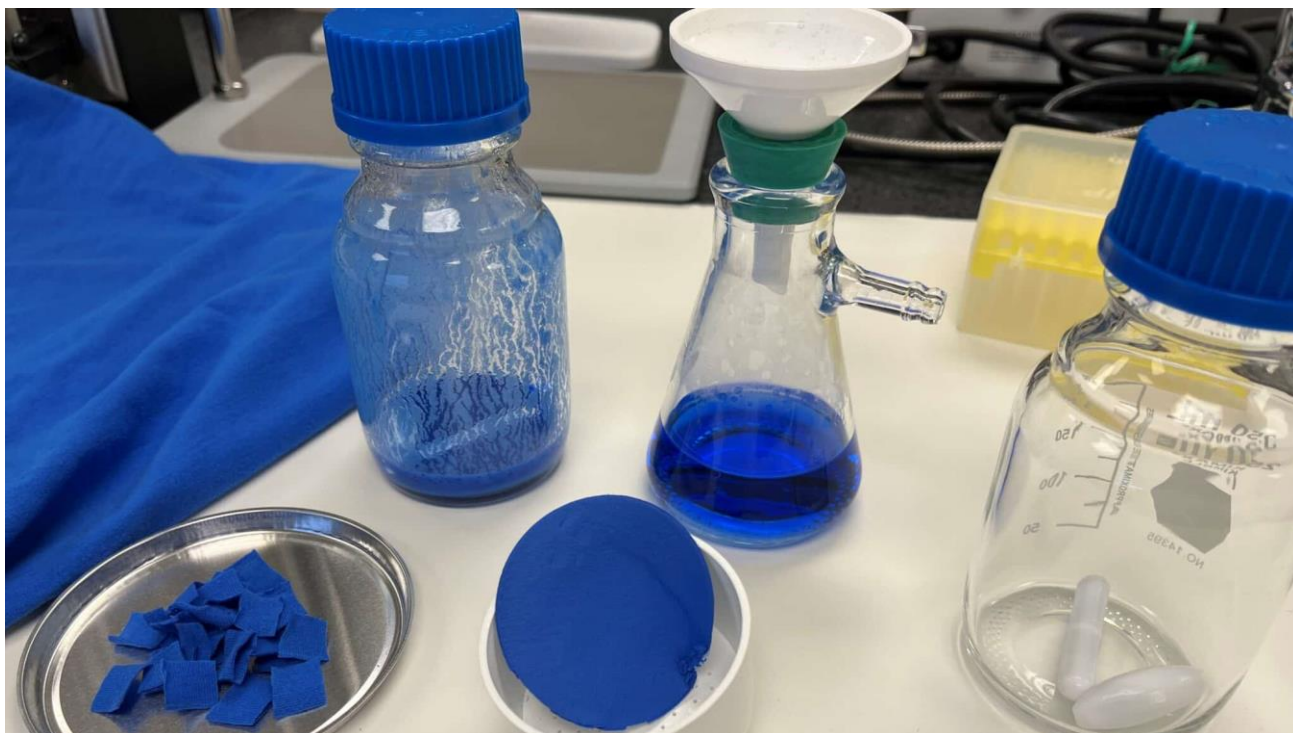




Wilson College News

In einer neuen Studie haben Forscher der North Carolina State University nachgewiesen, dass sie Mischgewebe aus Baumwolle und Polyester mithilfe von Enzymen – natürlichen Werkzeugen zur Beschleunigung chemischer Reaktionen – voneinander trennen können. Die Forschenden hoffen, dass ihre Ergebnisse letztlich zu einer effizienteren Wiederverwertung der Stoffbestandteile und damit zur Verringerung des Textilabfalls führen werden. Sie stellten jedoch auch fest, dass der Prozess mehr Arbeitsschritte erfordert, wenn das Mischgewebe gefärbt oder mit Chemikalien behandelt wurde, die die Knitterfestigkeit erhöhen.

„Wir können die gesamte Baumwolle aus einer Baumwoll-Polyester-Mischung herauslösen, was bedeutet, dass wir anschließend sauberes Polyester haben, das recycelt werden kann“, so die korrespondierende Autorin der Studie, Sonja Salmon, außerordentliche Professorin für Textilingenieurwesen, Chemie und Wissenschaft an der NC State. „Auf einer Mülldeponie wird sich das Polyester nicht abbauen, und die Baumwolle kann mehrere Monate oder länger brauchen, um sich zu zersetzen. Mit unserer Methode können wir die Baumwolle in weniger als 48 Stunden vom Polyester trennen.“



Ein blau gefärbtes Baumwollgestrick, das zehnmals gewaschen wurde, um getragene Kleidungsstücke zu simulieren, wird enzymatisch zu einem Schlamm aus feinen Fasern und „blauem Glukosesirup“ abgebaut, der durch Filtration getrennt wird - beide separierten Anteile haben einen potenziellen Wiederverwendungswert. Foto: Sonja Salmon.

Nach Angaben der US-Umweltschutzbehörde werfen Verbraucher jedes Jahr etwa 11 Millionen Tonnen Textilabfälle auf US-Mülldeponien. Die Forscher wollten eine Methode entwickeln, um die Baumwolle vom Polyester zu trennen, so dass die einzelnen Bestandteile recycelt werden können.

In der Studie verwendeten die Forscher einen „Cocktail“ von Enzymen in einer leicht sauren Lösung, um die Zellulose in der Baumwolle zu zersetzen. Zellulose ist das Material, das den Zellwänden der Pflanzen Struktur verleiht. Die Idee ist, die Zellulose so zu zerkleinern, dass sie aus der gemischten Gewebestruktur „herausfällt“ und einige winzige Baumwollfaserfragmente zusammen mit Glukose zurückbleiben. Glukose ist das biologisch abbaubare Nebenprodukt der abgebauten Zellulose. Anschließend wird die Glukose gewaschen und die Baumwollfaserfragmente herausgefiltert, so dass reines Polyester übrig bleibt.



Assoc. Professor Sonja Salmon

„Dies ist ein mildes Verfahren - die Behandlung ist leicht sauer, wie bei Essig“, sagte Salmon. „Wir haben es auch bei 50 Grad Celsius laufen lassen, was der Temperatur einer heißen Waschmaschine entspricht. Es ist wirklich vielversprechend, dass wir das Polyester bis zu einem sauberen Niveau trennen können“, fügte Salmon hinzu.

„Wir müssen noch einiges tun, um die Eigenschaften des Polyesters zu bestimmen, aber wir glauben, dass sie sehr gut sein werden, weil die Bedingungen so mild sind. Wir fügen lediglich Enzyme hinzu, die das Polyester ignorieren.“

Sie verglichen den Abbau von Stoffen aus 100 % Baumwolle mit dem von Baumwoll- und Polyester-mischungen und testeten außerdem Stoffe, die mit roten und blauen Reaktivfarbstoffen gefärbt und mit haltbaren Presschemikalien behandelt worden waren. Um die gefärbten Stoffe abzubauen, mussten die Forscher den Zeitaufwand und den Einsatz von Enzymen erhöhen. Bei Stoffen, die mit Chemikalien knitterfrei ausgerüstet wurden, mussten sie vor der Zugabe der Enzyme eine chemische Vorbehandlung durchführen.

„Der gewählte Farbstoff hat einen großen Einfluss auf die potenzielle Schädigung des Gewebes“, sagte die Leiterin der Studie, Jeannie Egan, Doktorandin an der NC State. „Außerdem haben wir festgestellt, dass das größte Hindernis bisher die knitterfreie Ausrüstung ist. Die Chemie dahinter blockiert den Zugang des Enzyms zur Zellulose erheblich. Ohne Vorbehandlung erreichten wir einen Abbau von weniger als 10 %, aber nach zwei Enzymdosen konnten wir die Zellulose vollständig abbauen, was ein wirklich beeindruckendes Ergebnis ist.“

Den Forschenden zufolge wäre das Polyester recycelbar, während die Aufschlammung der Baumwollfragmente als Zusatzstoff für Papier oder als nützliche Ergänzung für Verbundwerkstoffe wertvoll sein könnte. Sie untersuchen ebenfalls, ob eine Verwendung der Glukose für die Herstellung von Biokraftstoffen möglich wäre.

„Die Aufschlammung besteht aus Baumwollresten, die einem sehr starken enzymatischen Abbau widerstehen“, so Salmon. „Sie kann als Verstärkungsstoff verwendet werden. Was den Glukosesirup betrifft, so arbeiten wir an einem Projekt, um herauszufinden, ob wir ihn in einen anaeroben Fermenter einspeisen können, um Biokraftstoff herzustellen. Wir würden Abfälle in Bioenergie umwandeln, was viel besser wäre, als sie auf eine Mülldeponie zu werfen.“

Die Studie mit dem Titel „Enzymatische Textilfaser-trennung für nachhaltige Abfallverarbeitung“ wurde in der Zeitschrift Resources, Environment and Sustainability veröffentlicht. Zu den Koautoren gehören Siyan Wang, Jialong Shen, Oliver Baars und Geoffrey Moxley. Finanziert wurde die Studie von der Environmental Research and Education Foundation, der Kaneka Corporation und dem Department of Textile Engineering, Chemistry and Science an der NC State.

Enzymatische Textilfasertrennung für nachhaltige Abfallverwertung

Autoren: Jeannie Egan, Siyan Wang, Jialong Shen, Oliver Baars, Geoffrey Moxley and Sonja Salmon.

Veröffentlichung: 8. März 2023, Resources, Environment and Sustainability

DOI: [10.1016/j.resenv.2023.100118](https://doi.org/10.1016/j.resenv.2023.100118)

Zusammenfassung: According to the US Environmental Protection Agency, around 11 million tons of post-consumer textile waste (PCTW) are disposed in U.S. landfills annually, which is 8% of all municipal solid waste. PCTW is landfilled because it contains complex blends of natural and synthetic fibers that are not easy to separate, and dyes and finishing chemicals on the fabrics interfere with recycling. The goal of this work was to develop a laboratory scale process for deconstructing and separating cut fabrics into different fiber fractions to create purified product streams that could promote textile recycling. Method parameters were selected from preliminary tests on various fabric types, followed by parametric evaluation with a set of rationally prepared model textile wastes. The combination of aggressive mechanical agitation together with cellulase catalyzed hydrolysis caused 100% cotton fabrics to disintegrate completely into a slurry of < 2 mm small solids and water soluble degradation products. The presence of reactive dyes on the model fabrics inhibited degradation, with the bifunctional reactive dye creating larger barriers to degradation than the monofunctional dye. Dye induced barriers were overcome with sufficient time, enzyme amount, and repeated treatment. Even though its collateral impact was a decrease in initial fabric burst strength, the presence of durable press (DP) finish on cotton presented a large obstacle to enzymatic degradation. This was overcome by including acid/alkali pretreatments to DP fabric before applying enzyme. The presence of polyester fiber in a cotton/polyester blend caused the fabric to retain its macroscopic knitted structure, while enzymatically degraded cotton was removed by washing and filtration to yield clean polyester. In all cases, fabric degradation products were separated by filtration into – depending on the severity of the treatments – residual large solids and small solids fractions and a clarified process liquid that contained soluble components. These three fractions were quantified gravimetrically and were characterized using high-performance liquid chromatography (HPLC), x-ray diffraction (XRD), differential scanning calorimetry (DSC), Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), viscometry, scanning electron microscopy (SEM) and optical microscopy. The small solids present in the slurries after cotton degradation could be valuable as additives for paper, composites and other products, while the glucose-rich process syrups could be used to produce fuels and chemicals by fermentation, all of which would help divert PCTW from landfills. Importantly, even when cellulosic textile components were not fully degraded to soluble compounds, their conversion to pumpable slurries enabled easy handling of the degraded material and allowed recovery of non-degraded synthetic fibers by simple filtration and washing.

Quelle: North Carolina State University, Laura Oleniacz