

# DIE BAUMWOLLMERZERISATION VERBESSERT DIE AUSWIRKUNG DER HEMDEN AUF DIE UMWELT

S. Pesnel (1), V. Pasquet (1,2), A. Perwuelz (1,2), D. Hazard (3) und C. Dupuich (3)

(1) ENSAIT, GEMTEX, F-59100 Roubaix, Frankreich

(2) Université Lille Nord de France, F-59000 Lille, Frankreich

(3) VERAMTEX S.A., Avenue Antoon Van Oss 1, B-1120 Brüssel, Belgien

**Zusammenfassung** Bei dieser Studie wurde die Umweltauswirkung von 2 merzerisierten Hemden (NaOH oder  $\text{NH}_3$ ) mit derjenigen eines nicht-merzerisierten Hemdes bei Anwendung der Methodik der Lebenszyklusanalyse, verglichen. Die Wirkung der Merzerisationsverfahren auf die Pflegephase der Hemden wurde im Labor untersucht. Es wird gezeigt, dass bei Berücksichtigung des Gesamtlebenszyklus, die merzerisierten Hemden (besonders mit Ammoniak) eine geringere Auswirkung auf die verschiedenen Indikatoren haben

**Schlüsselwörter** : Lebenszyklusanalyse, Merzerisation, Lebensdauer.

## 1. EINLEITUNG

Bei der Begrenzung der Umweltauswirkungen und beim Angebot neuer umweltfreundlicheren Herstellungsverfahren gewinnt für die Textilindustrie die Umweltbewertung von Produkten über dessen gesamten Lebenszyklus hinweg immer mehr an Bedeutung. Dies führt zur Anwendung der Lebenszyklusanalyse ACV, [1,2]. Bei Textilien angewandt, zeigen diese Studien die Wichtigkeit der Auswirkung der Nutzungsphase dieser Produkte auf die Umwelt[3,4].

Aus dieser Sicht haben wir die Auswirkung der Baumwollmerzerisation auf den Gesamtlebenszyklus untersucht. In der Tat trocknet merzerisierte Baumwolle schneller (Verringerung der Tumblerzeit), knittert weniger (kürzere Bügelzeit) und hat eine längere Lebensdauer (die Zugfestigkeit und die Formbeständigkeit sind verbessert) [4, 5].

Eine Lebenszyklusanalyse wurde bei einem Baumwollhemd, im Vergleich zu 2 entweder nach der traditionellen Methode mit NaOH oder nach dem Alternativmerzerisationsverfahren mit wasserfreiem Flüssigammoniak merzerisierten Hemden, durchgeführt. Es wirft die Frage auf, ob die Zunahme der Umweltflüsse bei der Produktion durch eine Abnahme bei der Nutzung kompensiert wird.

## 2. MATERIALEN UND METHODEN

### 2.1. Merzerisationsverfahren

Die Merzerisation mit Natronlauge ist das meist benutzte Verfahren. Die Baumwolle wird unter Spannung während 40 bis 50 Sekunden in einer konzentrierten Natronlösung (NaOH 300 g/L) mit Netzmitteln zum richtigen Durchdringen in die Textilware behandelt. Um die Alkalispuren zu beseitigen, werden die behandelten Fasern anschließend gewaschen. Die Unternehmen recyceln immer öfter die Natronlauge. In dieser Studie haben wir eine Wiederverwertungsrate von 70% berücksichtigt.

Beim alternativen Merzerisationsverfahren wird der Stoff ebenfalls unter Spannung jedoch während 10 Sekunden in einem Flüssigammoniakbad bei  $-33\text{ °C}$  behandelt. Das Ammoniak wird dann durch Heizen mit anschließendem Waschen mit Wasser entfernt. Die daraus resultierende Ammoniaklösung wird zur Ammoniakwiedergewinnung destilliert. Bei dieser Studie haben wir eine Rückgewinnungsrate von 99% berücksichtigt.

Die Stoffe werden schließlich in Rahmen getrocknet.

Bei dieser Untersuchung wurde die Natronlauge-merzerisation durch die Firma VERLIMAS (Belgien) und die Ammoniakmerzerisation durch VERAMTEX (Belgien) vorgenommen. Die Merzerisation erfolgte bei einem entschlichteten, abgekochten und gebleichten 100% Baumwollstoff ( $120\text{ g/m}^2$ ). In all den Fällen wurde eine Trockenvernetzung durch VERLIMAS vorgenommen.

## 2.2. Tests

Um die Auswirkung der Merzerisation auf die Nutzungsphase des Hemdes zu quantifizieren, wurden die 3 Stoffe gewaschen und im Tumbler während 250 Zyklen getrocknet. Die Reißfestigkeit wurde nach der EN ISO 4674-Norm (A1/A2) vor dem Waschen und nach 5, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200 und 250 Zyklen gemessen. Wir haben den Dynamometer Trekbank HOUNSFIELD - Type H5KT bei konstanter Geschwindigkeit bei 10 Proben, 5 in Kettenrichtung und 5 in Schussrichtung benutzt.

## 2.3. Lebenszyklusanalyse

Die Lebenszyklusanalyse ist ein Werkzeug zur Auswertung der Auswirkung eines Produktes auf die Umwelt. Diese Methode wird durch die ISO 14040- und ISO 14044-Normen beschrieben. Sie berücksichtigt alle Schritte des Lebenszyklus eines Produktes, von der Produktion der Rohstoffe bis zum Lebensende des Produktes.

Für diese Studie haben wir die GaBi 4-Software (PE INTERNATIONAL AG, Stuttgart) verwendet. Die Daten stammen aus dieser Software und aus den Datenbanken ELCD und EcoInvent. Bei den spezifischen Merzerisations- und Färbeverfahren wurden die Daten durch die Unternehmen mitgeteilt und durch Laborversuche vervollständigt. Die ReCiPe (mid point)-Methode wurde zur Berechnung der Auswirkungen auf die Umwelt verwendet.

Der Funktionsbaustein ist: "ein Hemd über einen ganzen Tag tragen und es waschen" (das Hemd wiegt 200 g). Die Systemgrenzen enthalten:

- die Baumwollproduktion (in den Vereinigten Staaten)
- die Hemdenherstellung (in Frankreich)
- das Benutzen der Hemden (in Frankreich): Waschen (60 °C), Trocknen im einem Wäschetrockner und Bügeln.
- das Lebensende der Produkte (in Frankreich)

Diese Studie erfasst die Behandlung der Veredelungsabwässer. Folgende Elemente befinden sich außerhalb des Systems: Infrastruktur, Wartung und Instandhaltung der Maschinen, Transport, Verpackung und Vertrieb.

## 3. ERGEBNISSE

### 3.1. Ergebnisse der Lebensdauer- und Pflgetests

Die Merzerisation erleichtert das Trocknen der Stoffe. Nach dem Schleudern haben wir eine Restfeuchtigkeit von 38% und 35% respektiv bei den mit NaOH oder NH<sub>3</sub> merzerisierten Stoffen gegen einen Wert von 44% beim unbehandelten Stoff gemessen. Das Bügeln geht ebenso schneller: bei den merzerisierten Hemden nur 4 statt 7 Minuten.

Hinsichtlich der Lebensdauer können wir bei Abbildung 1 sehen, dass die merzerisierten Stoffe länger leben. Nach 165 Wäschen erreicht die Reißfestigkeit des unbehandelten Stoffes einen Grenzwert von 6,5N. Beide merzerisierten Stoffe erreichen diesen Wert nach 250 Waschzyklen.

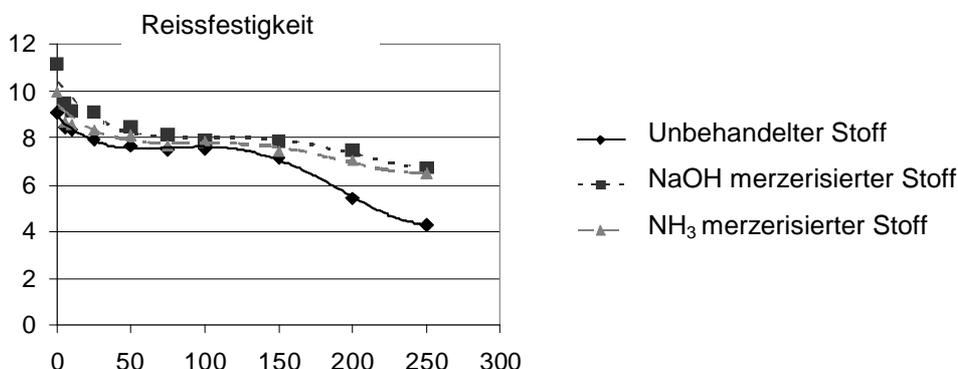


Abbildung 1: Änderung der Reißfestigkeit im Zusammenhang mit den Waschzyklen

### 3.2. Lebenszyklusanalyse

Die merzerisierten Hemden belasten weniger die Umwelt als das unbehandelte Hemd (Abbildung 2). Die Unterschiede sind hauptsächlich auf die Lebensdauer der Stoffe zurückzuführen. Tatsächlich ist die Nutzungsphase die umweltschädlichste der 4 untersuchten Auswirkungen. Bei den 3 Pflegezyklusschritten (Waschen, Trocknen und Bügeln) ist die Trocknung im Wäschetrockner für 40 bis 60 % dieser Auswirkungen verantwortlich.

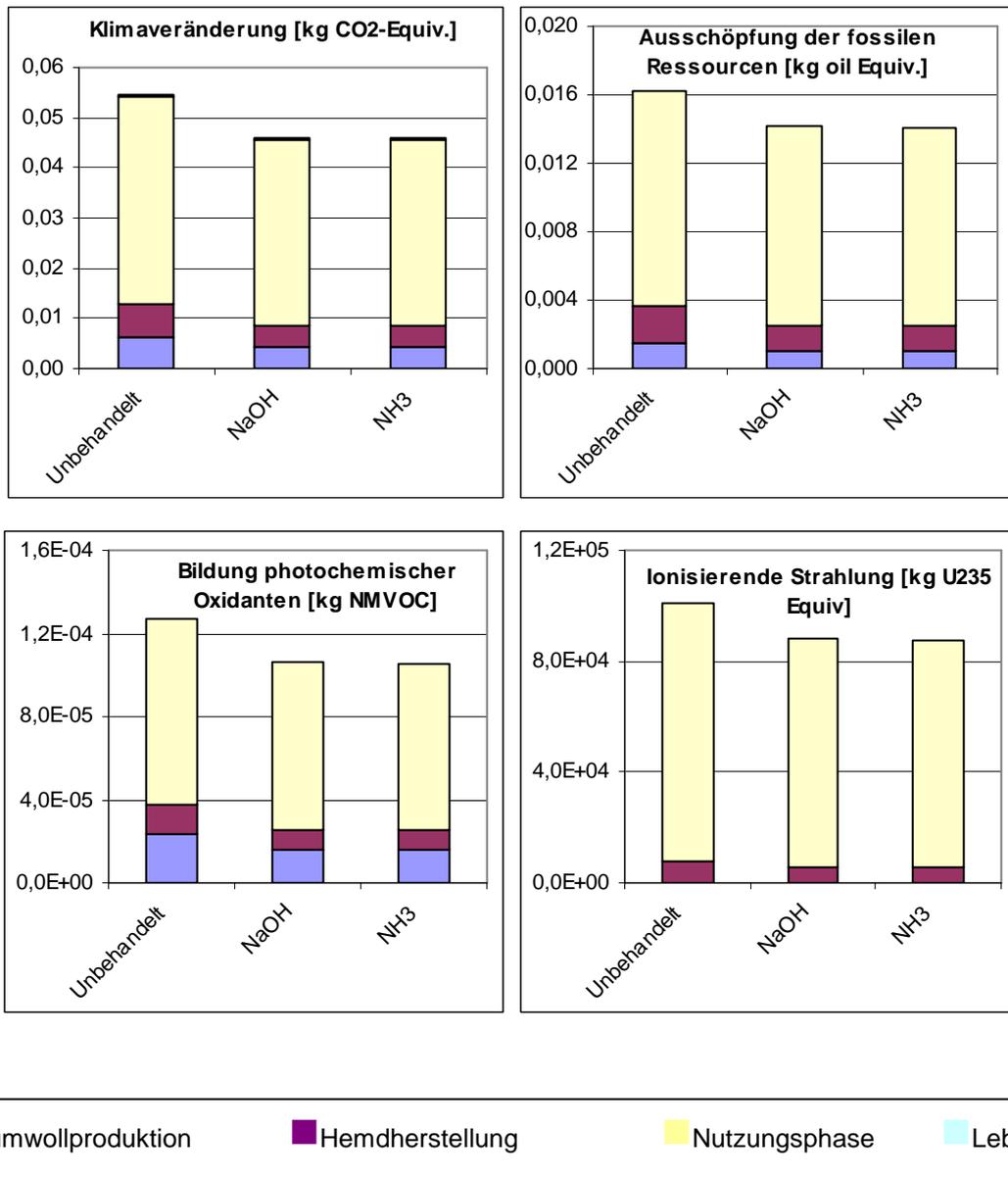


Abbildung 2: Umwelteinflüsse auf den Gesamtlebenszyklus der 3 Hemden

Die Abbildung 3 stellt beide Hauptphasen der Produktion und Nutzung in getrennter Weise dar. Wegen des Mezerisationsschritts haben die behandelten Stoffe eine höhere Auswirkung in der Produktionsphase. Die Laugenmerzerisation hat eine größere Auswirkung als diejenige mit Flüssigammoniak.

Bei der Nutzungsphase haben die merzerisierten Hemden eine geringere Auswirkung. Dies ist auf die verschiedenen Pflegebedingungen zurückzuführen, da die merzerisierten Stoffe schneller trocknen und ein geringeres Bügeln erfordern.

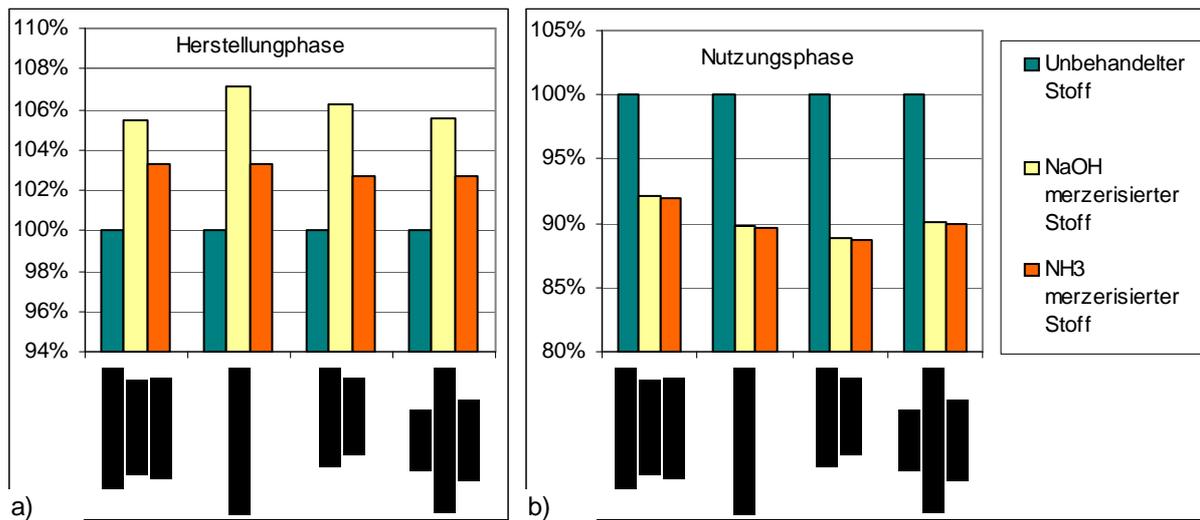


Abbildung 3: Umwelteinflüsse bei der Herstellung von Hemden (a) und ihre Nutzung (b)

#### 4. DISKUSSIONEN

In dieser Studie wurde die Lebensdauer von 3 Hemden nach dem Kriterium der Reißfestigkeit begutachtet. Andere Eigenschaften wie die Farbbeständigkeit oder Scheuerfestigkeit könnten jedoch untersucht werden. Bei der Merzerisation haben wir ein Recycling der Lauge von 70% berücksichtigt. Diese Wiederverwertung ist aber nicht systematisch, was die Umweltbedeutung der Ammoniakmerzerisation verstärkt. Die Durchführung einer Denkweisenanalyse über diesen Punkt wäre interessant.

Es muss auch festgehalten werden, dass, um bügelfreie Hemden zu erhalten, in der Praxis das Ammoniakmerzerisationsverfahren oft in Kombination mit einer Feuchtvernetzung (anders als die Trockenvernetzung wie bei dieser Untersuchung) verwendet wird. Tatsächlich ermöglicht es den Erhalt von ausgezeichneten Entknitterungseigenschaften, ohne die mechanischen Eigenschaften des Stoffes zu sehr zu beeinträchtigen. Es ist unmöglich dieses Ergebnis mit der klassischen Natronlauge-merzerisation zu erreichen. Eine ergänzende Untersuchung könnte ebenfalls die Auswirkung des Ammoniakmerzerisationsverfahrens auf die Umwelt unter Berücksichtigung der verwendeten Ressourcen, der Gewinne (besonders der Energie) beim Waschen/Bügeln und der Lebensdauer des Hemdes ermitteln.

#### 5. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Diese Studie bestätigt die Bedeutung der Nutzungsphase bei den Umwelteinflüssen von Baumwollbekleidung während deren Gesamtlebenszyklus.

Das Hinzufügen eines Merzerisationsschritts zur Produktion eines Hemdes beeinflusst deutlich die weiteren Schritte des Lebenszyklus. In der Tat benötigt ein merzerisierter Baumwollstoff weniger Zeit zum trocknen, weniger Zeit, um gebügelt zu werden. Es wurde außerdem gezeigt, dass der merzerisierte Stoff reißfester und seine Lebensdauer um 50% verbessert ist. Diese Eigenschaften sind ähnlich für beide Merzerisationsbehandlungsmethoden. Bei der Flüssigammoniakbehandlung ist der Produktionsschritt deutlich vorteilhafter.

Diese Studie zeigt, dass trotz einem zusätzlichen Behandlungsschritt bei der Produktionsphase, die Baumwollmerzerisation eine weitgehende Minderung der Auswirkung des Hemdes auf die Umwelt ermöglicht.

Diese Studie hebt deutlich hervor, dass bei der Lebenszyklusanalyse die Betrachtung aller Umweltauswirkungen eines Produktes die Nutzungsphase miteinbeziehen muss. Die europäischen Textilhersteller können die Qualität ihrer Produkte, indem sie ihre Umweltbelange hervorheben, aufwerten. In der Tat neigen die Verbrauchergewohnheiten dazu, sich zu verändern und die Vertrieber könnten ein Umweltzeichen, indem sie dem zur Zeit in Frankreich laufenden Versuchsvorhaben folgen, miteinbeziehen.

#### DANKSAGUNGEN

Diese Studie wurde im Rahmen des durch Europa (Interreg und FEDER), den Conseil Régional du Nord – Pas-de-Calais, l'ADEME, die DIRECCTE und der Région Wallonne finanzierten ACVTEX-Projektes durchgeführt.

## REFERENZEN

- [1] Life Cycle Approaches: The road from analysis to practice. UNEP/SETAC Life Cycle Initiative 2005.
- [2] AFNOR (2002). 'Management de l'environnement - Management environnemental des produits'. 4<sup>ème</sup> édition, Tome 2. AFNOR 2001- 2<sup>ème</sup> tirage 2002.
- [3] L'eco-profil d'un pantalon en jean – BIOIS – ADEME , 2006.
- [4] J.M Allwood, S.E Laursen, C. Malvido de Rodríguez, N.M P Bocken, Well dressed : The present and future sustainability of clothing and textiles in the United Kingdom, University of Cambridge Institute for Manufacturing, ISBN 1-902546-52-0, 2006.
- [1] Kalliala, E. M., 'The Ecology of Textiles and Textile Services - A LCA Assessment Study on Best Available Applications and Technologies for Hotel Textile Production and Services', Tampere University Technology Publications 214, 1-117, PhD thesis (1997).
- [2] Inglesby, M. and Zeronian, S., 'The accessibility of cellulose as determined by dye adsorption', *Cellulose* **3** (1) (1996) 165-181.
- [3] Wakida, T., Lee, M., Niu, S., Yanai, Y., Yoshioka, H., Kobayashi, S., Bae, S. and Kim, K. 'Dyeing properties of cotton fibres treated with liquid ammonia'. *Journal of the Society of Dyers and Colourists*, **111** (1995) 154–158.
- [4] Buschle-Diller, G. and Zeronian, S. H. 'Enhancing the reactivity and strength of cotton fibers'. *J. Appl. Polym. Sci.* **45** (1992), 967–979.
- [5] Zeronian, S. H., Hiroko Kawabata Kenneth W. Alger 'Factors Affecting the Tensile Properties of Non mercerized and Mercerized Cotton Fibers' *Textile Research Journal* **60** (1990) 179-18