

REZYKLATE NACHWEISEN AM TEXTILEN ENDPRODUKT

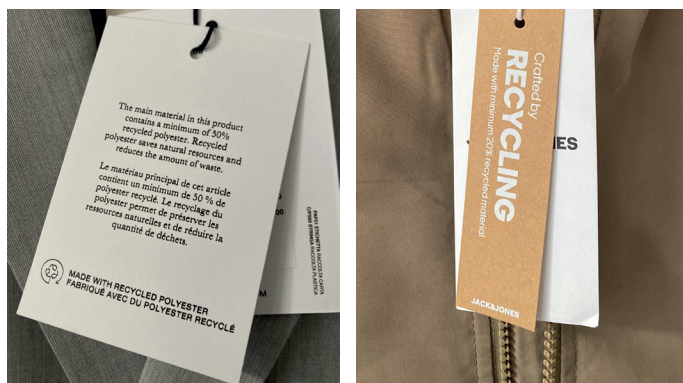
März 2025

Im Rahmen der EU-Textil-Strategie sowie der europäischen Ökodesign-Verordnung wird intensiv über eine Mindestzyklat-Quote für Konsumtextilien und Bekleidung diskutiert. Immer öfter finden Verbraucherinnen und Verbraucher Produkte, die die Zusatzinformation „enthält recyceltes Material“ sichtbar am Hang-Tag tragen und auf diese Weise als nachhaltig beworben werden. In diesem Zusammenhang wird es künftig notwendig sein, Produktaussagen – zum Beispiel zum Rezyklatanteil – zu verifizieren. Es stellt sich die zentrale Frage, ob ausgelobte Rezyklatanteile in einem Textil- oder Bekleidungsprodukt tatsächlich zuverlässig nachgewiesen werden können.

Der Gesamtverband textil+mode sowie das Forschungskuratorium Textil haben diese Frage gemeinsam mit ihrem Forschungs- und Entwicklungsnetzwerk untersucht und sich dabei auf die beiden wesentlich vorkommenden Materialkomponenten rezyklierte Baumwolle und rezykliertes Polyester (rPET), sowohl in Reinform als auch in Mischungen miteinander konzentriert. Die Projektteams wollten methodische Ansätze identifizieren, die geeignet sind bzw. weiterentwickelt werden müssen, um Rezyklate in Textilien künftig kosteneffizient und zuverlässig nachweisen zu können. Auch eventuelle Herausforderungen sollten dargestellt werden.

Testreihe – Prüfmethoden und Bewertung

Jedem Forschungspartner wurden die gleichen Materialproben zur Verfügung gestellt, um zu prüfen, ob die ausgelobten Rezyklatanteile darin nachgewiesen werden können. Es handelte sich um verschiedene Bekleidungsprodukte mit unterschiedlichen Anteilen an Baumwolle und Polyester, beides sowohl rezykliert als auch in seiner Virgin-Variante. Da jeder Partner auf seine eigenen Analysemethoden spezialisiert ist, sollte je nach Forschungsschwerpunkt herausgefunden werden, welche Techniken am besten geeignet sind, Rezyklatanteile in Textilien nachzuweisen. Wichtige Aspekte waren neben der technischen Umsetzbarkeit auch der notwendige Zeitaufwand sowie die Kosten für eine solche Untersuchung.

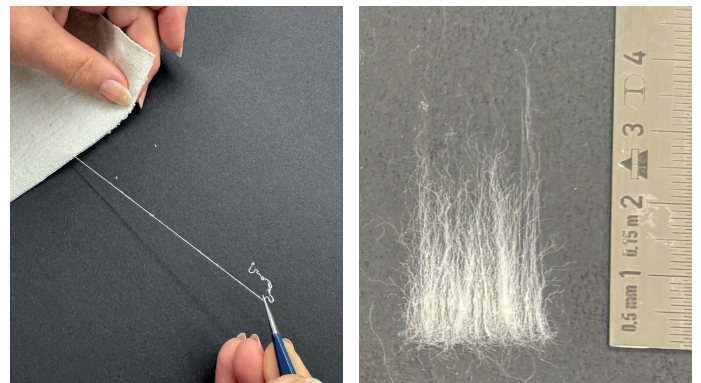


Ausgelobte Rezyklate an Hang-Tags, Fotos: textil+mode

Alle Verfahren, die im Test genutzt wurden, um Virgin- und Rezyklat-Materialien zu unterscheiden, sind aktuell sehr kostenintensiv und im kommerziellen Bereich daher nicht wirtschaftlich nutzbar.

Dazu kommt: Bei sehr heterogenen Materialkompositionen, wie sie bei diversen Produkttypen vorkommen, lässt sich kaum eine standardisierte Prüfmethode anwenden. Der individuelle Testaufwand wird dadurch deutlich erhöht.

Die Identifizierung von rezykliertem Polyester (Ursprung aus rezykliertem PET-Granulat), funktioniert bereits gut; jedoch kann der prozentuale Anteil nicht eindeutig ermittelt werden. Zur Identifikation von mechanisch rezyklierten Polyesterfasern gibt es aktuell hingegen keine Referenzen oder Forschungsergebnisse.



Herausnahme von Garnen zur Testung (l.), Faserstapel mit Rezyklaten (r.), Fotos: DITF

Rezyklierte Baumwolle zu erkennen, ist weitaus komplizierter. Die Unterschiede zwischen einer Frischfaser und einer mechanisch aufbereiteten rezyklierten Baumwollfaser sind kaum nachweisbar. Lediglich die Faserlänge könnte beispielsweise mit einem Verfahren wie der Rasterelektronenmikroskopie analysiert werden, ist aber ein relativ ungenaues Indiz. Auch hier muss bei Mischgeweben eine Kombination aus unterschiedlichen Prüfmethoden angewendet werden und es gibt kaum standardisierte Referenzwerte um rezyklierte Baumwolle zu charakterisieren.

In der Betrachtung ausgeklammert ist die Nachweisführung von Rezyklaten zellulosischen Ursprungs (z. B. aus Baumwolle) für die Herstellung von Regeneratfasern im chemischen Recyclingprozess. Dennoch ist es wichtig, diesen Aspekt der Vollständigkeit halber zu erwähnen. Rezykliertes Inputmaterial für die Herstellung von Regeneratfasern bedarf einer separaten Untersuchung.

Dimensionen der Nachweisführung

Der Anteil von Rezyklaten kann auf verschiedenen Ebenen und mit unterschiedlichen Methoden untersucht werden. Ob sie tatsächlich nachgewiesen werden können, hängt stark von diesen Faktoren ab.

Je Materialtyp müssen verschiedene Prüfmethoden angewendet werden, für Mischungen sind diese zu kombinieren. Dabei zeigte sich, dass auf allen Ebenen – vom Endprodukt über die Faser bis hin zur Polymerisationsebene – die Nachweisführung aktuell sehr aufwendig ist:

- **Produktebene:** Rezyklate und deren Verteilung auf der Ebene des Endprodukts zu analysieren und eindeutig zu identifizieren, ist aufgrund von Materialmischungen und nachträglichen Bearbeitungen (z. B. Färbung, Ausrüstungen oder Beschichtung) besonders herausfordernd. Die benötigten Prüfmethoden sind nicht nur teuer, sondern auch in ihrer Genauigkeit sehr begrenzt.
- **Faserebene:** Tests wie Rasterelektronenmikroskopie (REM) oder mechanische Analysen liefern zwar nützliche Hinweise auf die Herkunft von Fasern, sind aber ebenfalls mit hohen Kosten und spezifischen Anforderungen verbunden. Sie können aktuell lediglich interpretiert, aber nicht zur eindeutigen Identifikation genutzt werden. Auch lässt sich bei einer mechanisch rezyklierten Baumwolle kein eindeutiger Unterschied zur Frisch-Faser-Baumwolle nachweisen, da die Faserart gleich ist und sich ggf. nur in der Faserlängenverteilung unterscheidet. Die Faserlängenverteilung beschreibt die verschiedenen Längen einzelner Fasern in einem bestimmten Abschnitt bspw. eines versponnenen Garnes.
- **Polymerisationsebene:** Die molekulare Analyse von Textilien bietet wertvolle Einblicke, etwa durch die Bestimmung von Polymerschäden oder chemischen Rückständen. Doch auch hier sind die Verfahren aktuell sehr aufwendig und die Ergebnisse in vielen Fällen ebenfalls nicht eindeutig, insbesondere bei komplexen Rezyklat-Mischungen mit verschiedenen Materialtypen. Der technologische Aufwand steht aktuell in keinem Verhältnis zum Nutzen für die überwiegende Mehrheit der Textilprodukte.

Einfluss fehlerhafter Materialkennzeichnungen auf die Prüfmethoden

Aktuell gibt es im Markt viele Produkte, bei denen die Materialkomposition nicht korrekt ausgelobt ist. Das heißt, sie stimmt nicht mit der tatsächlichen Materialkomposition überein. Wie bereits erwähnt, hängt die anzuwendende Prüfmethode davon ab, welches Material analysiert werden soll. Die Deklaration ist der einzige Referenzwert, um einerseits festzulegen, welche Methode angewendet wird und andererseits, um nachzuvollziehen, ob die ermittelten Werte korrekt sind.



Kennzeichnung von Textilien, Fotos: textil+mode

Differenzierung und geologische Betrachtung der Rezyklat-Ursprünge

Entlang der Produktionskette eines Textilprodukts entstehen in verschiedenen Phasen Abfälle. Je näher das Produkt der Fertigstellung kommt, desto schwieriger und teurer wird die Wiederverwertung dieser Abfälle. Zudem sind die Standorte für die Aufbereitung oft weit vom ursprünglichen Herstellungsort entfernt, was den Prozess weiter erschwert.

Die Art, Herkunft und verfügbare Menge der textilen Abfälle sind entscheidend für ihre Wiederverwertung und die Qualität der recycelten Materialien.

Unterscheidung textiler Abfälle nach Entstehungsursprung und geologischer Herkunft

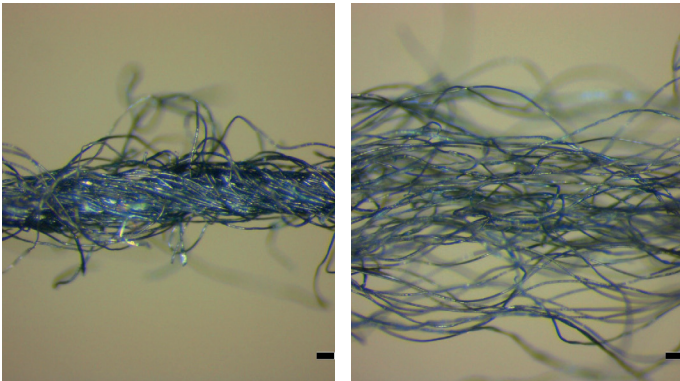
- **Pre-Industrial Waste** entsteht bei der Gewinnung und Verarbeitung von Rohstoffen wie Baumwolle oder Wolle, z. B. durch überschüssige Fasern als Nebenprodukt in der Produktion. Sie entstehen an den Ursprungsorten der Rohstoffe. Üblicherweise werden sie direkt wieder in den Faser-Kreislauf eingespeist, da sie relativ sortenrein sind. Grundsätzlich können diese Nebenprodukte als Rezyklat bezeichnet werden, es ist jedoch kaum möglich, sie im Endprodukt noch nachzuweisen.
- **Post-Industrial Waste** entsteht während der Produktion, etwa durch Webkanten, Stoffverschnitte oder Produktionsüberschüsse. Diese Abfälle sind in der Regel sauber. Die Materialkompositionen lassen sich leichter trennen, da sie einheitlich sind. Somit können sie einfach recycelt werden. Allerdings fallen sie in der EU häufig nur in geringen Mengen an, da Bekleidung überwiegend im Ausland produziert wird. Einige Produktionsstandorte, etwa die Türkei, Indien oder Bangladesch haben bereits Verwertungswege für diese Produktionsabfälle etabliert und führen sie als Rezyklate nach erneuter mechanischer Aufbereitung dem Spinnprozess wieder zu. Sie werden jedoch nicht explizit als Rezyklate ausgewiesen.
- **Post-Consumer Waste** umfasst Textilien, die in der EU konsumiert und anschließend gespendet oder entsorgt werden, wie gebrauchte Kleidung, Schuhe oder Heimtextilien. Sie bestehen zumeist aus komplexen Materialmischungen. Das allein macht es bereits schwierig, sie zu recyceln. Zusätzlich fehlt es an einer wirtschaftlichen Infrastruktur, um sie zu sammeln und zu sortieren. Aus diesem Grund wird nur ein geringer Anteil dieser Abfälle tatsächlich zu Rezyklaten verarbeitet. Das ist eine zentrale Herausforderung, um die von der EU geforderte Kreislaufwirtschaftsziele umzusetzen.
- **Pre-Consumer Waste** bezeichnet Materialien und Produkte, die entsorgt werden, bevor sie den Verbraucher erreichen. Dazu gehören beispielsweise fehlerhafte Produkte oder Überschüsse. Dieser Abfallstrom kann wie Post-Consumer-Waste betrachtet werden: Da es innerhalb der EU derzeit kaum wirtschaftlich sinnvolle Lösungen gibt, um diese Textilien wertstofflich zu verwerten, stellt auch der Pre-Consumer Waste eine schwer erschließbare Quelle für Rezyklate dar. Zudem erschwert oft die einzelne Folierung der Produkte – etwa als Transportschutz – das Auspacken und anschließende Recycling erheblich.

Auch die Verfügbarkeit der Rezyklate, die Kosten ihrer Aufbereitung an verschiedenen Standorten und ihre tatsächliche Integration in den Produktionsprozess spielen eine wichtige Rolle.

Sowohl der Ursprungsort der Abfälle als auch die Produktionsphase, in der sie anfallen, beeinflussen die Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit und technische Umsetzbarkeit des Recyclings.

Diese Differenzierung ist essenziell, da nicht alle Abfallströme gleichermaßen zugänglich und somit wirtschaftlich zu Rezyklaten verwertbar sind. Das bereits erwähnte Ziel, Rohstoffe jeder Verarbeitungsstufe als Sekundärrohstoff wieder in tatsächliche Endprodukte zurückzuführen, gestaltet sich gerade in der EU als sehr schwierig: Es fehlt zum einen an der notwendigen Infrastruktur, um die gebrauchten Textilien zu sammeln und zu sortieren. Zum anderen ist gerade der in Europa entstehende Abfall (Pre- und Post-Consumer Waste) aufgrund seiner Zusammensetzung nur sehr aufwendig und kostenintensiv zu recyceln. Damit gewinnen alternative Möglichkeiten, Textilabfälle als Sekundärrohstoff zu gewinnen, zunehmend an Bedeutung.

Das sind beispielsweise aktuell neu auf den Markt kommende rPET-Typen: Diese werden aus chemischen Recyclingprozessen durch Glykolyse, Hydrolyse oder Enzymbehandlungen sowie physikalisch durch den Einsatz spezieller PET-Lösemittel gewonnen. Deren



Makroskopaufnahme von Garnen mit Rezyklaten (l.) und aufgedreht (r.). Fotos: DITF

Anteil beträgt zwar erst etwa zwei Prozent am rPET-Markt, steigt jedoch signifikant. Völlig unklar ist jedoch, inwieweit sie sich hinsichtlich ihrer makromolekularen Eigenschaften einordnen lassen. Es besteht noch viel Forschungsbedarf, um diese alternativen rPET-Typen qualitativ und quantitativ bewerten zu können.

Eine weitere Möglichkeit, PET als Sekundärrohstoff zu gewinnen, sind Rezyklate aus anderen Branchen, wie zum Beispiel rPet-Granulat aus der Flaschenproduktion. Dies eröffnet eine zusätzliche Dimension neben den bereits beschriebenen textilen Rezyklat-Ursprüngen, da es über die textile Herkunft hinausgeht und somit gesondert betrachtet werden muss. Der Vollständigkeit halber werden auch branchenfremde Rezyklatquellen hier aufgeführt, da sie für die Herstellung von Textil-Rezyklaten durchaus relevant sein können.

Fazit

Bestehende Prüfmethoden – wie chemische, physikalische und optische Analysen – bieten zwar Ansätze, um Recyclingmaterialien oder einzelne Materialkomponenten zu identifizieren. Es ist jedoch aufgrund von erheblichen praktischen und technischen Hürden aktuell nicht möglich, die Rezyklate präzise und verlässlich nachzuweisen. Sowohl für rezyklierte Baumwolle als auch für rezykliertes Polyester fehlen standardisierte Referenzwerte. Die Ergebnisse basieren lediglich auf wissenschaftlichen Interpretationen, sind aber nicht zwingend vergleichbar und aussagekräftig. Zudem stehen die hohen Kosten der Prüfungen in keinem Verhältnis zum Ergebnis der interpretativen Aussagen. Die Prüfungen sind aufwändig, personalintensiv und entsprechend kostspielig. Um Märkte sinnhaft zu überwachen, müssten große heterogene Mengen an Textilien geprüft werden. Dafür sind kosteneffizientere und skalierbare Prüfmethoden zwingend erforderlich.

Eine korrekte Materialdeklaration wäre einerseits eine hilfreiche Referenz, um sich für die passende Prüfmethode bzw. bei Bedarf für eine geeignete Kombination aus mehreren Methoden zu entscheiden. Zum anderen könnte sie auch für das Ergebnis als Referenzwert dienen. Auf der anderen Seite würde eine korrekte Deklaration die Notwendigkeit einer Prüfung ad absurdum führen.

Forschungsbedarf und Lösungsansätze

Um Rezyklate in Textilien effizient und wirtschaftlich nachweisen zu können, muss die bestehende Prüfmethodik grundlegend verbessert oder neue Methoden entwickelt werden. Weiterhin bedarf es dafür zwingend entsprechender Grundlagendaten und daraus folgender Referenzwerte.

Zum einen können bestehende Prüfmethoden optimiert werden. Möglich wären aber auch digitale Nachweisführungen, wie Blockchain-Technologien. Auch Marker-Techniken bieten innovative Lösungsansätze. Forschung und Wissenschaft sind gefordert, um verstärkt wirtschaftliche sowie zuverlässige Methoden zu entwickeln. Auch eine analytische Auseinandersetzung mit neuen rPET-Typen ist zwingend erforderlich.

Diese Forschungsarbeiten sind essenziell, um die Zielsetzungen der EU-Textilstrategie und die Anforderungen der Ökodesign-Verordnung sowie der Green Claims-Direktive konsequent zu erfüllen. Die Forschungsgemeinschaft, die an diesem Bericht mitgewirkt hat, betrachtet die zukünftige Zusammenarbeit zur gemeinsamen Entwicklung von Referenzwerten und -standards als entscheidend für den möglichen Erfolg zur Nachweisführung von Rezyklaten am textilen Produkt.

Ansprechpartner

Jonas Stracke

Leitung Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz
Tel.: +49 30 726220-28 | E-Mail: jstracke@textil-mode.de

Forschungspartner



Koordination

