

## Zur Systematik der Chemie der Textilveredelung<sup>1</sup>.

Von

E. I. Valko, Mountain Lakes, New Jersey, USA.

(Eingelangt am 8. Aug. 1949. Vorgelegt in der Sitzung am 13. Okt. 1949.)

Mit der fortschreitenden Erkenntnis der physikalisch-chemischen Grundlagen der Veredelung von Textilmaterialien wird das Bedürfnis nach einer neuen Systematik immer mehr fühlbar. Die Systematik, die bisher in den Lehrbüchern und Monographien benützt wurde, beruhte in erster Linie auf der Natur der Faser (tierische, pflanzliche und synthetische Faser mit entsprechender Untergruppierung), in zweiter Linie auf dem Zweck des Prozesses (Wasserabstoßung, Knitterfestigkeit usw.). Dies mag vom rein praktischen Standpunkte aus manche Vorteile haben, vom wissenschaftlichen Standpunkte aus erweist es sich unbefriedigend. Es genügt darauf hinzuweisen, daß, wenn man z. B. die kolloidchemischen Grundlagen der Textilveredelung behandelt, die bisher gebräuchliche Klassifizierung zu zahlreichen Wiederholungen führt und keine Einheitlichkeit zuläßt. In den nachfolgenden Zeilen wird versuchsweise der Umriß einer Systematik vorgeschlagen, die diese Nachteile vermeidet.

Die chemischen Veredelungsprozesse, gleichgültig, ob sie eine Verbesserung der mechanischen und der optischen Eigenschaften, oder der Widerstandsfähigkeit der Textilien gegen atmosphärische Einflüsse oder Kleinlebewesen bezwecken, bestehen darin, daß man den Textilmaterialien entweder *neue Substanzen hinzufügt* (wie z. B. beim Färben oder Wasserdichtmachen) oder den Textilmaterialien *Substanzen entzieht* (Waschen, Bleichen) oder schließlich die Textilmaterialien selbst *verändert* (Mercerisieren der Baumwolle, Unschrumpfbarmachen der Wolle).

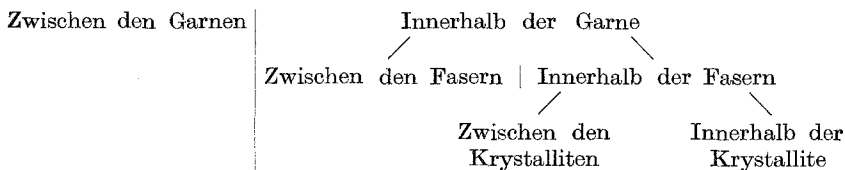
Die zwei von unserem Standpunkte aus wichtigsten Klassifizierungsmerkmale der Prozesse ergeben sich nun durch Beantwortung der Fragen, erstens, wo, das heißt *auf welcher Stufe der Textilstruktur* die Vorgänge stattfinden: ob *innerhalb* der Einzelfasern, an der *Oberfläche* der Einzel-

---

<sup>1</sup> Nach einem Vortrag, gehalten an der Tagung der American Chemical Society in San Francisco am 29. März 1949.

fasern und *zwischen* den *Einzelfasern* innerhalb der Garne, oder zwischen den Garnen; zweitens, welche Art von chemischen Kräften dabei wirksam ist. Wir schlagen vor, in erster Linie die topologischen, in zweiter Linie die energetischen Merkmale der Vorgänge zu ihrer Klassifizierung zu benützen.

Besonders wichtig erscheint die Unterscheidung zwischen solchen Vorgängen, die sich innerhalb der Einzelfasern und solchen, die sich zwischen den Einzelfasern abspielen. Bekanntlich ist das Innere der üblichen Fasern nur dem Wasser und den wäßrigen Lösungen zugänglich. Die mikroskopische Oberfläche der Fasern beträgt größenordnungsgemäß 1000 qcm/g. Demgegenüber beträgt die submikroskopische oder „innere“ Oberfläche der Fasern, die in der trockenen Faser latent ist und nur durch Quellung zugänglich wird, größenordnungsgemäß 2000000 qcm/g. Bei gewissen Veredelungsvorgängen wird jedoch nicht nur diese innere Oberfläche, sondern die gesamte Masse der Fasersubstanz erfaßt, wenn nämlich die Quellungsmittel nicht nur zwischen die Kristallite in die amorphen Bezirke der Fasern, sondern auch in die kristallinisch organisierten Gebiete eindringen. Es ergibt sich die folgende Topologie der Veredelungsvorgänge:



Größenordnungsmäßig beträgt für typische Textilien der mittlere Abstand zwischen den Garnen 10 bis 100  $\mu$  und zwischen den Einzelfasern etwa 1  $\mu$ , während der mittlere Porendurchmesser der wasserquollenen Fasern auf 0,05  $\mu$  geschätzt wird. Daher können nur molekulare Lösungen oder Ionenlösungen in die Fasern eindringen. Zu diesen können auch mizellare Systeme vom Typus der Seifen und der Farbstoffe gerechnet werden, die zwar zu größeren Aggregaten zusammengeballt sind, aber im Gleichgewicht mit diesen genügend Einzelmoleküle und Ionen enthalten, um in die submikroskopischen Poren zu diffundieren. Flüssigkeiten, welche die Fasern benetzen, dringen leicht zwischen die Einzelfasern, falls ihre Viskosität nicht zu hoch ist. Im letzten Falle kann Druck (Quetschen) das Eindringen beschleunigen. Makromoleküle können auf diese Weise wohl zwischen die Fasern, jedoch nicht in die Einzelfasern gebracht werden, da sie im Verhältnis zu den submikroskopischen Poren zu groß sind. Ebenso wenig können Emulsionen und Suspensionen in die Einzelfasern eindringen. Sie müssen feinteilig sein, um zwischen die Fasern zu dringen.

Vom gebrauchstechnischen Standpunkte aus kann man nun fragen, welche topologische Klasse einem erstrebten Effekt am besten dienen würde und dann fragen, ob die tatsächlich ausgeführte Behandlung dieser Klasse entspricht. Die folgende Tabelle ist sehr unvollständig und soll dieses Problem nur an einigen Beispielen illustrieren.

Topologie der Veredelungsvorgänge.

Prozeß	Erfordert	Ausgeführt
Weichmachen . . . . .	zwischen den Fasern	zwischen den Fasern, in den Fasern
Knitterfestmachen . . . .	in den Fasern	in den Fasern
Wasserdichtmachen . . . .	zwischen den Garnen	zwischen den Garnen
Wasserabweisendmachen	zwischen den Fasern	zwischen den Fasern, in den Fasern
Schiebefestmachen . . . .	zwischen den Garnen	in den Garnen
Schrumpfwiderstand (Wolle) . . . . .	zwischen den Fasern	zwischen den Fasern
Färben, molekular . . . .	in den Fasern	in den Fasern
„ Pigment- . . . . .	zwischen den Garnen	zwischen den Garnen

Die Angaben der Tabelle sollen kurz erklärt werden. Das Weichmachen der Textilgewebe wird durch Geschmeidigwerden der Garne bewirkt, das heißt durch *Herabsetzung* der *Reibung* zwischen den Einzelfasern. Zu diesem Zweck muß ein Gleitmittel an die Oberfläche der Fasern, das heißt zwischen die Fasern gebracht werden. Wenn jedoch dieses Gleitmittel molekular im Wasser gelöst ist, läßt es sich nicht vermeiden, daß ein erheblicher Teil davon in die Einzelfasern diffundiert, obwohl es dort vermutlich unwirksam ist. Wasserunlösliche Weichmacher, die in Emulsion angewandt werden, bleiben zwischen den Fasern. Nichtsdestoweniger sind sie weniger wirksam als die molekular gelösten kationischen Weichmacher, offenbar deswegen, weil sie im Gegensatz zu den letzteren nicht orientiert adsorbiert werden. Im Gegensatz hierzu besteht das Schiebefestmachen in der *Erhöhung* der *Reibung* zwischen den Garnen. Wenn jedoch die dazu dienenden Mittel in wäßriger Lösung angewandt werden, wie gewisse Tallölabkömmlinge, dringt ein Teil davon in die Garne, sogar in die Fasern und geht dort vermutlich vom Standpunkte der erstrebten Wirksamkeit verloren.

Die übliche Methode des Knitterfestmachens besteht vermutlich in der Herabsetzung der plastischen, irreversiblen Dehnung der Einzelfasern. Zu diesem Zweck muß das Innere der Faser erfaßt werden. Nur solche Harnstoff-Formaldehyd-Kondensationsprodukte, die vor der Anwendung noch keine makromolekulare Dimension erreicht hatten, können knitterfest machen. Sonst rufen sie nur Steifheit der Gewebe hervor.

Molekular gelöste Farbstoffe, die an der inneren Oberfläche der Fasern monomolekular adsorbiert werden, würden an der mikroskopischen Oberfläche der Fasern keine tiefe Farbe erzeugen. Pigmentfarbstoffe hingegen, die eine Teilchengröße von 0,1 bis  $1\mu$  haben, rufen genügende Farbtiefe hervor, wenn sie an der Oberfläche der Garne in vielfacher Schicht sich befinden.

Der energetische Gesichtspunkt ergibt sich im Zusammenhang mit der Frage nach der Irreversibilität der Veredlungsvorgänge. Verbesserungen der Textilien sollten womöglich ebenso dauerhaft sein wie die Ware selbst. Die Änderung des Textilmaterials und die Einführung der neuen Substanzen in die Textilmaterialien sollen daher irreversibel sein. Um dies zu bewirken, werden drei verschiedene Prozeduren benützt, die in der folgenden Tabelle aufgezählt sind.

#### Fixierung des Veredlungsmittels:

1. Durch Wiederherstellen der Kohäsion des Faserstoffes.  
Beispiele: Spinnfärben oder Spinnmattieren.
2. Durch Wiederherstellen der Kohäsion des Veredlungsmittels.  
Beispiele: Niederschlagen;  
Kuppeln;  
Oxydieren;  
Polymerisieren;  
Polykondensieren;  
Koagulieren.
3. Durch Adhäsion des Veredlungsmittels:
  - a) *van der Waalssche* Kräfte (Substantivität);
  - b) Hauptvalenzkräfte (chemische Reaktion zwischen Faser und Veredlungsmittel).

Die Irreversibilität kann darauf beruhen, daß entweder die Faser als kontinuierliche Phase das Veredlungsmittel, oder umgekehrt dieses als kontinuierliche Phase die Faser umschließt. Um diesen Zustand herzustellen, muß die Kohäsion des einen der beiden Komponenten zunächst vorübergehend aufgehoben und dann wiederhergestellt werden. Wird z. B. ein Pigment der Spinnmasse einer Kunstfaser (in Lösung oder Schmelze) beigemischt, so beruht die Dauerhaftigkeit der Färbung auf der vorübergehenden Aufhebung und Wiederherstellung der Kohäsion des Faserstoffes. Viel zahlreicher sind die Methoden, die auf der vorübergehenden Aufhebung der Kohäsion des Veredlungsmittels beruhen. Das einfachste Beispiel ist die Niederschlagung eines unlöslichen Körpers in der Faser durch doppelte Umsetzung bei nachfolgender Behandlung mit zwei Lösungen ( $\text{BaCl}_2$  und  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  für Mattieren, Aluminiumacetat und Natriumstearat für Wasserabstoßen). Besonders die Färberei hat eine Fülle von Reaktionen für dieses Prinzip herangezogen. Die Oxydation der Leukoverbindungen, die Kupplung der Naphthole mit Diazoverbindungen, die Nachbehandlung der Farbstoffe mit komplexbildenden

Metallsalzen gehören in diese Gruppe. Modernere Beispiele dafür sind Polymerisation und Polykondensation. Diese beschränken sich nicht auf Ablagerung des Veredelungsmittels innerhalb der Fasern, sondern dienen auch für Ablagerung zwischen den Fasern. Ebenso wird die irreversible Koagulation, z. B. von Latex und von Emulsionspolymerisaten, zur Erzeugung von mehr oder weniger kontinuierlichen Filmen um die Fasern und die Garne benützt. In dieselbe Gruppe gehören die alten Methoden der Hitzedenaturierung von Eiweiß und des Verdunstens nichtwässriger Lösungen, wie auch die moderne Methode der Plastisole. Plastisole sind streichbare Massen, bestehend aus der mechanischen Verteilung eines Kunststoffes in einem Weichmacher, die nach Aufbringen auf das Gewebe und Erwärmen in eine homogene, zähe Schicht übergehen.

Die dritte Methode der obigen Tabelle benützt die chemischen Anziehungskräfte zwischen den Molekülen des Faserstoffes und des Veredelungsmittels. Entweder handelt es sich dabei um *van der Waalssche Kräfte*, die für die bevorzugte Adsorption verantwortlich sind (Substantivität der direkten Cellulosefarbstoffe, Anionenaustausch der sauren Farbstoffe, Kationenaustausch hochmolekularer Ammoniumsalze, die als Weichmacher für Viskoseseide dienen) oder um *Hauptvalenzkräfte*, die eine chemische Reaktion des Veredelungsmittels mit dem Faserstoff bewirken. Die letzte gewährt wohl die festeste Bindung. Die Möglichkeiten der chemischen Reaktion sind jedoch dadurch beschränkt, daß die Reaktionsfähigkeit der Faser-moleküle verhältnismäßig niedrig, ihre Empfindlichkeit gegenüber chemischem Abbau jedoch hoch ist. Die hervorragende Stellung des Formaldehyds in der Textilchemie ist durch den Umstand bedingt, daß er befähigt ist, mit der Faser Reaktionen einzugehen unter Bedingungen, die keinen Abbau der Makromoleküle hervorrufen.

In den Molekülen der Veredelungsmittel, die mit der Faser in chemische Reaktion treten, kann man gewöhnlich drei Gruppen unterscheiden: die wirksame Gruppe, die, an das Faser-molekül gekettet, den erstrebten Effekt bringt, die löslich-machende Gruppe und die verankernde oder reagierende Gruppe. Das Molekül des wasserabweisend-machenden Stearoyl-amido-methyl-pyridinium-chlorids z. B. enthält die wirksame Stearoylgruppe, welche den Randwinkel der Faser erhöht, die löslich-machende Pyridiniumgruppe und die verankernde Methylengruppe, welche durch Ätherbindung mit den Hydroxylgruppen der Cellulose reagiert.

Das gegenwärtig zur Verfügung stehende Beobachtungsmaterial erlaubt gewisse Veredelungsvorgänge noch nicht in topologischer und energetischer Hinsicht voll zu kennzeichnen. Mit der fortschreitenden Forschung wird sich jedoch der Rahmen der neueren Systematik immer mehr füllen.

**Zusammenfassung.**

Es wird eine topologische und energetische Systematik der Textilveredelungsvorgänge vorgeschlagen. Die erste unterscheidet zwischen Vorgängen, die innerhalb der Einzelfasern, zwischen den Einzelfasern und zwischen den Garnen stattfinden. Die zweite unterscheidet verschiedene Prozeduren der Fixierung: 1. durch vorherige Aufhebung und Wiederherstellung der Kohäsion des Faserstoffes oder des Veredelungsmittels, 2. durch Adhäsion des Veredelungsmittels an den Faserstoff mittels Nebenvalenz- oder Hauptvalenzkräften.