

# Mercerisieren mit flüssigem Ammoniak

Beim Einsatz von flüssigem Ammoniak anstelle von Natronlauge bei der Mercerisation, zeigte die Textilindustrie bisher ein gewisses Zögern. Dabei zeichnet sich dieses Verfahren dadurch aus, dass die Behandlung äusserst schonend ist und sich das Ammoniak fast vollständig wiedergewinnen und wiedereinsetzen lässt.

Die ersten Forschungsberichte über die Wirkung von Ammoniak auf die Zellulose erschienen bereits 1861. Brauchbare wissenschaftliche Resultate entwickelte man aber erst in den Jahren 1926 bis 1937. Die ersten Forschungen mit flüssigem Ammoniak sind eigentlich Bernady (1925) zuzuschreiben. Er hatte festgestellt, dass die Wirkung auf die Zellulose viel sanfter ist als die der konzentrierten Natronlauge, und dass die Fasereigenschaften in beiden Fällen ganz verschieden sind. Er bemerkte eine Zunahme des Volumens der Zellulose, aber keinen direkten Angriff seitens des flüssigen Ammoniaks, wie es bei der Natronbehandlung der Fall ist. Einige Jahrzehnte später, und zwar 1967 haben die Ergebnisse der Forschung in der Praxis ihre Anwendung gefunden. Das erste Anwendungsgebiet war die Behandlung der Baumwollgarne, anschliessend folgte Gewebe und Maschenware. Die industrielle Nutzung des Verfahrens in den EG-Ländern hat erst vor ungefähr zehn Jahren begonnen und zwar in Deutschland durch das Unternehmen Martini in Augsburg für Gewebe, und in Belgien die Veramtex in Brüssel, welche lange Zeit das einzige Unternehmen war, das sowohl Gewebe wie auch Maschenwaren mit Ammoniak behandeln konnte.

## Was ist Ammoniak?

Ammoniak ist ein Naturstoff, die chemische Formel ist  $\text{NH}_3$  (ein Atom Stickstoff und drei Atome Wasserstoff). Seit dem Ursprung des Lebens ist Ammoniak ein Zwangsglied der biologischen Kette. Mit Ausnahme von einigen Hül-

**Ing. Daniel Hazard**

*Veramtex S.A./N.V. (B)*

senfrüchten sind weder Pflanzen noch Tiere in der Lage den Stickstoff aus der Luft zu binden um lebenswichtige Eiweisskörper zu bilden. Das Ammoniak und dessen Nebenprodukte sind die einzigen Quellen für Pflanzen und Tiere um Stickstoff aufzunehmen.

und seine Nebenprodukte der Landwirtschaft anzubieten. Bedeutende Mengen benötigt man zudem bei der Herstellung von Chemiefasern, wie z. B. von Polyamid- oder Polyacrylfasern.

Bei Raumtemperatur und atmosphärischen Druck ist das Ammoniak ein Gas, das durch seinen Geruch unverkennbar ist. Ammoniak ist sehr gut wasserlöslich, woraus jene «Ammoniaklösung» entsteht die alle Hausfrauen gut kennen. Heutzutage wird das flüssige Ammoniak in hunderten von Anlagen mit Kapazitäten von 800 bis 2000 t pro Tag weltweit hergestellt. Mit der industriellen Herstellung und Anwendung des Ammoniaks verbundenen Probleme sind in vielen Bereichen seit langem gelöst. Die Tex-



Abb. 1: Ammoniak-Veredlungsanlage für Gewebe und Maschenware

Bild: Veramtex

Ammoniak liegt natürlich in den zersetzten Tier- und Pflanzenabfällen vor, die in der Landwirtschaft eingesetzt werden. Da die zur Verfügung stehenden Mengen bei weitem unzureichend sind um die weltweiten Ernährungsbedürfnisse zu sichern, ist eine wichtige Industriebranche entstanden, deren Zweck es ist das notwendige Ammoniak

tilindustrie zeigt dennoch ein gewisses Zögern, wenn es um den Einsatz geht.

## Das Veramtex-Verfahren

Bei der Behandlung handelt es sich um eine kontinuierliche Imprägnierung des Textilproduktes mit flüssigem Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) unter Atmo-

sphärendruck, also bei Kochtemperatur von  $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Die anschließende Entfernung des Ammoniaks kann entweder durch Verdampfung («Sanforset»-Verfahren) oder durch Spülung in Wasser («Veramtex»-Verfahren) erfolgen.

Bei der Zellulose verändert sich wie bei einer Mercerisierung mit NaOH das Zellulosegefüge der Baumwolle. Es entsteht eine Umorientierung des Kristallgitters mit einer Rotation und einer Verschiebung der Zelluloseketten um ihre Achse. Daraus resultierend reagiert die Baumwolle wesentlich besser auf Chemikalien. Das winzige Ausmass des Ammoniakmoleküls und die niedrige Oberflächenspannung des flüssigen Ammoniaks begünstigen das Eindringen des Alkalis in den Faserkern, ohne dass dabei die Mikrofibrillen zerstört werden, was bei Einsatz anderer Quellungs-mittel öfters festgestellt worden ist. Die Wasserlöslichkeit und die Flüchtigkeit ermöglichen eine schnelle und vollständige Beseitigung des eingedrungenen Ammoniaks aus der Faser.

### Unterschiede im Verfahren

Das Eindringen des Ammoniaks in den Faserkern und seine Entfernung daraus findet beinahe augenblicklich statt. Die Behandlung ist also sehr schnell und die Mercerisierungsstrasse sehr kurz (Imprägnierungs- und Verdampfungszeit 15 bis 25 s). Der Einsatz bei Kochtemperatur erlaubt eine Defacto-Stabilisierung der Funktionsparameter, wie Temperatur, Konzentration, Spannung und vermeidet den Einsatz zusätzlicher Hilfsmittel.

Die Mercerisierung mit flüssigem Ammoniak erlaubt praktisch eine komplette Wiedergewinnung durch Destillation und die kontinuierliche Wiederverwendung des Alkalis in seinem reinen Zustand. Das ist bei NaOH nicht möglich, dort bleibt die Flotte, besonders bei einer Mercerisation von Rohbaumwolle, verschmutzt. Bedingt durch die schnelle Entfernung des Ammoniaks kann der Wasserbedarf um mehr als die Hälfte reduziert werden. Zusammenfassend bietet das Verfahren folgende Vorteile an:

Tab. I: Ergebnisse der Ammoniakbehandlung auf Gewebe für Berufsbekleidung  
100 % Baumwolle, 290 g/m<sup>2</sup>

	Muster 1	Muster 2	Muster 3	Muster 4
<b>Bruchfestigkeit</b>				
Kette	1191,9 N	1267,5 N	1393 N	896,6 N
Schuss	890,7 N	864,3 N	879 N	662,2 N
<b>Elastizität</b>				
Kette	16,30 %	10,20 %	11,20 %	12,40 %
Schuss	11,10 %	15,60 %	20,80 %	13,80 %
<b>Reissfestigkeit</b>				
Kette	50,2 N	29,3 N	30,8 N	48,3 N
Schuss	48,1 N	24,0 N	28,2 N	40,2 N
<b>Kritterwinkel</b>				
Trocken		183,6°	193,2°	220°
Nass		128,8°	143,0°	235°
Scheuerung 3000 rpm/90'		4,40 %	3,60 %	3,90 %

Muster 1 100 % Rohbaumwolle  
Muster 2 100 % Baumwolle, gebleicht

Muster 3 100 % Baumwolle + NH<sub>3</sub>  
Muster 4 100 % Baumwolle + NH<sub>3</sub> + Harz

- Ammoniak ist ein Naturstoff
- Nach der Behandlung sind keine Spuren mehr auf und im Gewebe vorhanden.
- Kein Ausscheiden von verschmutzten Gasen oder Flüssigkeiten.
- Das Ammoniak kann vollständig wiedergewonnen, gereinigt und durch Destillation wieder eingesetzt werden, wobei der Nutzeffekt beinahe 100 % wunschgemäss erreicht wird.
- Die Ergebnisse sind konstant und reproduzierbar.

### Einfluss auf die Faser

Die Eigenschaften die durch das traditionelle Mercerisieren erhalten werden, wie bessere Anfärbbarkeit, Dimensionsstabilität und ein ausgeprägteres Warenbild werden durch die Ammoniakbehandlung weitgehend erhalten. Der Einfluss des Ammoniaks auf die Zellulose unterscheidet sich von dem des Ätznatrons, und zwar:

Das Ammoniak ist ein leichtes Alkali und beschädigt die Fasern nicht, im Gegensatz zum NaOH, welches sehr aggressiv reagiert und dadurch die mechanischen Eigenschaften, wie Scheuern, Bruch oder Reissfestigkeit verstärken. Durch den Einsatz des «sanfteren» Mercerisierungsmittels tritt jedoch keine Griffverschlechterung der Ware ein.

Selbst bei mehreren Waschgängen bleibt der Griff angenehm. Beim Einsatz von Ammoniak quillt die Faser weniger, sie erscheint plastischer d. h. es entsteht eine bessere Oberflächenstruktur die durch den Gebrauch und wiederholtes Waschen nicht beeinträchtigt wird. Die Lebensdauer der Textilien erhöht sich. Der Unterschied bei der Quellung erklärt ebenfalls das glänzende Aussehen der Faser nach der Behandlung mit Natron und das satinierte Aussehen nach der Behandlung mit Ammoniak.

Das Natron dringt nicht in den Faserkern ein. Ammoniak dringt ein und daraus resultiert ein regelmässiges und gleichmässiges Ergebnis bei der Behandlung. Das fortschreitende Schrumpfen beim Waschen ist praktisch gestoppt und die Farben werden nicht verändert. Das im Prozess nachgeschaltete Trocknen wird beschleunigt. Die Architektur der Mikroporen, die durch die kleinen Ammoniakmoleküle geschaffen wurden erleichtern beim Schleudern oder mechanischen Entwässern den Transport und die Eliminierung der in der Baumwolle vorhandenen wässrigen Lösungen.

### Auswertung der Wirkungen

Die Ammoniakmercerisation ändert die Morphologie der Zellulose ab und verändert komplett die Ei-

enschaften der Baumwollfaser. Durch die Steigerung der Affinität zum Färben haben die Affinität und die Empfindlichkeit zu allen anderen Appreturmittel und Behandlungen ebenfalls zugenommen. Anschliessende Ausrüstungsbehandlungen müssen darauf abgestimmt werden. Eine Anpassung der nachfolgenden Schritte bewirkt eine Synergie zwischen der Ammoniakbehandlung und dem Ausrüstungsprozess. Damit werden optimale Bedingungen geschaffen die zur Entwicklung neuer Artikel mit aussergewöhnlichen Eigenschaften führen. Solche Eigenschaften, welche die Pflege, den Gebrauch und die Stabilität betreffen, sind das Ergebnis eines Gitters bestehend aus Zellulosemolekülen an die ein Weichmacher gebunden werden kann.

**Behandlung von Geweben**

Vor der Behandlung soll das Gewebe sorgfältig entschlichtet, abgekocht und ohne optische Aufheller gebleicht werden. Nach der Ammoniakphase ist es nicht zweckmässig, das Gewebe einer weiteren starken alkalischen Behandlung zu unterziehen. Eine niedrige Restalkalität der Baumwolle beim Harzauftrag kann z. B. ein optimales Vernetzen verhindern, wobei der Katalysator teilweise inaktiv wird.

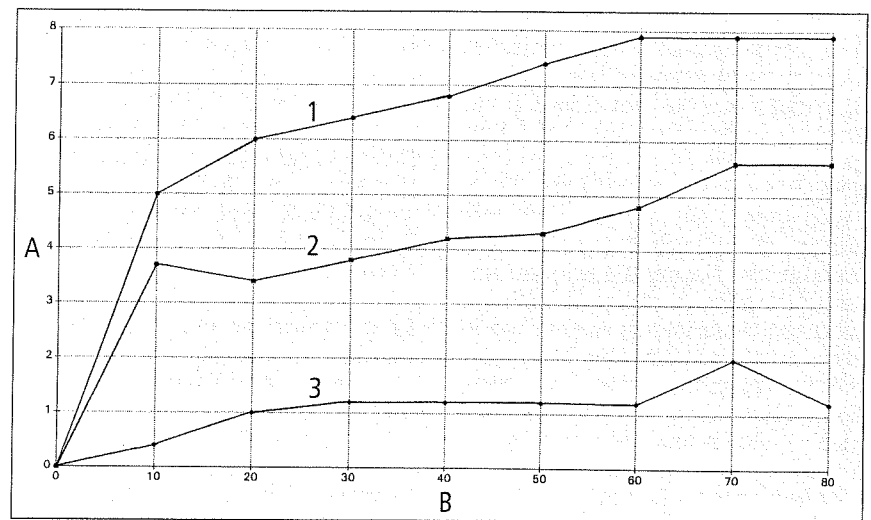


Abb. 3: Schrumpfung nach dem Waschen. Baumwollgewebe, 290 g/m<sup>2</sup> für Berufsbekleidung  
 A Längenschrumpfung in %  
 B Anzahl der Waschgänge bei 90 °C  
 1 Gebleicht  
 2 Gebleicht + NH<sub>3</sub>  
 3 Gebleicht + NH<sub>3</sub> + Harz

Das Gewebe muss also vor einem Harzauftrag neutralisiert werden. Je nach dem Einsatzgebiet und den gewünschten Eigenschaften, wird das Gewebe dann trocken kondensiert und feucht vernetzt. Bei einer Ammoniakbehandlung gekoppelt mit einer Feuchtvnetzung wie sie z. B. bei Popeline angewandt wird kann ein Pflegebeständigkeits-Verhältnis erreicht werden, welches seit Jahrzehnten ein unerfüllter Wunsch geblieben war (ein deutscher Hemdenkonfektionär be-

hauptet, dass seine Artikel aus 100%-reiner Baumwolle kein Bügeln nach dem Waschen und Trocknen auf Kleiderbügeln brauchen).

**Die wichtigsten Verbesserungen**

Der Knittererholungswinkel im trockenen und nassen Zustand (Tab. I) nimmt zu, ausserdem wird ein besseres Verhalten beim Waschen und Gebrauch der Textilien festgestellt

- eine gesteigerte Beständigkeit in den meisten Fällen (Bruch, Riss, Scheuern) (Tab. I)
- ein angenehmer Griff
- eine dauerhafte Stabilität, das fortschreitende Schrumpfen wurde stark reduziert (Abb. 3)

In Bezug auf die Berufskleidung, haben zahlreiche Weber die mit Ammoniak behandelte 100%-reine Baumwolle gewählt, mit denselben Resultaten wie bei einer Polyester/Baumwollmischung, die folgende Nachteile aufweist: ein niedriger Tragekomfort, eine niedrige Saugfähigkeit, Durchsichtigkeit beim langen Gebrauch und dazu keine biologische Abbaubarkeit.

Bei Bastfasern wie Flachs und Ramie sind die Resultate nach der Ammoniakbehandlung noch bemerkenswerter (Tab. II).

**Behandlung von Maschenwaren**

Bei Maschenwaren sind die erwähnten Empfehlungen nicht so

Tab. II: Mechanische Eigenschaften eines 100 % Leinengewebe für Bekleidung

	Übliche Ausrüstung		Ausrüstung mit Trockenkondensation		Übliche Ausrüstung		Ausrüstung mit feuchter Vernetzung	
			ohne NH <sub>3</sub>	mit NH <sub>3</sub>			ohne NH <sub>3</sub>	mit NH <sub>3</sub>
Waschschrumpfung nach 5 x 40 °CX								
Kette	-8 %	-3,50 %	-1,10 %	-8 %	-4,20 %	-1,20 %		
Schuss	-8 %	-3,50 %	-2,00 %	-8 %	-4,00 %	-1,50 %		
Knitterwinkel (Kette + Schuss)								
Trocken	127 °	170 °	250 °	127 °	145 °	240 °		
Nass	124 °	165 °	235 °	124 °	170 °	255 °		
Wash and Wear (Monsanto)	1,5	3	4,3	1,5	3,5	4,5		
Reibungsfest: Beschleuniger 3000 rmp/120'	-10 %	-32 %	-16 %	-10 %	-26 %	-10,50 %		

streng zu betrachten, denn die dabei erwünschten Eigenschaften sind im allgemeinen nicht dieselben die man bei gewebten Textilerzeugnissen (Festigkeit und Knitern) wünscht.

Die Mercerisierung erfolgt auf Rohware oder auf einem gefärbten Garn mit Trikodrehung. Mit Ausnahme von Naphtolfarbstoffen sind alle Farbstoffe Ammoniakbeständig und die Ausrüstung unterscheidet sich nicht viel von der konventionellen Veredlung, aber nur wenn kein Harz eingesetzt wird. Dank der Ammoniak-Mercerisierung wird eine Verstärkung der mechanischen Eigenschaften erreicht und es ist jetzt möglich Maschenwaren mit einem Harz-Auftrag zu behandeln, wobei gute mechanische Eigenschaften (Reiss- und Berstfestigkeit) erhalten bleiben.

Griff und die Elastizität werden verbessert sowie eine langfristige Stabilität erreicht. Die verbesserten mechanischen Eigenschaften führen dazu, dass die Ware leichter konfektioniert werden kann. Ausserdem wird ein Einrollen der Kanten verhindert.

### Zukunftsaussichten

Produkte mit nicht vergleichbaren Eigenschaften wie Griff, Komfort,

umweltschonende und weniger wasserverbrauchende Prozesse erlauben Polyester-Baumwollmischung durch 100%-reine Baumwolle zu ersetzen. Dies sind einige Hauptgründe welche den steigenden Erfolg der Ammoniakmercerisierung in Europa (hauptsächlich in Deutschland, in der Schweiz und in Österreich) erklären.

Es ist bewiesen worden, dass der flüssige Ammoniak in der Praxis problemlos eingesetzt und wiederverwendet werden kann. Andererseits werden die Normen über die Umwelt immer strenger. Demzufolge ist es heute wohlbegründet, daran zu denken, den Ammoniak als Lösungsmittel beim Färben einzusetzen. Das kontinuierliche Färben mit flüssigem Ammoniak ist bekannt. Ammoniak wird anstelle von Wasser eingesetzt um den Farbstoff auf die Faser zu bringen.

Dieses Verfahren ist erstaunlich einfach. Das Gewebe bzw. die Maschenware wird mit dem im Ammoniak bei  $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$  gelösten Farbstoff foulardiert. Die Ware wird dann gedämpft, um das Ammoniak zu entfernen und den Farbstoff zu fixieren. Ein Nachwaschen, um den nichtfixierten Farbstoff zu eliminieren, beendet den Färbezyklus.

Alle herkömmlichen Farbstoffe, die getestet worden sind, lösen sich im Ammoniak (ausgenommen Acetat), somit können alle Faserarten nach dieser Methode gefärbt werden.

Das in Frage kommende Verfahren erlaubt, alle mit der Wasserqualität verbundenen Probleme zu vermeiden. Es ist nicht nötig, den pH-Wert und die Temperatur der Foulardflotte zu kontrollieren, weil diese Parameter auf Grund der Natur des Ammoniaks konstant bleiben.

Andererseits entfallen zahlreiche Hilfsmittel und Chemikalien, wie Netzmittel, Salz, Wasserenthärter, Egalisierungsmittel und Carrier oder Retarder.

Versuche haben eine gute Durchfärbung und eine, vom Typ und der Textur der Ware abhängige, reduzierte Dampfzeit (3 bis 30 s) wie auch eine hervorragende Egalität gezeigt. Diese Technologie zeichnet sich vom Färbeprozess mit überkritischem Kohlendioxyd (das ein nicht kontinuierliches Färben und einem Druck von 74 Bar beständige Geräte erfordert) durch seine Einfachheit und die Fähigkeit, alle Zellulose-Fasern sowohl zu mercerisieren wie auch zu färben aus. ■