als nachhaltig anzusehen. Die Produktion von Baumwolle verbraucht Chemikalien, Wasser und Energie sowie Ackerland, das dann nicht für Nahrungsmittelproduktion zur Verfügung steht. In Tabelle 2 ist der Verbrauch der wichtigsten Ressourcen zur Baumwollherstellung angegeben. Aufgrund des steigenden Bedarfs an Naturfasern wird zum einen immer mehr Boden benötigt, aber auch vor allem der Einsatz an Dünger und Pflanzenschutzmittel wird immer höher.

Tabelle 2 Verbrauch von Ressourcen zur Herstellung von Baumwolle weltweit (Paulitsch 2004, Cupit 1996).

Ressource	Verbrauch		
	pro m ² Ackerland	pro kg Baumwolle	Gesamt [Millionen t]
Wasser	0,2 – 1,5 m ³	3,6 – 26,9 m ³	70 000 – 500 000
Pestizide	0,5 – 0,8 g	8,3 – 13,8 g	0,15 – 0,25
Dünger	Phosphor	1,8 – 3,7 g	33 – 66 g
	Stickstoff	7,3 – 11,2 g	130 – 200 g
Erdöl	17 – 56 g	300 – 1000 g	5,8 - 19

Chemiefasern aus synthetischen Polymeren werden aus Erdöl gewonnen. Der Verbrauch an Wasser ist wesentlich geringer als bei Baumwolle und liegt im Bereich von 0,3 bis 15 l H₂O pro kg Faser, jedoch werden zur Herstellung von 1 kg Acrylfasern etwa 400 MJ benötigt (Cupit 1996), was etwa dem Energieinhalt von 10 kg Erdöl entspricht. Diese Daten verdeutlichen, dass es schon allein aus ökologischen Gesichtspunkten sinnvoll ist, Altfasern einer Wiederverwendung zuzuführen.

1.4 Forschungsprojekt

Ein Forschungsprojekt unter der Leitung der TU Wien startet im Mai 2008. Die Finanzierung erfolgt zum einen durch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) im Rahmen der Programmlinie "Fabrik der Zukunft" (Projekt Nummer 814961) sowie zum anderen durch die in Tabelle 3 angeführten Projektpartner.

Ziel des Projektes ist es, ein mechanisches Aufbereitungsverfahren zu entwickeln, um derjenigen Teil der Altbekleidung wirtschaftlich aufzubereiten, der aktuell nur defizitär betrieben werden kann. Dabei werden ausschließlich mechanische Verfahrensschritte eingesetzt, um die derzeitige Abfallfraktion in ein marktfähiges Produkt überzuführen. Ein Einsatz im Bereich Baustoffe ist wahrscheinlich, wo die faserförmigen Produkte die Viskosität von pastösen oder flüssigen Produkten erhöhen und/oder einen Armierungseffekt in der Matrix bewirken können.

Tabelle 3 Projektpartner für das Forschungsprojekt im Rahmen „Fabrik der Zukunft“.

Bereich Altkleidersammlung	Bereich Abfallwirtschaft
<ul style="list-style-type: none"> • HUMANA People to People (Österreich) • The GAIA-Movement (Schweiz) • Green World Recycling Ltd. (GB) 	<ul style="list-style-type: none"> • R + M Ressourcen + Management GmbH (Österreich) • UEG Umwelt- und Entsorgungstechnik AG (Österreich)

2 Aufbereitung der Altbekleidung

2.1 Prozessschritte

Der Aufbereitungsprozess besteht aus mehreren Schritten und hat die Herstellung eines genau definierten und marktfähigen Produktes zum Ziel. Alle Schritte basieren auf mechanischen, trockenen Verfahren und es kommen keinerlei Flüssigkeiten zum Einsatz. Der Energieverbrauch kann somit relativ gering gehalten werden, da keine aufwendigen Trocknungsschritte erforderlich sind, und auch Abwässer, die eine weitere Behandlung erfordern würden, können vermieden werden. Abbildung 1 zeigt ein grobes Schema des beabsichtigten Aufbereitungsprozesses.

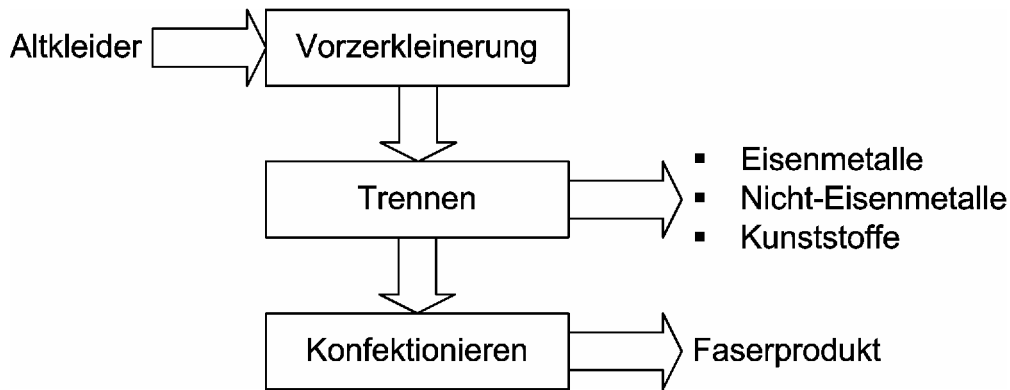


Abbildung 1 Prozessschema des Aufbereitungsprozesses für textile Abfälle.

2.2 Zusammensetzung der Altkleider

Die aufzubereitenden Altkleider bestehen aus verschiedenen Fasertypen, wobei Naturfasern (z.B.: Baumwolle, Wolle), Regeneratfasern (z.B.: Viskose) und Synthefasern (z.B.: Polyester, Polyamid) in wechselnden Anteilen vorkommen. Zusätzlich sind auch Nicht-Gewebekomponenten enthalten. Dabei stören „weiche“ Komponenten (z.B.: Folien) nicht, jedoch erschweren harte, teilweise metallische Komponenten, die Aufbereitung. Zusätzlich können noch Fremdstoffe enthalten sein, die beim Aufbereitungsprozess berücksichtigt werden müssen. Tabelle 4 gibt einen Überblick der Komponenten, mit denen bei der Aufbereitung zu rechnen ist.

Tabelle 4 Mögliche Komponenten, die Alttextilien enthalten können (Auswahl).

Gewebeanteile	Nicht-Gewebeanteile		Fremdstoffe
	„weich“	„hart“	
Baumwolle	Folien	Schnallen	Feuerzeug
Wolle	Leder	Knöpfe	Kugelschreiber
Viskose	Daunen	Zipp-Verschlüsse	Taschenmesser
Polyester			
Polyamid			

2.3 Vorzerkleinerung

Die Altkleider müssen in einem ersten Schritt vorzerkleinert werden, um eine anschließende Trennung überhaupt möglich zu machen. Aufgrund der Zusammensetzung (Tabelle 4) können bestimmte Aggregate nicht zum Einsatz kommen. So sind Schneidmühlen gut zur Zerkleinerung von Fasern und Textilien geeignet, jedoch sind sie sehr empfindlich auf die harten, metallischen Bekleidungskomponenten und eventuellen Fremdstoffe. Neben einer Beschädigung der Schneidwerkzeuge besteht aufgrund der relativ hohen Werkzeuggeschwindigkeiten auch die Gefahr von Funkenbildung und somit einer Entzündung der Alttextilien. In der

Praxis werden für diesen Zweck Reißmaschinen eingesetzt oder aber auch langsamlaufende Universalzerkleinerungsmaschinen oder Hammermühlen.

2.4 Trennung

Nach der vorangegangenen Vorzerkleinerung der Altkleider können nunmehr die nicht-textilen Komponenten abgetrennt werden. Dazu ist zum einen ein Magnetabscheider geeignet, der Komponenten aus Eisenwerkstoffen entfernen kann. Weiters kommt aerodynamisches Sichten in Frage. Es können verschiedene Bauarten von Windsichtern eingesetzt werden. Durch die große Differenz der Dichten und/oder der signifikant unterschiedlichen Form und Größe der Partikel kann von einer relativ einfachen Trennung ausgegangen werden. Alle metallischen Komponenten und Kunststoffe (nicht in Faserform) sind in der Grobfraction enthalten. Die Leichtfraction enthält die Faserfraction, sowie feine Reste wie Leder, Folien und eventuell Daunen.

2.5 Konfektionierung

Die Konfektionierung hat die Aufgabe, die weitgehend von nicht-textilen Komponenten befreiten Alttextilien so aufzubereiten, dass diese einer Wiederverwendung zugeführt werden können. Aus derzeitiger Sicht scheinen zwei Aufbereitungswege möglich. Zum einen können durch Verwendung einer Schneidmühle die Altkleider vollständig in Einzelfasern zerlegt werden. Die Faserlänge wird dabei stark reduziert und liegt im Bereich von einigen mm bis zu deutlich unter 1 mm. Durch Wahl der Mahlparameter kann die mittlere Faserlänge im gewünschten Bereich beeinflusst werden. Das derart aufbereitete Material eignet sich zur Kurzfaserverstärkung von Kunststoffen sowie verschiedener Baustoffe auf Basis Zement, Beton, Gips oder Bitumen. Die Kurzfasern bewirken nicht nur einen Armierungseffekt, sondern bedingt durch die große Oberfläche auch einen Thixotropieeffekt (Bartl, 2006). Eine Verwendung ist somit in jenen Bereich sinnvoll, in denen eine Beeinflussung (Erhöhung) der Viskosität erwünscht ist. Beispielhaft dafür sind Kleber und Lacke.

Im Anschluss an die Schneidmahlung kann eventuell noch ein weiterer Schritt sinnvoll sein, um das Produkt direkt für die anschließende Anwendung zu optimieren. So ist es im Bereich der Kunststoffverarbeitung üblich, ein Vorgranulat mit hoher Faserkonzentration, ein so genanntes Masterbatch, herzustellen. Dies erleichtert die homogene Verteilung der Fasern in der Matrix. Auch im Bereich Straßenbau werden Masterbatches (z.B.: Viatop[®], Zellstofffasern in Bitumen) von Fasern und Bitumen häufig verwendet.

Zum anderen kann zur Konfektionierung ein Reißwolf eingesetzt werden. Darunter ist ein Aggregat zu verstehen, das zum Zerfasern von textilen Abfällen zwecks Wiederverwendung von längeren Fasern geeignet ist. Im Vergleich zur Schneidmühle

werden dabei die Fasern wesentlich weniger stark gekürzt. Primär erfolgen lediglich eine Zerstörung des textilen Gewebes und eine Vereinzelnung der Fasern. Für die Verwendung des Reißwolfes dürfen die Alttextilien nicht allzu stark vorzerkleinert werden, da sonst keine längeren Fasern für eine mögliche textile Weiterverarbeitung erhalten werden können.

2.6 Charakterisierung

Eine entsprechende Analyse des aufbereiteten Materials ist unumgänglich. Zum einen muss der Aufbereitungsprozess durch Kontrolle des Produktes selbst bewertet werden. Zum anderen ermöglicht eine exakte Charakterisierung des Produktes einen direkten Vergleich zu derzeit am Markt befindlichen Produkten und stellt daher ein wichtiges Marketinginstrument dar.

Die Faseranalyse, das heißt die Bestimmung der Verteilungsdichten für Länge und Durchmesser, stellt naturgemäß einen Schwerpunkt der Charakterisierung des aufbereiteten Produktes dar. In der Praxis hat sich für Rezyklatfasern bereits ein so genannter MorFi Analyzer, der für die Zellstoff-Charakterisierung entwickelt wurde (Passas, 2001; Tourtollet, 2001), als geeignetes Gerät (Bartl 2006) bewährt.

Neben der Faseranalyse müssen jedoch noch weitere Produkteigenschaften bestimmt werden. Je nach Art des Materials liegen neben Fasern auch nicht-fasrige Partikel vor, deren Verteilungsdichte mittels gängiger Methoden wie etwa Laserbeugung zugänglich ist. Weiters können die Rieselfähigkeit oder die Schüttdichte wichtige Kriterien darstellen. Die Ausarbeitung einer passenden Charakterisierungsmethode stellt einen wichtigen Punkt im Forschungsprojekt dar.

3 Einsatz von aufbereitetem Fasermaterial

3.1 Vorteile

Ein Recyclingprozess für Altkleider muss nicht nur technisch möglich und ökologisch sinnvoll sein, sondern auch aus wirtschaftlicher Sicht vertretbar sein. Dies kann nur dann gelingen, wenn Anwendungen gefunden werden, in denen durch Verwendung des aufbereiteten Materials entweder technische Vorteile erzielt werden können oder eine Substitution derzeitiger Produkte möglich ist. Im Falle von Kurzfasern bewirken Fasern eine Viskositätserhöhung und ein thixotropes Fließverhalten. (Bartl, 2006). Für viele Produkte werden dafür relativ teure Additive verwendet, sodass für das Recyclingprodukt ein hohes Erlöspotential besteht. Dadurch können nicht nur die Kosten des oben beschriebenen Aufbereitungsprozesses gedeckt werden, sondern es besteht auch die Möglichkeit einen Gewinn zu erwirtschaften. In Anbetracht, dass etwa

zur Herstellung von Putzlappen oder zur Entsorgung von Faserabfällen in einer Verbrennungsanlage hohe Kosten anfallen, kann dadurch die Wirtschaftlichkeit der gesamten Altkleidersammlung gesteigert werden.

Im Folgenden werden einige Baustoffgruppen vorgestellt, in denen die aufbereiteten Altkleider gewinnbringend abgesetzt werden könnten.

3.2 Bitumen und Asphalt

Bitumen ist ein aus Erdöl gewonnenes Produkt, das hauptsächlich aus hochmolekularen Kohlenwasserstoffen besteht. Das wichtigste Anwendungsgebiet für Bitumen liegt im Bereich Straßenbau, wo es als Bindemittel gemeinsam mit Gestein und Additiven als Fahrbahnbefestigung eingesetzt wird.

Bitumen ist ein thermoplastischer Stoff, wodurch seine Verwendung eingeschränkt wird. Bei niedrigen Temperaturen besteht die Gefahr eines Sprödbruchs, bei hohen Temperaturen wird Bitumen weich und es verliert seine Festigkeit. Um den möglichen Temperaturbereich zu erhöhen, werden üblicherweise Additive eingesetzt. Dabei kommen die in Tabelle 5 genannten Stoffe zum Einsatz.

Tabelle 5 Gängige Additive für Bitumen.

Typ des Additivs	Beispiele
Thermoplaste	<ul style="list-style-type: none"> • Polyethylen (PE) • Ataktisches Polypropylen (APP)
Elastomere	<ul style="list-style-type: none"> • Styrolbutadienstyrol (SBS) • Ethylenpropylendieneterpolymer (EPDM) • Naturkautschuk • Butadien-Styrol-Block-Copolymere
Fasern	<ul style="list-style-type: none"> • Cellulosefasern (z.B.: Arbocel®) • Polyacrylnitrilfasern (z.B.: Dolanit®) • Polyester (PET)

Durch eine entsprechende Aufbereitung der Altkleider könnten Faserstoffe gewonnen werden, die derzeit übliche fasrige Produkte ersetzen. Für diese Anwendung stört auch der Gehalt an hydrophilen Fasern nicht. So werden etwa Recyclingfasern aus der Reifenaufbereitung erfolgreich als Additiv im Bereich Bitumenbaustoffe eingesetzt werden (Bartl 2005).

3.3 Beton

Der Bereich Betonbaustoffe umfasst ein sehr breites Gebiet. Unter Faserbeton versteht man im Allgemeinen alle Betone, die Fasern enthalten. Neben Faserart und Faseranteil unterscheidet man vor allem zwischen Betonen, die ein Gewebe bzw. ein Vlies

enthalten und Betonen, die vereinzelte Kurzfasern enthalten. Durch Einsatz verschiedener Faserarten können bestimmte Betoncharakteristika erzielt werden, bzw. ist es auch möglich, das Aushärteverhalten in gewünschter Weise zu beeinflussen. Faserzusatz kann etwa die Sprödigkeit verringern und die Formbeständigkeit erhöhen. Tabelle 6 zeigt einige Fasertypen und deren Haupteffekte auf die Betoneigenschaften.

Tabelle 6 Gängige Fasertypen in Beton und damit erzielbare Effekte.

Faser	Gewünschter Effekt
Stahlfasern	Ersatz von konstruktiver Stahlbewehrung Verbesserung Schlagzähigkeit Verhinderung der Makrorissbildung
Glasfasern (AR Glas)	Verbesserung Schlagzähigkeit Verhinderung der Makrorissbildung
PP Fasern	Verbesserung des Brandverhaltens

Auch in diesem Bereich scheint es möglich, dass das derzeit verwendete Fasermaterial, durch Rezyklatfasern substituiert werden kann.

3.4 Zementfaserplatten

Zementfaserplatten bestehen aus einem relativ hohen Anteil an Fasern (rund 50 %) und Zement. Früher wurde dafür häufig Asbest eingesetzt, heute basieren die meisten Platten auf Cellulose- oder PVA Fasern. Ein Einsatz erfolgt vor allem im Bereich Wand und Deckenkonstruktionen. Derartige Platten zeichnen sich durch eine geringe Dichte und eine gute Schall- und Wärmeisolierung aus. Auch in diesem Bereich scheint eine Verwendung der Rezyklatfasern möglich.

3.5 Pastöse Produkte

Eine Vielzahl von Produkten wird in flüssiger bzw. pastenförmiger Konsistenz appliziert, wie etwa Klebstoffe und Lacke. Dabei stellen die Viskosität und das Fließverhalten entscheidende Parameter dar, wobei zumeist ein thixotropes Verhalten gewünscht wird. In der Praxis steht ein breites Spektrum an Additiven für diese Zwecke zur Verfügung, wobei unter anderem Polyurethane, Zellulosederivate (z.B.: Methylzellulose, Ethylhydroxypropylzellulose), feine Pulver (z.B.: pyrogene Kieselsäure, modifizierte Kaoline) und auch Fasern verwendet werden. Auch in diesem Bereich ist ein Einsatz von Rezyklatfasern denkbar.

3.6 Textilien und Vliesstoffe

Die mittels eines Reißwolfes gewonnen Fasern können, wenn die Faserlänge über 30 mm liegt, über eine übliche textile Verarbeitungskette zur Herstellung von Geweben

oder Gewirken genutzt werden. Alternativ können aus den Recyclingfasern auch Vliesstoffe produziert werden. Abhängig von der Faserlänge können klassische Verfahren (Faserlänge über 30 mm) oder air laid bzw. water laid Verfahren (Faserlänge deutlich unter 30 mm) zum Einsatz kommen. Die daraus gefertigten Produkte können im Niederpreissegment für Schall- oder Wärmedämmung (z.B.: Automobilbau) zum Einsatz kommen.

4 Zusammenfassung

Im Zuge der Sammlung von Altkleidern können nur rund 30 % wirtschaftlich verwertet werden. Mit diesem Erlös muss die defizitäre Verwertung des restlichen Sammelgutes finanziert werden. In einem Forschungsprojekt wird nunmehr untersucht, diese Fraktion mechanisch aufzubereiten, um diese Abfallstoffe einer stofflichen Verwertung, vornehmlich im Bereich Baustoffe, zuführen zu können. Die Aufbereitungskette umfasst einen Vorzerkleinerungs- und einem Trennschritt, um textile bzw. fasrige Komponenten von nichtfasrigen Anteilen zu trennen. In einem weiteren Schritt erfolgt eine Vereinzelung der Fasern und das Erreichen einer definierten Faserlänge, um die Eigenschaften des Recyclingproduktes auf die beabsichtigte Anwendung abzustimmen. Als mögliche Anwendungsgebiete kommen einerseits die Herstellung von Textilien oder Vliesstoffen, andererseits ein Einsatz von Kurzfasern in flüssigen oder pastösen Stoffen zur Viskositätserhöhung in Frage. Ziel ist die Zuführung aller Stoffe zu einem weiteren Nutzungszyklus, während der Anfall von Abfällen weitgehend vermieden werden soll.

Der Aufbereitungsprozess basiert auf Prozessen der mechanischen Verfahrenstechnik und soll auf kommerziellen Aggregaten durchgeführt werden. Ein Schwerpunkt der Forschungstätigkeit liegt im Bereich der Anwendung des aufbereiteten Materials. So ist eine wirtschaftliche Aufbereitung von Rezyklatfasern aus Altreifen bereits möglich. Diese werden im Bereich Bitumenbaustoffe vermarktet. Ein ähnlicher kommerzieller Erfolg von aufbereiteten Altfasern aus Bekleidungen erscheint ebenso möglich, wenn es gelingt derzeit gängige Additive im Baustoffbereich substituieren zu können.

5 Literatur

- | | | |
|---|------|---|
| Bartl, A.; Hackl, A.; Mihalyi, B.;
Wistuba, M.; Marini, I. | 2005 | Process Safety and Environment Protection 83(B4),
351 - 358 |
| Bartl, A.; Mihalyi, B.; Madtha L.;
Marini I. | 2006 | "Recycled Fibers as Viscosity Modifiers"; in:
"Chemical Industry and Environment V Volume II",
Ferdinand Berger & Söhne GmbH, 1104 – 1111 |
| bvse | 2001 | Textilrecycling, Zahlen – Daten – Fakten, Bundesver-
band Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V., Bonn |

- | | | |
|--|------|---|
| Cupit, M. | 1996 | “Opportunities and Barriers to Textile Recycling“, AEAT Report Nr. 0113, AEA Technology plc, Oxfordshire, UK, 1996 |
| Cupit, M.J. | 1996 | “Opportunities and Barriers to Textile Recycling“, AEA Technology, report 0113, Oxfordshire |
| DIN 61650 | 2005 | DIN 61650:2005-04, Putzlappen, Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin |
| FIBER ORGANON | 2007 | Fiber Economics Bureau, Arlington, USA, 78(6) |
| Klatt, S. | 2001 | Entsorgungsverhalten des Bürgers ist entscheidend für das Textilrecycling, Fachaufsatz, Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V., Bonn |
| Passas, R.; Voillot, C.; Tarrajat, G.; Cauca, G.; Khelifi, B.; Tourtollet G. | 2001 | Recents Progres en Genie des Procedes 15, 259-264 |
| Paulitsch, K. | 2004 | “Flächennutzungskonkurrenz durch exportorientierte Landwirtschaft“, Wuppertal Institut, paper 148, Wuppertal |
| Tourtollet, G. E. P. | 2001 | ipw 10, 12-14 |

Anschrift der Verfasser:

Dr. Dipl.-Ing. Andreas Bartl
 TU Wien
 Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften
 Getreidemarkt 9/166
 1060 Wien
 Österreich
 Tel: +43 1 58801 15981
 Email: abartl@mail.zserv.tuwien.ac.at
 Website: www.vt.tuwien.ac.at