



Wie viel Polyester steckt in der Altkleidersammlung? Ergebnisse einer Voruntersuchung aus Wien

Jakob Lederer · Wolfgang Ipsmiller · Pablo Kählig · Andreas Bartl

Angenommen: 18. Juni 2024 / Online publiziert: 22. Juli 2024
 © The Author(s) 2024

Zusammenfassung Textilien, vor allem Bekleidungs- und Heimtextilien, sind eine der ältesten und wichtigsten Produktkategorien der Menschheitsgeschichte. Heute werden Textilien und vor allem Alttextilien auch im Zuge der Kreislaufwirtschaft diskutiert. Um kreislaufwirtschaftliche Lösungen für Alttextilien wie Wiederverwendung und auch die stoffliche Verwertung zu forcieren, ist es jedoch notwendig, die Zusammensetzung von Alttextilien zu kennen. In diesem Beitrag wird dies am Beispiel von Alttextilien aus der Altkleidersammlung in Wien untersucht. Der Fokus liegt dabei auf Bekleidungs- und Heimtextilien, und hier wiederum auf den wichtigsten Fasermaterialien für diese, nämlich Baumwolle und vor allem Polyester, da letzteres die globale Produktion dominiert. Für die Untersuchung wurden im Herbst 2021 ca. 220 kg Alttextilienproben aus vier Containern der Altkleidersammlung der Magistratsabteilung MA 48 der Stadt Wien entnommen und nach Produkt und Labelinformation zum Fasermaterial sortiert.

Die Ergebnisse zeigen, dass der analysierte Inhalt der beprobten Altkleidersammelcontainer hauptsächlich aus Alttextilien bestand. Diese wiederum setzten sich zu etwa einem Drittel aus überwiegend baumwollhaltigen Materialien und zu rund einem Zehntel aus überwiegend polyesterhaltigen Materialien zusammen. Etwas weniger als ein Drittel der Textilien besaß kein Label, wodurch auch eine exakte Zuordnung nach Fasermaterial nicht

möglich war. Der Rest waren sonstige Fasermaterialien sowie komplexe Textilien. Unter der Annahme, dass die Zusammensetzung der Textilien ohne Label jener mit Label entspricht, setzte sich die Ware in den untersuchten Altkleidersammelcontainern zu 40 % aus überwiegend baumwollhaltigen Materialien, zu 21 % aus komplexen Textilien, zu 16 % aus Schuhen und sonstigen Nicht-Textilien, zu 12 % aus überwiegend polyesterhaltigen Materialien und zu 11 % aus sonstigen Textilien zusammen. Das bedeutet, dass in der untersuchten Sammelware der Anteil an Polyester bedeutend geringer war als in der globalen Faserproduktion.

Ob ein ähnliches Ergebnis auch bei größer angelegten Textilsortierkampagnen erzielt werden kann, ist nicht nur Gegenstand aktueller Untersuchungen, sondern soll in Zukunft auch noch weiter forciert werden, um ein flächendeckendes Bild für möglichst viele Regionen in Österreich zeichnen zu können. Außerdem muss die Analyse mehr ins Detail gehen. Dann erst ist es möglich, das Potenzial an Alttextilien vor allem für das Recycling in Österreich darzustellen. Dies wiederum ist die Voraussetzung für die Planung von Sortieranlagen sowie die Entwicklung mechanischer und vor allem chemisch-physikalischer Verfahren zur Abtrennung von Störstoffen in grundsätzlich recyclingfähigen Textilien.

Schlüsselwörter Textilien · Textilabfälle · Alttextilien · Textilzusammensetzung · Kreislaufwirtschaft

Content of polyester in separately collected waste textiles: a pre-investigation from Vienna

Abstract Apparel and home textiles are one of the oldest and most important product categories in human history. Today, textiles are also being discussed in the context of the circular economy. However, in order to promote circular

economy solutions for textiles such as reuse and particularly material recycling, it is necessary to determine the composition of textiles. This article provides a pilot analysis of the composition of separately collected textiles in Vienna. The focus is on apparel and home textiles, and here again on the most important fibre materials for these, namely cotton and polyester. In total, 220 kg of separately collected textiles, acquired from the public waste operator of Vienna, MA 48, were analysed based on the fibre material content and composition information found at the labels of the textiles.

The results show that the waste textiles consisted mainly of textiles, and to a small extent of shoes and other products. The most important material of textiles was cotton, which was found in quantities three times higher than polyester. Since a large fraction of textiles did not contain labels, it was assumed for the calculation of the total composition of the sampled quantity that the fibre materials used for textiles with label is equivalent to these without label. Under this assumption, the separately collected material consisted of 40% of predominantly cotton-based fibre, 21% complex textiles of more than two fibre materials, 16% shoes and other no-textiles such as leather products, 12% predominantly polyester-based fibre, and 11% other textiles. These figures are in contrast to international production numbers of textiles, where polyester is more than two times more relevant than polyester.

The results show that there is a large potential in waste textiles not only for reuse, but also for recycling in case that reuse is not feasible. This particularly counts for cotton. However, more waste textile sampling campaigns as the one carried out in this study should be conducted, considering also other waste streams that contain waste textiles, such as mixed municipal solid wastes from households, but also covering more areas in Vienna and Aus-

Ass. Prof. DI Dr. J. Lederer (✉) ·
 DI W. Ipsmiller, BSc · DI P. Kählig, BSc ·
 DI Dr. A. Bartl
 Christian Doppler Labor für
 Recyclingbasierte Kreislaufwirtschaft,
 Institut für Verfahrenstechnik,
 Umwelttechnik und Technische
 Biowissenschaften, Technische
 Universität Wien, Getreidemarkt
 9/166.1, 1060 Wien, Österreich
jakob.lederer@tuwien.ac.at

tria. Furthermore, the analysis has to go more into detail. Based on these data, manual, mechanical, and chemical treatment processes of textiles for their reuse and recycling can be designed.

Keywords Textiles · Second hand textiles · Textile waste · Textile composition · Circular economy

1 Die zunehmende Bedeutung von Textilien in der Kreislaufwirtschaft

Textilien, insbesondere Bekleidungs- und Heimtextilien, sind eine der ältesten und wichtigsten Produkte der Menschheitsgeschichte. So wurden die ältesten Funde im heutigen Georgien auf ein Alter von 30.000 Jahre datiert (Kvavadze et al. 2009). Seitdem haben Bekleidungs- und Heimtextilien menschliche Gesellschaften auf allen Kontinenten der Erde maßgeblich geprägt (Wilson 2021). Daher ist es kaum verwunderlich, dass Bekleidungs- und Heimtextilien so viele Assoziationen wecken und mit einer solchen Anzahl an Attributen versehen werden. So wurden sie im Laufe der Zeit sowohl mit der Besiedelung gemäßigter und kalter Klimate, als auch mit der Globalisierung des Handels, mit kolonialen und imperialen Bestrebungen von Großmächten, oder der Industrialisierung moderner Gesellschaften in Verbindung gebracht (Lederer und Bartl 2024). Seit einigen Jahren sind die Diskurse um Bekleidungs- und Heimtextilien um eine Facette reicher: die der Kreislaufwirtschaft

(Ellen MacArthur Foundation 2023). Ein wichtiger Aspekt im Rahmen der Kreislaufwirtschaft von Bekleidungs- und Heimtextilien wird mit dem Begriff *Fast Fashion* bezeichnet. Bekleidungs- und Heimtextilien werden durch die zunehmende Dominanz günstiger Kunststofffasern, vor allem Polyester (kurz PET) als Produkt billiger. Dies führt zu immer höheren Materialumsatzraten und immer kürzeren Lebensdauern der Bekleidungs- und Heimtextilprodukte (Stanes und Gibson 2017). Demgegenüber stagniert die Produktionsmenge von – laut Stanes und Gibson (2017) – besser wiederverwendbaren sowie leichter recycelbaren, aber teureren Naturfasern wie Baumwolle bzw. Cotton (kurz CO). Das bedeutet, dass der Anteil von Baumwolle in der globalen Faserproduktion abnimmt, während jener von Polyester stark zunimmt. Diese Entwicklung wird auch durch Abb. 1 verdeutlicht.

Auswege aus diesem Dilemma sind, im Sinne der Europäischen Abfallhierarchie, zunächst die Reduktion des Konsums von Bekleidungs- und Heimtextilien auf das für ein gutes Leben notwendige Maß. Hier sind nach Freudenreich und Schaltegger (2020) vor allem wohlhabende Personen und Gesellschaften mit hohem Materialverbrauch gefordert. Dies fällt jedoch in den Pre-Consumer-Bereich und nicht in den Post-Consumer- beziehungsweise den Abfallbereich. Wichtige Maßnahmen im Post-Consumer- beziehungsweise Abfallbereich sind die Wiederverwendung (Re-Use oder Reuse) und die hochwertige stoffliche Verwertung (Recy-

cling) von Bekleidungs- und Heimtextilabfällen. Insbesondere letztere setzt ein gewisses Maß an materieller Homogenität voraus (Lederer und Bartl 2024), vor allem, wenn ein hochwertiges Faser-zu-Faser-Recycling umgesetzt werden soll (Tischberger-Aldrian et al. 2023). Aus diesem Grund ist eine genaue Kenntnis über den Anteil und die Zusammensetzung von Bekleidungs- und Heimtextilabfällen in der Altkleidersammlung notwendig. Da es jedoch noch oft an diesen Informationen mangelt, versucht dieser Beitrag, sich dem Thema auf explorative Weise anzunähern. Dafür wurde eine Sortieranalyse mit Ware aus der Altkleidersammlung in Wien durchgeführt, wobei der Fokus auf Polyester und Baumwolle lag.

2 Methodik

2.1 Allgemein

Der Fokus der in diesem Beitrag dargestellten Untersuchung liegt auf Bekleidungs- und Heimtextilien. Wenn fortan von Alttextilien die Rede ist, so sind damit also insbesondere Bekleidungs- und Heimtextilien gemeint. Technische Textilien wie Bau- und Geotextilien werden nicht betrachtet, ebenso wie Pre-Consumer Textilien, etwa aus der Produktion. Weiters liegt der Fokus auf Textilattributen, welche die stoffliche Verwertung von Alttextilien und Textilabfällen maßgeblich beeinflussen können. In erster Linie sind das die Materialien, aus denen Alttextilien und Textilabfälle hauptsächlich bestehen, nämlich die für die Herstel-

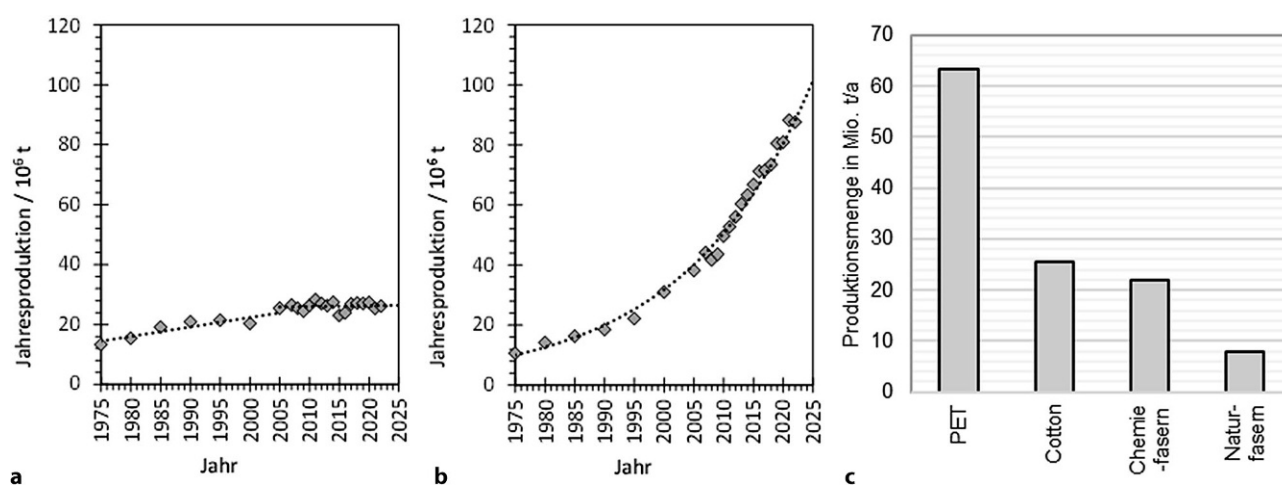


Abb. 1 Weltweite Produktionsmenge von Baumwolle (a) und Chemiefasern (b) von 1975 bis 2022 basierend auf IVC (2023) und Anteil von Materialien an der weltweiten Textilfaserproduktion 2022 (c) basierend auf Textile Exchange (2023). (Darstellung basierend auf Lederer und Bartl 2024)



Abb. 2 Typischer Altkleidersammelcontainer der MA 48 am Mistplatz. (Foto © Stadt Wien, Magistratsabteilung MA 48 – Abfallwirtschaft, Straßenreinigung und Fuhrpark)



Abb. 3 Ware aus vier Altkleidersammelcontainern der MA 48 vom Mistplatz Favoriten. (Foto © Pablo Kählig und Wolfgang Ipsmiller)

lung verwendeten Fasermaterialien. Die entsprechenden Informationen dazu ergeben sich aus dem bisherigen Stand des Wissens, zu welchem einige der Autoren dieses Artikels maßgeblich beigetragen haben, wie eine kurze Auswahl an Literatur zeigt (Bartl 2019, 2020; Boschmeier et al. 2023a, 2023b; Ipsmiller et al. 2019; Kählig et al. 2023; Lederer und Bartl 2024; Piribauer und Bartl 2019; Piribauer et al. 2021). Es sei an dieser Stelle auch erwähnt, dass mit stofflicher Verwertung hauptsächlich das Faser-zu-Faser-Recycling gemeint ist, da es sich dabei um ein hochwertiges Recycling und nicht um Downcycling handelt. Ein Beispiel für Letzteres wäre das Verarbeiten von Alttextilien zu Reinigungstextilien wie Putzketzen.

Ein Überblick über verschiedene Recyclingtechnologien für Textilabfälle findet sich in der zuvor zitierten Literatur, insbesondere in Bartl (2019).

2.2 Probenahme

Die Probenahme der später analysierten Proben aus der Altkleidersammlung fand im Herbst 2021 am Mistplatz der MA 48 in Wien Favoriten statt. An diesem Mistplatz sind vier Container für Altkleider platziert (Abb. 2). Von jedem Container wurde, sobald er voll war, die gesamte Ware entnommen und in die von der TU Wien verwendete Sortierhalle der MA 48 gebracht (Abb. 3). Dort wurde die Ware gewogen und anschließend sortiert. Die Gesamtmasse der

so genommenen Proben betrug rund 220 kg.

Abb. 3 zeigt die Sammelware aus den Altkleidercontainern vom Mistplatz Favoriten. Diese wurden dankenswerterweise von der MA 48 direkt in die Sortierhalle zur weiteren Sortierung und Charakterisierung geliefert.

2.3 Sortieranalyse

Mithilfe von Sortieranalysen kann die Zusammensetzung von Alttextilien zum Teil bestimmt werden. Zum Teil deswegen, weil Einschränkungen existieren, vor allem aus zwei Gründen: Erstens kann es sein, dass das Label, aus welchen die Zusammensetzung des Textils normalerweise abgelesen werden kann, nicht die notwendige Information enthält. Das liegt häufig an fehlenden Labels. Diese können sowohl grundsätzlich nicht enthalten als auch von den Konsumentinnen und Konsumenten entfernt worden sein. Ein typisches Beispiel für Textilien ohne Label sind Heimtextilien, ein Beispiel für Textilien, bei denen das Label entfernt wurde, ist Baby- und Kinderkleidung. Bei besonders alten Textilien sind teilweise noch Labels vorhanden, diese sind jedoch manchmal aufgrund vieler Waschgänge nicht mehr lesbar. Diese Stücke werden separat ausgewiesen (Ohne Label). Zweitens sind Angaben zur Zusammensetzung oft fehlerbehaftet. Ein T-Shirt mit der Angabe 100 % Baumwolle etwa besitzt oft ein Nähgarn aus Polyester. Diese Information ist jedoch nicht im Label enthalten. Wenn die Zusammensetzung des Textils nicht bekannt ist, kann versucht werden, durch sensorbasierte oder chemisch-physikalische Analyse die tatsächliche Zusammensetzung zu bestimmen, wie etwa Stipanovic et al. (2024) für Textilien allgemein oder Boschmeier et al. (2023a) für Elastan in Textilien zeigt. Im vorliegenden Fall wurde jedoch von diesen Methoden Abstand genommen, da die Probemenge zu groß für solche sehr aufwendigen Analysen war.

Die Sortieranalyse folgte einem definierten Schema – zunächst wurden alle Proben getrocknet. Da das Material jedoch augenscheinlich und sensorisch sehr trocken war, wurde der Wassergehalt nicht bestimmt und das Material nach dem Trocknen gewogen. Dann wurde es in verschiedenen Ebenen sortiert. Die erste Ebene, nach der sortiert wurde, unterschied die Inhalte der Altkleidercontainer danach, um welches



Abb. 4 Links oben: Beispiele für sortierte Fraktionen aus dem Altkleidercontainer der MA 48 mit Ein- und Zweifasermaterial, rechts oben: komplexe Textilien, unten: Nicht-Textilien wie Gürtel und Taschen. (Foto © Pablo Kählig und Wolfgang Ipsmiller)

Produkt es sich handelte (Bekleidungs- und Heimtextilien, Schuhe, sonstige Produkte inkl. Kunststoffbeutel). Anschließend, in der zweiten Sortierebene, wurde die Zusammensetzung nur der Textilfraktion entsprechend der Labelinformationen bestimmt. Aus letzterer kann etwa ermittelt werden, wie viel Polyester, Baumwolle und sonstige Materialien sich in den betrachteten Alttextilien befinden. Dies zeigen beispielsweise ausgewählte Sortierfraktionen, wie sie in Abb. 4 dargestellt sind. Eigene Kategorien bildeten dabei zum einen komplexe Textilien, welche aus mehr als zwei Fasermaterialien bestanden. Zusätzlich besaßen diese oft Aufnäher und sonstige Accessoires. Zum anderen wurden auch Textilien ohne Label getrennt betrachtet. Letztere wurden im nächsten Schritt, also der dritten Sortierebene, weggelassen, sodass sich die Zusammensetzung aller bekannten Alttextilien mit Label ergab. Im letzten Schritt wurde unter der Annahme, dass die Zusammensetzung der Alttextilien ohne Label jener mit Label entsprach, die Zusammensetzung des gesamten Inhalts der untersuchten Altkleidersammelcontainer berechnet. Basierend auf diesen Ergebnissen können in weiterer Folge auch Hochrechnungen durchgeführt werden.

Abb. 4 zeigt beispielhaft drei Fraktionen aus den Altkleidercontainern in der ersten Sortierebene: Ein- und Zweifa-

sermaterial links oben, komplexe Textilien rechts oben, und Nicht-Textilien wie Gürtel und Taschen unten.

3 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Sortieranalysen werden für jede Sortierebene in einem eigenen Unterkapitel dargestellt.

Zusammensetzung der Inhalte der beprobten Altkleidersammelcontainer

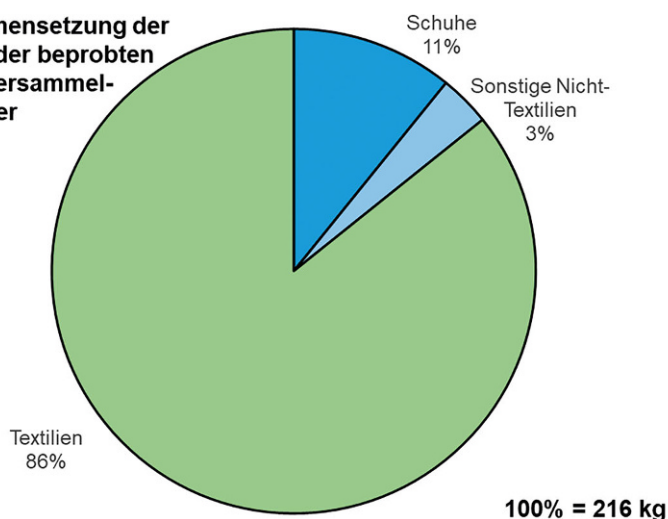


Abb. 5 Grobe Zusammensetzung der Inhalte der beprobten Altkleidersammelcontainer

3.1 Grundlegende Zusammensetzung der Inhalte der Altkleidercontainer

Die grundlegende und sehr grobe Zusammensetzung der Inhalte der analysierten Altkleidercontainer auf Fraktionsebene ist in Abb. 5 dargestellt. Mit 86% dominierten Textilien, also Alttextilien, vor Schuhen mit 11% und sonstigen Nicht-Textilien mit 3%. Es befanden sich also etwa achtmal so viele Alttextilien wie Schuhe in den untersuchten Altkleidercontainern. Im Restmüll in Österreich befanden sich im Jahr 2018/2019 nach Beigl (2020) rund 3,8% Textilien und 1,2% Schuhe. Im Restmüll waren also nur dreimal so viele Alttextilien wie Schuhe. Das bedeutet, dass zumindest zum Zeitpunkt der Untersuchung im betrachteten Sammelgebiet in Favoriten Alttextilien zu einem höheren Anteil getrennt gesammelt wurden als Schuhe. Eine mögliche Erklärung dafür wäre, dass die Nutzerinnen und Nutzer der Altkleidersammlung Textilien als höherwertiger und besser wiederverwendbar einschätzten, als sie dies bei Schuhen tun.

Abb. 5 zeigt die Ergebnisse der Analyse bezüglich der grundlegenden Zusammensetzung in den Altkleidercontainern der MA 48.

3.2 Detaillierte Zusammensetzung der analysierten Alttextilien

In Abb. 6 ist die Zusammensetzung der Textilfraktion, also der analysierten Alttextilien aus den beprobten Altkleidercontainern, dargestellt. Textilien,

Zusammensetzung der analysierten Alttextilien

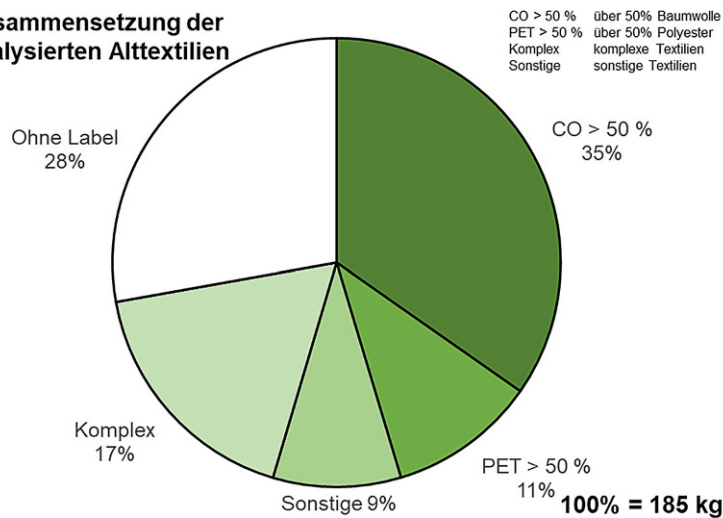


Abb. 6 Zusammensetzung der analysierten Alttextilien aus Altkleidersammelcontainern

Zusammensetzung der analysierten Alttextilien mit Label

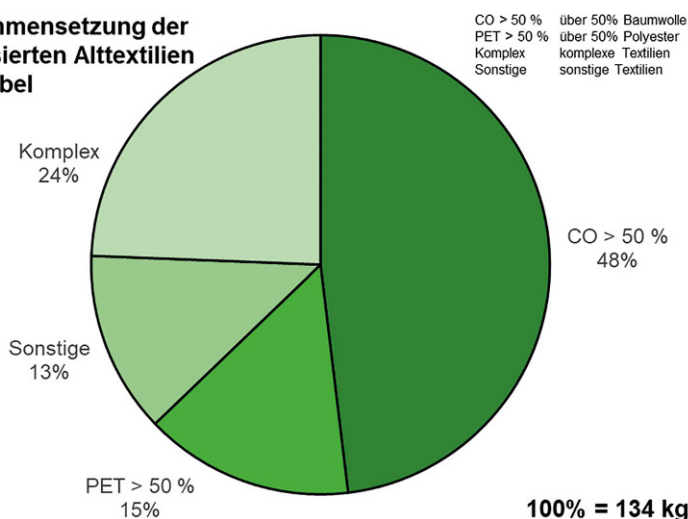


Abb. 7 Zusammensetzung der analysierten Alttextilien mit Label aus Altkleidersammelcontainern

die mehr als 50 % an Baumwolle beinhalteten, waren die größte Fraktion, gefolgt von Textilien ohne Label und komplexen Textilien. Textilien, die zu mehr als 50 % aus Polyester (PET) bestanden sowie sonstige Textilien lagen im hinteren Feld. Das bedeutet, dass in den in dieser Studie beprobten Alttextilien etwas mehr als dreimal so viel Baumwolle wie Polyester enthalten war. Dieses Ergebnis steht in starkem Gegensatz zur globalen Produktion, in welcher zweieinhalbmal so viel Polyester wie Baumwolle produziert wird (siehe Abb. 1). Es wäre nun wünschenswert, diese Ergebnisse mit anderen Studien aus Österreich vergleichen zu können, auch um die Abweichungen

zur globalen Produktion statistisch untermauern zu können. Vergleichsdaten aus anderen Untersuchungen in Österreich oder Wien sind zumindest den Autoren dieses Artikels jedoch nicht bekannt.

Abb. 6 zeigt die Ergebnisse der detaillierten Zusammensetzung der analysierten Alttextilien aus den Altkleidercontainern der MA 48, welche für die Beprobung herangezogen wurden.

Um nun die Zusammensetzung der Alttextilien ohne Label zu ermitteln, bestehen verschiedene Möglichkeiten, wie schon zuvor erwähnt wurde. Eine wichtige Möglichkeit ist die sensorbasierte Charakterisierung, wie sie etwa an der Montanuniversität Leo-

ben durchgeführt wird (Stipanovic et al. 2024; Tischberger-Aldrian et al. 2023). Jedoch ist diese nicht nur aufwendig, sondern auch schwierig durchzuführen, besonders bei heterogenen Textilien. Auch chemische Analysen, wie sie von Boschmeier et al. (2023) durchgeführt wurden, wären möglich. Beides ist jedoch mit sehr großem Aufwand verbunden. Alternativ dazu kann angenommen werden, dass Textilien ohne Label in ihrer Zusammensetzung etwa äquivalenten Textilien mit Label entsprechen. Im vorliegenden Fall wurde dieser Ansatz gewählt. Dafür ist es jedoch notwendig, die Zusammensetzung der Alttextilien mit Label separat zu bestimmen, wie im nächsten Kapitel diskutiert wird.

3.3 Zusammensetzung von Alttextilien mit Label

Die Zusammensetzung der Alttextilien, die ein Label enthielten, wird in Abb. 7 gezeigt. Hier lag der Anteil von überwiegend baumwollhaltigen Textilien bei rund der Hälfte aller Alttextilien. Polyesterhaltige Textilien machten hier nur 15 % aus, komplexe Textilien 24 % und sonstige Textilien 13 %. Wie schon zuvor ist zu erwähnen, dass diese Zusammensetzung sehr stark von bisher bekannten Referenzdaten, etwa der jährlichen globalen Produktionsmenge, abweicht. Es wäre daher zu prüfen, ob diese Abweichung wirklich der Realität entspricht, oder ob etwa in den Textilien ohne Label ein höherer Polyesteranteil vorhanden ist. Zwar wird im Folgenden angenommen, dass die Zusammensetzung der Textilien ohne Label jener mit Label entspricht, wie schon zuvor erwähnt wurde. Trotzdem wäre diese Hypothese mit Verweis auf die zuvor genannten Methoden nach Stipanovic et al. (2024) bzw. Tischberger-Aldrian et al. (2023) für Textilien allgemein oder Boschmeier et al. (2023) zu prüfen. Zu einem gewissen Zeitpunkt werden solche Analysen zweifelsohne notwendig sein, insbesondere wenn es darum geht, manuelle, mechanische und chemisch-physikalische oder gar biochemische Aufbereitungsmethoden für Alttextilien zu entwickeln.

Abb. 7 zeigt die Zusammensetzung der Alttextilien mit Label. Alttextilien ohne Label wurden hier nicht berücksichtigt.

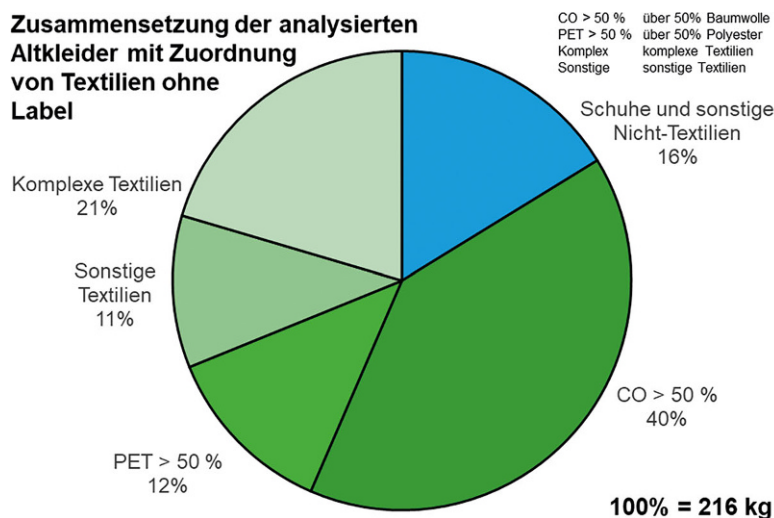


Abb. 8 Berechnete Zusammensetzung der beprobten Altkleidersammelcontainer inkl. Zuordnung der Textilien ohne Label entsprechend der Zusammensetzung der Textilien mit Label

3.4 Zusammensetzung der Sammelware der beprobten Altkleidercontainer

Nimmt man an, dass Textilien ohne Label in ihrer Zusammensetzung jener mit Label ähneln, so kann die gesamte Zusammensetzung der Altkleidercontainer ermittelt werden. Das Ergebnis dazu ist in Abb. 8 dargestellt.

Basierend auf diesen Zahlen können auch Hochrechnungen durchgeführt werden. Nimmt man etwa an, dass alle getrennt gesammelten Alttextilien in Wien im Jahr 2020 in ihrer Zusammensetzung jener aus der hier beschriebenen Momentaufnahme in Favoriten entsprechen, so dürften rund 2200 t an Baumwolle und 660 t an Polyester über die Altkleidersammlung getrennt gesammelt werden. In Österreich, wo laut Textilbericht des Umweltbundesamtes im Jahr 2018 rund 44.000 t über die Altkleidersammlung getrennt gesammelt wurden, würden dies insgesamt 17.600 t Baumwolle und 5280 t an Polyester bedeuten (Bernhardt et al. 2022). Eben dieser Bericht gibt auch Aufschluss, was mit diesen Textilien und den enthaltenen Materialien passiert. Im Jahr 2018 ging man noch davon aus, dass etwas weniger als 60 % der getrennt gesammelten Alttextilien aus Österreich zur Sortierung, Vorbereitung zur Wiederverwendung, Wiederverwendung, stofflichen und thermischen Verwertung sowie Entsorgung exportiert wurden. Laut aktuellem Statusbericht des Bundesministeriums für Klimaschutz,

Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) wurden im Jahr 2022 bereits etwas unter 90 % der getrennt gesammelten Altkleider exportiert (BMK 2024). Dies bedeutet eine massive Steigerung um etwa die Hälfte innerhalb von vier Jahren. Welche Konsequenzen sich daraus für Wiederverwendung und insbesondere auch das stoffliche Recycling ergeben, muss natürlich untersucht werden. Fest steht jedoch, dass sich größere Anlagen zur Sortierung von Alttextilien und insbesondere auch zur mechanischen und chemisch-physikalischen Aufbereitung von nicht wiederverwendbaren Alttextilien für das Recycling in Österreich bei derartig hohen Exportmengen nicht rentieren werden.

Abb. 8 zeigt die berechnete Zusammensetzung der beprobten Altkleidercontainer der MA 48.

4 Fazit

Das Potenzial für höhere Wiederverwendung und stoffliche Verwertung von Alttextilien ist groß. Insbesondere der hohe Anteil an Baumwolle ist für hochwertiges Faser-zu-Faser-Recycling von Bedeutung und vorteilhaft, da es etwa mit dem Refibra™-Prozess der Lenzing AG bereits einen etablierten Recyclingprozess gibt (Lenzing AG 2017). Auch für Polyester existieren Faser-zu-Faser-Recyclingprozesse. Jedoch ist hier das Mengenpotenzial, zumindest in den untersuchten Altkleidercontainern, weitaus geringer. Ob gleiches

auch für andere Regionen in Österreich gilt ist ebenso zu untersuchen wie die Frage, ob auch im Restmüll bedeutende Mengenpotenziale schlummern. Um letztere jedoch anzuzapfen sind Maßnahmen im Bereich der getrennten Sammlung von Alttextilien zur Erhöhung des getrennten Erfassungsgrads notwendig. Denn bei höheren Sammelmengen rentiert sich auch der Aufbau einer großflächigen manuell-automatisierten Sortierung sowie einer chemischen Aufbereitung in Österreich. In diesem Fall muss jedoch auch die derzeitige Praxis des überwiegenden Exports der getrennt gesammelten Altkleider hinterfragt werden.

Danksagung Wir bedanken uns für die Bereitstellung von Probematerialien und Daten durch die Magistratsabteilung MA 48 – Abfallwirtschaft, Straßenreinigung und Fuhrpark. Bei der Sortieranalyse wurden wir von Herrn Rida Jbr unterstützt, wofür wir sehr dankbar sind.

Förderung Der vorliegende Beitrag entstand im Rahmen der Forschungsinitiative „Christian Doppler Labor für Recyclingbasierte Kreislaufwirtschaft“ am Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften der TU Wien. Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung durch das Bundesministerium für Arbeit und Wirtschaft, die Nationalstiftung für Forschung, Technologie und Entwicklung und die Christian Doppler Forschungsgesellschaft. Gleichzeitig bedanken wir uns bei unseren Unternehmenspartnern: Abfallbehandlung Ahrental GmbH, Altstoffrecycling Austria AG, Brantner Österreich GmbH, Holding Graz – Kommunale Dienstleistungen GmbH, Lenzing AG, Linz Service GmbH (eine Tochter der Linz AG), Mayer-Melnhof Board & Paper, OMV Downstream GmbH, Wien Energie GmbH und Wopfinger Transportbeton Ges.m.b.H. Die Open-Access-Publikation dieses Artikels wurde durch die Bibliothek der Technischen Universität Wien ermöglicht.

Funding Open access funding provided by TU Wien (TUW).

Open Access Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und

Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unter-

liegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwil-

ligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>. ■

Literatur

- Bartl, A. (2019):** Chapter 16—End-of-Life Textiles. In T. M. Letcher & D. A. Vallero (Eds.), *Waste (Second Edition)* (pp. 323–336). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815060-3.00016-5>
- Bartl, A. (2020):** Chapter 10—Textiles production and end-of-life management options. In T. M. Letcher (Ed.), *Plastic Waste and Recycling* (pp. 251–279). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817880-5.00010-4>
- Beigl, P. (2020):** Auswertung der Restmüllzusammensetzung in Österreich 2018/2019. Institut für Abfallwirtschaft, Universität für Bodenkultur, Wien.
- Bernhardt, A., Brandstätter, C., Karigl, B., Neubauer, C., Stoifl, B., & Eygen, E. V. (2022):** *Aufkommen und Behandlung von Textilabfällen in Österreich*.
- BMK (2024):** *Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich – Statusbericht 2024 für das Referenzjahr 2022*. Wien
- Boschmeier, E., Archodoulaki, V.-M., Schwaighofer, A., Lendl, B., & Bartl, A. (2023a):** A novel quantification tool for elastane in textiles using thermal treatment. *Polymer Testing*, 118, 107920. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2022.107920>
- Boschmeier, E., Archodoulaki, V.-M., Schwaighofer, A., Lendl, B., Ipsmiller, W., & Bartl, A. (2023b):** New separation process for elastane from polyester/elastane and polyamide/elastane textile waste. *Resources, Conservation and Recycling*, 198, 107215. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107215>
- Freudenreich, B., & Schaltegger, S. (2020):** Developing sufficiency-oriented offerings for clothing users: Business approaches to support consumption reduction. *Journal of Cleaner Production*, 247, 119589. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119589>
- Ipsmiller, W., Piribauer, B., Vecchiato, S., Bartl, A., Gübitz, G., & Ruppert, G. (2019):** Circular economy solution for flame-retardant protective clothing. *Technical Textiles*, 62, 185–188.
- IVC (2023):** *Chemical fiber production worldwide from 2000 to 2022, by fiber type*. Industrievereinigung Chemiefaser. <https://www.statista.com/statistics/271651/global-production-of-the-chemical-fiber-industry/>
- Kählig, P., Ipsmiller, W., Bartl, A., & Lederer, J. (2023):** *Composition of textile waste in Vienna Sardinia 2023 19th International Symposium on Waste management and Sustainable landfilling*, Santa Margherita di Pula.
- Kvavadze, E., Bar-Yosef, O., Belfer-Cohen, A., Boaretto, E., Jakeli, N., Matskevich, Z., & Meshveliani, T. (2009):** 30,000-Year-Old Wild Flax Fibers. *Science*, 325(5946), 1359–1359. <https://doi.org/10.1126/science.1175404>
- Lederer, J., & Bartl, A. (2024):** Textilien und nachhaltige Entwicklungsziele. *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft*. <https://doi.org/10.1007/s00506-024-01033-8>
- Lenzing AG. (2017):** *Refibra™ Faser – Lenzings Beitrag zur Kreislaufwirtschaft in der Modebranche*. Lenzing AG. Retrieved 16.07.2019 from <https://www.lenzing.com/de/newsroom/pressemitteilungen/pressemitteilung/article/news/detail/refibratm-faser-lenzings-beitrag-zur-kreislaufwir/>
- Ellen MacArthur Foundation. (2023):** *Redesigning the future of fashion*. Ellen MacArthur Foundation. Ellen MacArthur Foundation
- Piribauer, B., & Bartl, A. (2019):** Textile recycling processes, state of the art and current developments: A mini review. *Waste Management & Research*, 37(2), 112–119. <https://doi.org/10.1177/0734242x18819277>
- Piribauer, B., Bartl, A., & Ipsmiller, W. (2021):** Enzymatic textile recycling – best practices and outlook. *Waste Management & Research*, 39(10), 1277–1290. <https://doi.org/10.1177/0734242x211029167>
- Stanes, E., & Gibson, C. (2017):** Materials that linger: An embodied geography of polyester clothes. *Geoforum*, 85, 27–36. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2017.07.006>
- Stipanovic, H., Baeck, T., & Tischberger-Aldrian, A. (2024, 15.–16.02.2024):** Identifizierung von Post-Consumer-Textilien mittels NIR-Spektroskopie. 13. DGAW Wissenschaftskongress Abfall- und Ressourcenwirtschaft, Technische Universität Wien.
- Textile Exchange. (2023):** *Materials Market Report* Textile Exchange. <https://textileexchange.org/knowledge-center/reports/materials-market-report-2023/>
- Tischberger-Aldrian, A., Stipanovic, H., Kuhn, N., Bäck, T., Schwartz, D., & Koinig, G. (2023):** Automatisierte Textilsortierung – Status quo, Herausforderungen und Perspektiven. *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft*. <https://doi.org/10.1007/s00506-023-01004-5>
- Wilson, K. (2021):** *A history of textiles*. Routledge.

Hinweis des Verlags Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.