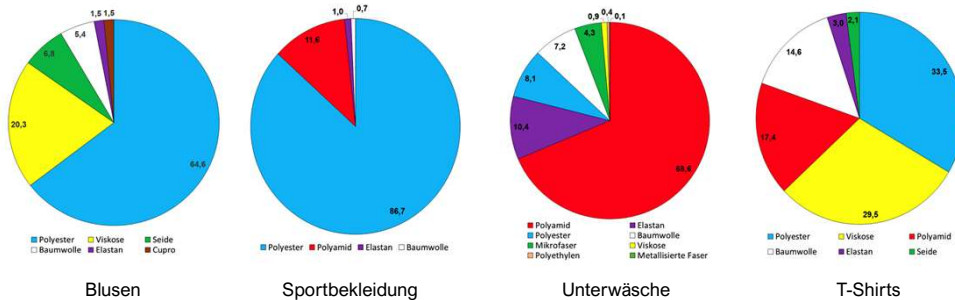


Motivation, Zusammensetzung der Altkleider

Neben der Rückgewinnung von Kunststoffen aus Verpackungsmaterial und Altgeräten bietet die Verwertung von in Textilien verwendeten organischen Polymeren eine interessante Alternative zur Schließung von Stoffkreisläufen. Im Gegensatz zu Kunststoffen, Pappe/Papier und Altmittel, wo bereits ein kommunal organisiertes Recycling etabliert ist, werden Alttextilien oder Produktionsabfälle aus der Textilindustrie nur begrenzt verwertet. Da die in den Textilien verarbeiteten organischen Polymere nicht zurückgewonnen werden, sind die Stoffkreisläufe nicht geschlossen und es werden wertvolle Ressourcen verschenkt. Das Ziel des Vorhabens bestand deshalb darin, Möglichkeiten für das Recycling von Alttextilien und Produktionsabfällen aus der Textilindustrie zu erschließen. Die Musterproben aus einer Altkleidersammelstelle wurden auf der Basis der Kleideretikettierung nachsortiert und die Zusammensetzung der Chargen bestimmt. Nicht identifizierbare Kleidungsstücke wurden aussortiert oder mit INC-eigenen Charakterisierungsmethoden für Polymere zugeordnet, so dass letztendlich repräsentative Chargen für die weiteren Untersuchungen zur Verfügung standen.



Polymer	Blusen	Sportbekleidung	Unterwäsche	T-Shirts
Polyester	65 %	87 %	8 %	34 %
Polyamid		12 %	69 %	17 %
Viskose	29 %		1 %	39 %
Seide	7 %			2 %
Mikrofaser			4 %	
Baumwolle	6 %	1 %	7 %	15 %
Polyurethan	1 %	1 %	10 %	3 %
Cupro	1 %			

Aufgrund der komplexen Zusammensetzung der einzelnen primären Sortierungen in Altkleidersammelstellen ist eine direkte Aufarbeitung schwierig.

Deshalb wurden im Folgenden die Arbeiten auf spezifische Abfälle (z.B. OP-Bekleidung) oder auf Produktionsreste, deren Zusammensetzung bekannt ist, fokussiert. Außerdem sollten die Materialien aus wenigen (möglichst nur zwei) Polymeren bestehen.

Aufarbeitung, Löslichkeitsmatrix, geeignete Materialien

Es wurde eine Löslichkeitsmatrix erstellt, auf deren Basis geeignete Aufarbeitungsstrategien abgeleitet werden können.

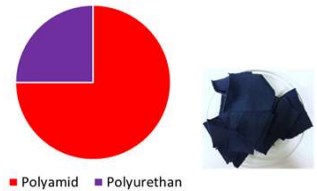
Lösemittel	Dimethylsulfoxid	Ethylen-glycol	Dimethyl-formamid	Toluol	Tetrachlor-ethylen	Benzylalkohol
Kürzel	DMSO	EG	DMF	Toluol	PER	BA
Siedepunkt	189 °C	197 °C	153 °C	111 °C	121 °C	206 °C
Polyethylen	-	-	-	90 °C	90 °C	-
Polyamid	135 °C	135 °C	-	-	-	125 °C
Polyester	170 °C	-	-	-	-	160 °C
Polyurethan	110 °C	170 °C*	25 °C	-	-	130 °C
Baumwolle	-	-	-	-	-	-

* partielle Lösung

Als aussichtsreich wurden die OP-Bekleidung und die Rohware aus der Herstellung von Unterwäsche eingestuft.

Die gebrauchte OP-Kleidung zeichnet sich dadurch aus, dass sie in großen Mengen und in einheitlicher Zusammensetzung verfügbar ist. Sie besteht im Wesentlichen (> 95 %) aus Polyester. Sie wird nach dem Waschen vor dem Zurückführen in die Nutzung aufgrund von mechanischem Verschleiß und anderen gebrauchsmindernden Eigenschaften aussortiert. Sie ist desinfiziert, frei von Schmutz und trocken und kann demzufolge direkt zur Gewinnung von Polyester eingesetzt werden.

Die Rohware (Verschnitt) aus der Herstellung von Unterwäsche enthält signifikante Mengen an **Polyurethan**, das unter moderaten Bedingungen gewonnen werden kann. Alternativ kann durch Heißextraktion auch das **Polyamid** gewonnen werden.



Zusammensetzung des Verschnitts aus der Unterwäscheherstellung

Technologie, bench-scale-Anordnung, kleintechnische Erprobung

Bench-scale-Anordnung

Käfig: Form: Hexagonal
Höhe: 9 cm
Durchmesser: 9 cm
Volumen: 473 cm³
befüllbar mit ca. 200 g Stoff
drehbar im Reaktor



Reaktor: Form: zylindrisch
Höhe: 25 cm
Durchmesser: 10 cm
Volumen: 1963 cm³
mit Deckel



Klein-technische Anlage



OP-Kleidung zur Entsorgung



Polymer im Reaktor

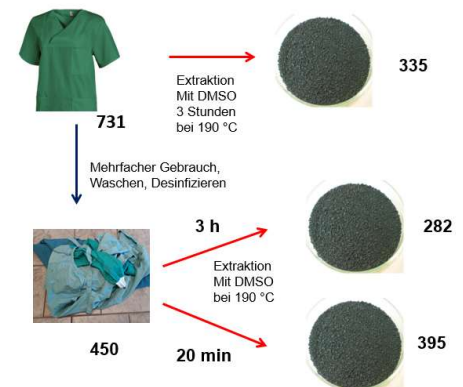


Formkörper aus dem 3D-Druck

Die OP-Kleidung wurde in einem rotierenden Käfig vorgelegt und dieser in einem Metallreaktor, der zu 50 % mit Lösemittel gefüllt ist, aufgeheizt. Das Zielpolymer löst sich und die Reststoffe verbleiben im Käfig, der vor dem Abkühlen aus der Lösung gezogen wird. Das Polymer erhält man durch Destillieren des Lösemittels (DMSO).

Änderung der Kettenlänge

Um die Wiederverwendbarkeit als Polymerfaser zu prüfen, wurden von einem Analysenlabor die spezifischen Viskositäten (SV-DCE-Wert) nach ASTM D 4603 als Maß für das Molekulargewicht bzw. die Kettenlänge der Polymere bestimmt.



Zusammenfassung

Polyester kann aus gebrauchter OP-Kleidung durch Extraktion mit Dimethylsulfoxid gewonnen werden. Aufgrund der Verringerung der Kettenlänge der Polymere sowohl beim Tragen und Waschen/Reinigen sowie bei der Aufarbeitung ist eine Wiederverwendung als Faser nur eingeschränkt möglich. Die Verarbeitbarkeit der Materialien durch 3D-Druck eröffnet neue Applikationsmöglichkeiten. Bei einer entsprechenden Grundmatrix (nur zwei Polymere) können auch Polyamid und Polyurethan aus dem Verschnitt der Unterwäscheherstellung wiedergewonnen werden.

Projektpartner*

INDUCON Dichtungstechnik
Anlagenbau GmbH



Förderung

ZIM-Förderkennzeichen: KK5004101TA0



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie