

# Layman´s Report zum EU LIFE III Projekt „SUPERWOOL“ RICHTER Färberei und Ausrüstungs-GmbH

## 1. Zusammenfassung Projektinhalt und -Ziel

Bis heute kann die Waschbarkeit von natürlicher Wolle und die Garantie der Filzfreiheit sowie Vermeidung des Einlaufens von Wolltextilien nicht ohne chemische Vorbehandlung gewährleistet werden. Nach dem Stand der Technik wird die Antifilzausrüstung durch den Chlor – Hercosett – Prozess erreicht, welcher bisher der bevorzugte und einzige ökonomische Weg ist, um die hohen Anforderungen in der Garnproduktion zu erfüllen. Der Prozess basiert auf einer Oxidation der Wollfasern und anschließenden Umhüllung mit Harzen, wodurch die Oberfläche des Fasermaterials geglättet wird. Dies führt zu einer Reduktion der Reibung zwischen den Fasern (vergleiche Abbildung 1). Nachteilig sind bei dieser Technologie allerdings die sehr großen Umweltbelastungen verursacht durch die starke Belastung der Abwässer durch adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX), einen sehr hohen Verbrauch von Frischwasser und durch den Gebrauch von weiteren gefährlichen Chemikalien. Die AOX-Belastung kann bis zu 40 mg/l betragen und resultiert hauptsächlich aus der Chlorierungsstufe, aber auch aus der Harzbehandlung.

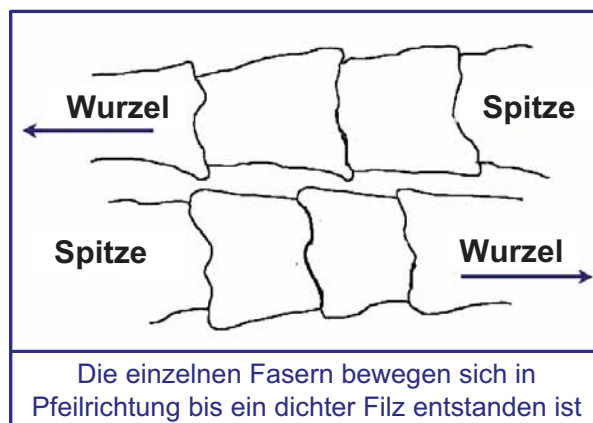


Abb. 1: Filzen von Wolle; chemische oder physikalische Behandlung kann die überstehenden Enden teilweise entfernen, was zu einer Reduzierung der Reibung führt.

Um die negativen Umwelteffekte beim Textilausrüsten zu vermeiden, zielt dieses Projekt auf den demonstrativen Ersatz des Chlor-Hercosett-Prozesses durch eine nachhaltige Plasmavorbehandlung der Wolle ab. Diese soll erstmals in einem realistischen Produktionsmaßstab demonstriert werden. Das übergeordnete Ziel des Vorhabens war, eine neue bestmögliche Technologie (BAT) für die Wollausrüstung zu realisieren.

Das Plasma wird durch elektrische Entladung zwischen zwei gegenüberliegenden Elektroden erzeugt, wobei die Wollstränge durch den Spalt zwischen den Elektroden transportiert werden. Der resultierende Effekt ähnelt dem Hercosett-Prozess, wird aber hier durch eine rein physikalische Behandlung anstelle eines chemischen

Verfahrens erreicht. Das Hauptziel dieser neuen Technologie ist die 100 %-ige Vermeidung von AOX-Emissionen einhergehend mit großen Einsparungen an Chemikalien, ohne dass die Qualität der Wolle oder die industrielle Anwendbarkeit eingeschränkt werden. Daher musste der zuvor definierte Qualitätsstandard für die behandelte Wolle „*SuperWash*“ erreicht werden. Dieser besagt, dass nach definierten Waschvorgängen ein Einlaufen der Wolltextilien von maximal 8 % auftreten darf. Zum anderen musste ein möglicher Produktionsdurchsatz von 5000 kg Wolle/Tag demonstriert werden.

Die prinzipielle Machbarkeit der technischen Implementierung eines kontinuierlichen Plasmaprozesses wurde bereits vor dem Projekt im Labormaßstab erbracht. Es waren jedoch einige Probleme zu lösen und es bestanden technische Risiken in Verbindung mit dem Harz und dem Elektrodensystem, welche zu diesem Zeitpunkt die Plasmabehandlung im Produktionsmaßstab unmöglich machten.

Mit Unterstützung des LIFE III – Programms der EU plante die Fa. *RICHTER Färberei und Ausrüstungs- GmbH* den Transfer der vielversprechenden Ergebnisse vorhergehender FuE-Projekte in eine funktionsfähige industrielle Applikation. Hierzu erhielt *RICHTER* wissenschaftliche Unterstützung von dem Deutschen Wollforschungsinstitut an der RWTH Aachen e.V. (DWI) und arbeitete mit dem Anlagenhersteller Softal im Bereich der Realisierung der Plasmaanlage zusammen. Als Ergebnis des Projekts sollte eine Demonstrationsanlage aufgebaut werden, um den gesamten Prozess der Garnproduktion einschließlich der neuen Antifilzausrüstung abzubilden. Ziel war es, die industrielle Anwendbarkeit des Prozesses zu zeigen und die Garnproduktion in Bezug auf die Umweltverträglichkeit zu revolutionieren.

## **2. Beschreibung der angewandten Techniken/Methoden und der erreichten Ergebnisse**

Ein Hauptaspekt des Projekts war die Entwicklung und der erfolgreiche Test eines geeigneten Elektrodensystems, welches eine Plasmaentladung zur konstanten und reproduzierbare Behandlung der Wollfasern ermöglichte. Um die Risiken der Maßstabsvergrößerung des Prozesses zu begrenzen, wurde zum Test des neuen Elektrodendesigns zunächst eine Pilotanlage entwickelt (vergleiche Abbildung 2).



Abb. 2: Schema der Pilotanlage

Es stellte sich heraus, dass sog. Messerelektroden für diese Anwendung am besten geeignet waren, diese ersetzen fortan die zuvor verwendeten Rollerelektroden. Das neue Elektrodendesign kann als eine der Schlüsselinnovationen des Projekts betrachtet werden. Während der Optimierungsphase der technischen Komponenten der Pilotanlage sowie der Prozessparameter der Plasmabehandlung, wie z. B. Elektrodenabstand, Energiemenge oder Kontaktzeit, war es essentiell, kontinuierlich die Qualität der Wollprodukte in Bezug auf Antifilz- und Formstabilität sowie Handhabbarkeit zu prüfen. Daher mussten sehr aufwendige nachfolgende Prozessschritte und Textzyklen entlang der Textilkette wie z. B. Spinnen, Stricken, Färben, Bekleidungsherstellung sowie Waschversuche durchgeführt werden. Die Zwischenergebnisse auf dieser Stufe zeigten eine Produktqualität, die den *SuperWash*-Standard erfüllte und fast die Werte des Hercosett-Prozesses erreichte.

Parallel zur Entwicklung der Plasmaanlage mussten geeignete Harzsysteme für die Antifilzausrüstung ausgewählt, verbessert und an den neuen Prozess angepasst werden. Nach umfangreichen Test- und Optimierungsversuchen wurde ein modifiziertes Harzsystem basierend auf dem Ansatz des DWI als beste Möglichkeit identifiziert.

Sämtliche Zwischenergebnisse wurden in dem Konzept zur Maßstabsvergrößerung (Upscaling) für die Demonstrationsanlage berücksichtigt. Die detaillierte Planung und Konstruktion der Komponenten der Anlage wurde in Kooperation mit Softal vorgenommen. Anschließend wurde die Demonstrationsanlage installiert und in Betrieb genommen. Somit konnten erstmals 20 bis 30 Wollstränge parallel verarbeitet werden im Gegensatz zu einem einzigen Strang in der Pilotanlage (vergleiche Abbildung 3). Anfängliche technische Schwierigkeiten wie das partielle Verbrennen des Materials, welches durch zu hohe lokale Plasma-Entladungsenergien verursacht wurde, sowie Probleme beim anschließenden Aufwickeln der behandelten Wollfasern, konnten durch konstruktive Änderungen und Prozessmodifikationen gelöst werden.



Abb. 3: Foto der Demonstrationsanlage im Betrieb

Als Ergebnis umfangreicher Optimierungsschritte konnte ein Durchsatz von 8 m/min erreicht werden, was einer extrapolierten Menge von 3000 kg Wolle in einer 8-Stunden-Schicht entspricht und somit die Produktionsanforderungen erfüllt.

Die Produktqualität der Proben, die nach weiterer Behandlung in unserer eigenen Testspinnerei halten wurden, stimmte mit den vorhergehenden Ergebnissen der Versuche auf der Pilotanlage überein. Jedoch konnten für bestimmte Wollprodukte diese guten Resultate nicht reproduziert werden, wenn das Material unter industriellen Spinnereibedingungen auf den Anlagen unseres Vertriebspartners Stöhr weiterverarbeitet wurde. Daher muss die Prozessoptimierung auch nach Projektende fortgeführt werden, um die Ursachen für die Probleme herauszufinden und diese zu beseitigen.

Bisher liefert der Plasmaprozess gute Ergebnisse bzgl. der Produktqualität in erster Linie für feinstrukturierte Wollprodukte, d. h. das ermittelte Einlaufen von 6-10 % war innerhalb der Toleranzen des *SuperWash*-Standards. Um die Ergebnisse frühzeitig zu veröffentlichen, wurde eine vorläufige Marktsegmentierung in zwei Produktgruppen vorgenommen: Socken, Unterwäsche und feine Pullover als erstes und handgestrickte Ware, grobe Socken und schwere Pullover als zweites Segment. Die Markteinführung soll zunächst auf das erste Segment konzentriert werden. Der Vertrieb wird außerdem durch Methoden des technischen Marketings anstatt durch reine Verkaufsaktivitäten unterstützt werden, um die Unterschiede des neuen Verfahrens deutlich zu kommunizieren.

Parallel hierzu werden weitere Forschungsarbeiten durchgeführt, um die gegenwärtigen Einschränkungen zu überwinden. Diese werden sowohl darin bestehen, eine neue Testmethode zu entwickeln, welche sich für die Charakteristika der aus dem neuen Prozess erhaltenen Produkte eignet. Zum anderen betreffen sie die weitere Optimierung der Plasmabehandlung selbst sowie die Zusammenarbeit mit industriellen Spinnereien, um die nachfolgenden Prozessschritte anzupassen. Sobald sich der Plasmaprozess auch für die Herstellungskette von grobstrukturierten Wollprodukten als geeignet erweist, werden wir das ursprüngliche Ziel einer neuen bestmöglichen Technologie voll erreicht haben.

### **3. Einschätzung der Auswirkungen des Projekts für die Umwelt**

Die Umweltvorteile wurden entsprechend der anfangs formulierten Annahmen erreicht. Verglichen mit dem Chlor-Hercosett-Prozess ermöglicht die Plasmavorbehandlung von Wolle eine vollständige Vermeidung von Emissionen durch adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX). Damit können die Voraussetzungen für die Reduktion von insgesamt 535 t umweltschädlicher Additive (150 t Natriumhypochlorid, 220 t Harze, 165 t Hilfsstoffe, wie z. B. Schwefelsäure, Benetzungsmittel und Entschäumer) und von ca. 30.000 m<sup>3</sup> belastetem Abwasser pro Jahr in unseren Produktionsanlagen erreicht werden.

Obwohl der neue Prozess im Vergleich zum Hercosett-Verfahren deutlich mehr Strom verbraucht, wird der Gesamtenergieverbrauch durch die Einsparung der Dampferzeugung unterschritten, welche nur im Hercosett-Prozess für die Trocknungsschritte benötigt wird (vergleiche Tabelle 1).

Prozess	Wasser	Chlor	Harz	Energie
Hercosett	6.000 l/h 17 l/kg Wolle	50 l/h 10 l/h	8 l/h 2% (Wolle)	Strom: 0,02 €/kg Dampf: 0,06 €/kg
<i>Superwool</i>	Kein zusätz- liches Wasser	--	--	Strom: 0,055 €/kg

Tab. 1: Vergleich der Umweltauswirkungen von Hercosett- und *Superwool*-Prozess

#### 4. Diskussion der Kostenvorteile der Ergebnisse

Langfristig, d. h. nach weiterer Optimierung und Anpassung der nachfolgenden Verarbeitungsschritte, hat die Wollbehandlung durch Plasma das Potenzial, wirtschaftlicher als der Hercosett-Prozess zu sein. Die Produktionskosten können nicht nur durch die Vermeidung von Abwasser- und Umweltabgaben, sondern auch durch Einsparungen eines großen Teils der Harze gesenkt werden. Hiermit können auch in der Zukunft die Preise für Woll-Zwischenprodukte wettbewerbsfähig im Vergleich zu denen ausländischer Anbieter, v. a. aus Asien, sein. Europäische Spinnereien können langfristig nur überleben, wenn sie innovative Technologien, wie z. B. die Plasmavorbehandlung von Wolle, nutzen. Außerdem wird erwartet, dass nachhaltig hergestellte Textilien von einem zunehmend umweltbewussten Kundenkreis in der Zukunft verstärkt nachgefragt werden.

#### 5. Übertragbarkeit der Projektergebnisse

Langfristig hat der umweltfreundliche Plasmaprozess das Potenzial, eine neue BAT darzustellen und somit den Hercosett-Prozess weltweit zu verdrängen. Dies würde sowohl 10 installierte Anlagen in der EU (Deutschland, England, Italien, Frankreich und Tschechien) als auch etwa die gleiche Anzahl von Anlagen in Asien betreffen. Hierdurch könnten die Umwelteffekte extrem gesteigert werden. Weltweit besteht ein Einsatzpotenzial bei der Herstellung mehr als 10.000 t Wolle pro Jahr.

Nach der Etablierung kann die Plasmatechnologie auf andere Bereiche der Textilausrüstung, wie z. B. die Nadelfilz-Produktion, ausgedehnt werden, wo sogar noch größere positive Effekte für die Umwelt erwartet werden. Der Plasmaprozess im Großmaßstab, dessen Machbarkeit in diesem Projekt nachgewiesen wurde, könnte auch in verwandten Gebieten, wie z. B. bei der Behandlung von Kunststoffoberflächen in der Medizintechnik Anwendung finden.

Bereits kurz nach Veröffentlichung der vorläufigen Ergebnisse wurden zunehmende FuE-Aktivitäten in anderen Firmen bzgl. der Entwicklung chlorfreier Prozesse beobachtet. Andere Unternehmen zeigten Interesse an einer Kooperation mit *RICHTER*. Außerdem fragten neben Stöhr weitere Firmen aus der EU in Bezug auf Möglichkeiten eines Vertriebs der Produkte von *RICHTER* an.

Darüber hinaus planen *RICHTER* und Softal einen gemeinsamen Vertrieb der Plasmaanlagen, in welche *RICHTER* das Prozess-Know-how und Softal die

Maschinentechnologien einbringen wird. Dies wird wesentlich dazu beitragen, die neue Technologie zu verbreiten.