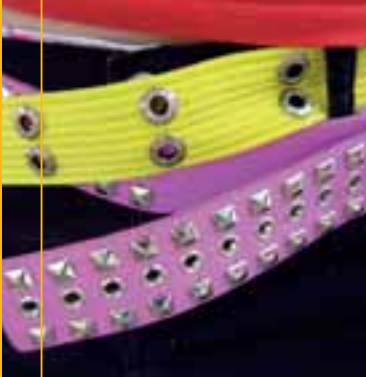




Informationsserie
TEXTILCHEMIE



Vorwort

Textilien umgeben den Menschen – und zwar im wahrsten Sinne des Wortes. Er trägt sie nicht nur am Körper, sondern lebt und arbeitet mit ihnen, gestaltet mit ihnen seine Freizeit, lässt sich von ihnen in Gefahrensituationen schützen oder medizinisch versorgen. Denn von der Kleidung über den Sofabezug aus Microfaser bis hin zur Angelausrüstung, zum Airbag im Auto oder zum chirurgischen Nähfaden: Überall nutzen wir Textilien.

Damit wir sie aber in der jeweiligen Form und für den bestimmten Gebrauch verwenden können, ist der gezielte Einsatz von Chemie erforderlich. Das reicht von der Garnherstellung für ein T-Shirt bis hin zu Raumanzügen, die den Astronauten vor Strahlung oder Kälte schützen sollen. Man denke auch an das riesige Spektrum von Farbstoffen und Pigmenten für die Färbung von Fasern und Textilien. Wie beim Lesen dieser Broschüre deutlich werden wird, sind die Einsatzgebiete der Textilchemie unglaublich breit gefächert und bieten auch für die Zukunft viele weitere reizvolle Möglichkeiten.

Im Zuge der schon sehr früh einsetzenden Globalisierung der Textilwirtschaft wurde Deutschland zu einem bedeutenden Exportland für Textilchemikalien; die deutschen Hersteller von Textilchemikalien sind heute wichtigster Lieferant. In der sogenannten „textilen Kette“ arbeiten die Faserhersteller, die Lieferanten von Farbstoffen und chemischen Hilfsmitteln sowie die textilveredelnde Industrie Hand in Hand. Ungeachtet der Verlagerung eines Großteils der Bekleidungsindustrie in Länder außerhalb der EU hat die Textilchemie ihre Bedeutung für den Standort Deutschland erhalten können, wenn auch mit neuem Schwerpunkt. Denn zunehmend behaupten sich Firmen am deutschen und am europäischen Markt, die sich auf die Herstellung technischer Textilien, z. B. für den Fahrzeugbau, konzentrieren. Hier kommt es weniger auf niedrige Lohnkosten, sondern vielmehr auf Qualität, Liefersicherheit und eine enge Zusammenarbeit zwischen Lieferanten und Kunden an. In diesem hoch innovativen Bereich konnten überlebensfähige und weiterhin wachsende Nischen geschaffen werden, für die die oben genannten Erfolgsfaktoren von hoher Bedeutung sind.

Die vorliegende Informationsserie, die in Zusammenarbeit mit dem Fonds der Chemischen Industrie und dem Verband TEGEWA e.V. entstanden ist, ist in erster Linie für den Chemieunterricht in den Sekundarstufen I und II gedacht. Weil unser Thema so gut wie alle Bereiche des täglichen Lebens berührt, sind Textheft und CD-ROM darüber hinaus sicherlich für jeden von Interesse, der ein wenig mehr über dieses spannende und zukunftssträchtige Feld erfahren möchte.

Dem Textheft beigelegt ist eine CD-ROM, auf der Vorschläge für Experimente in der Schule gemacht werden. Sie enthält zudem die Powerpointfolien, ein umfangreiches Glossar und Arbeitsblätter, die den Unterricht praxisnah und sinnvoll ergänzen sollen.

Wir hoffen mit dieser Kombination aus Informationen und Praxisanwendungen einen interessanten Blick hinter die Kulissen eröffnet zu haben und diesen meist im Hintergrund stehenden Bereich ein wenig mehr ins Licht der Öffentlichkeit gerückt zu haben.

Frankfurt am Main, im Januar 2007
Die Herausgeber

Vorwort >3**1 Didaktische Hinweise für den Chemieunterricht >7**

1.1 Textilien im Chemieunterricht der Sekundarstufen I und II >8

2 Kleider machen Leute – historische Anmerkungen zu Textilien >10**3 Vom Rohstoff zum Textil >12**

3.1 Naturfasern >13

3.1.1 Wolle (WO) >13

3.1.2 Baumwolle (CO) >15

3.2 Chemiefasern >15

3.2.1 Cellulose Chemiefasern >16

3.2.2 Synthetische Chemiefasern >18

3.2.3 Arbeitsgänge der Chemiefaserherstellung >22

Exkurs: Was sind Microfasern? >22

3.3 Arbeitsprozesse bei der Textilherstellung >26

3.3.1 Spinnen und Garnherstellung >26

3.3.2 Herstellung textiler Flächen >27

3.4 Textilveredelung >30

3.4.1 Vorbehandlung >30

Exkurs: Umweltschutz ist heute mehr und mehr systemintegriert >31

3.4.2 Färberei >33

3.4.3 Stoffdruck >35

3.4.4 Ausrüstung >36

3.4.5 Konfektion >41

4 Verwendung textiler Produkte >43

4.1 Bekleidungstextilien >43

4.1.1 Funktionalität von Bekleidungstextilien >43

Exkurs: HighTex-Forschungsbeispiel Fleece: Hochleistung, die sich gut anfühlt >43

4.1.2 Mischgewebe >45

4.2 Heimtextilien >46

4.3 Technische Textilien >47

4.3.1 Textilien in der Verkehrstechnik >47

4.3.2 Schutzbekleidung für Extremsituationen >48

4.3.3 Textilien für Hygiene und Medizin >49

4.3.4 Textiles Bauen >49

5 Ökologische Aspekte der Herstellung und der Verwendung von Textilien >51

- 5.1 Schutz der Umwelt >51
 - 5.1.1 Abwasser >51
 - 5.1.2 Luft >51
- 5.2 Schutz der Verbraucher >52
- 5.3 Textilunverträglichkeiten >52
 - 5.3.1 Textilfriktion >53
 - 5.3.2 Textilallergien >53
- 5.4 Kennzeichnung von Textilien >54
 - 5.4.1 Öko-Label >54
 - 5.4.2 Verbleib der Textilien nach Gebrauch >56

6 Zukunftsperspektiven >58

Exkurs: Nano... >59

Arbeitsblätter >61

Versuche >61

Impressum >62

1 Didaktische Hinweise für den Chemieunterricht

Wegen ihrer Allgegenwart und ihrer Bedeutung im Lebensalltag der Schülerinnen und Schüler stellen Textilien für den Chemieunterricht einen motivierenden Kontext dar. Das Thema Textilien ist zwar nicht so explizit in den Lehrplänen verankert wie es etwa die Themen Farbstoffe oder Kunststoffe sind, aber anhand von Fragestellungen, die sich rund um das Thema Textilien entwickeln lassen, können verschiedene Pflichtinhalte des Chemieunterrichts vermittelt werden. Dabei werden Kerninhalte der chemischen Fachsystematik und lebensnahe Zusammenhänge so miteinander verflochten, dass der Chemieunterricht attraktiv und effektiv wird.

Auf der Grundlage der zahlreichen chemischen Facetten, die Textilien bieten, können grundlegende Begriffe, Konzepte, Denk- und Arbeitsweisen der Chemie im Unterricht behandelt werden. Dazu gehören insbesondere die vielfachen Aspekte der Relation zwischen der Teilchenstruktur und den Stoffeigenschaften, das Donator-Akzeptor-Prinzip, das chemische Gleichgewicht, die Stoffkreisläufe, die Reaktionstypen in der organischen Chemie und das Denken in Modellen (vgl. Tabellen 1 und 2).

Die vorliegende Informationsserie ist so konzipiert, dass sie für Lehrerinnen und Lehrer einen fundierten Background in Sachen Textilien und Textilchemie anbietet. Das betrifft die Sachinformationen in den folgenden Kapiteln dieser Broschüre. Aus dem bereitgestellten Pool an Informationen kann für die Gestaltung des Unterrichts ausgewählt werden, wobei die Fachbegriffe mithilfe des Glossars auf der CD-ROM dem Niveau der Altersstufe angeglichen werden müssen.

Die Experimente, Folien und Arbeitsblätter von der CD-ROM können in der vorliegenden Form eingesetzt werden oder vom Unterrichtenden für die jeweilige Lerngruppe adaptiert werden. Damit werden Experimente, Aufgaben und Informationen aus dem Schulbuch ergänzt oder teilweise ersetzt.

Folgt man dem „Programme for International Students Assessment“ (PISA), ist „naturwissenschaftliche Grundbildung (scientific literacy) die Fähigkeit, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu treffen, welche die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen“. Ganz in diesem Sinne ist die vorliegende Infoserie gestaltet: Gerade auch die beigefügte CD-ROM kann für Schülerinnen und Schüler als ein Instrument zur Aneignung und Erprobung von Arbeitstechniken dienen. Teile der CD-ROM können zu diesem Zweck kopiert und/oder ins Intranet der Schule eingebunden werden.

Auf der beigefügten CD-ROM sind 14 Versuche und 21 Arbeitsblätter zum Themenbereich Textilien enthalten. Sie können ausgedruckt und als Kopiervorlagen verwendet werden. Ihre Einsatzmöglichkeiten im Unterricht ergeben sich aus den jeweiligen Inhalten. Zusätzliche didaktische Hinweise zum Gebrauch der Versuche und Arbeitsblätter können den orange unterlegten Kästen in diesem Heft entnommen werden.





1.1 Textilien im Chemieunterricht der Sekundarstufen I und II

Einige Impulse im Hinblick auf Einsatzmöglichkeiten dieser Infoserie im Rahmen der Sekundarstufe I bietet Tabelle 1. Die Reihenfolge entspricht den üblichen Lehrgängen in der Sekundarstufe I, wie sie in Lehrplänen und Schulbüchern zu finden sind.

In Tabelle 2 wird auf einige Projektthemen für die Sekundarstufe I hingewiesen, bei denen Bezüge zu Textilien hergestellt werden können. Die Tabelle nennt nach dem Projekttitel den thematischen Schwerpunkt aus der Chemie, darauf in Klammern Einzelaspekte mit Bezugspunkten zu Textilien. Diese Themen können sowohl im Rahmen eines projektorientierten Unterrichts in den planmäßigen Chemiestunden bearbeitet werden als auch an Projekttagen und in Projektwochen.

Da in der Sekundarstufe II verschiedene Kurs- und Themenfolgen möglich und üblich sind, erscheint es in diesem Fall zweckmäßig, die Kapitel aus dieser Broschüre und die Materialien von der CD-ROM mit Inhalten des Chemieunterrichts zu verknüpfen, ohne eine bestimmte curriculare Reihenfolge zu konstruieren (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 1

Unterrichtsinhalte in der Sekundarstufe I (Bezüge zu Textilien)

- Stoffe, Stoffeigenschaften:
Löslichkeit von Stoffen (Fleckentfernung von Textilien, verschiedene Flecke, verschiedene Lösemittel)
- Aggregatzustandsänderungen, Teilchenmodell (Trocknen von Wäsche; Faktoren, von denen die Verdunstung abhängt; Adsorption und Desorption von Geruchsstoffen auf entsprechend ausgerüsteten Textilien)
- Trennen von Stoffgemischen (Filtern durch Textilien, Gewebe = feinmaschige Siebe)
- Chemische Reaktion (Verbrennung verschiedener Textilien, Brandverhalten und Verbrennungsprodukte)
- Brandschutz, Brandbekämpfung (brennbare und gegen Brand ausgerüstete Textilien)
- Wasser, Wasseraufbereitung (Abwässer beim Waschen von Textilien)
- Alkalimetalle und ihre Verbindungen (Zersetzung einiger Textilien in Natronlauge)
- Halogene (Bleichen von Textilien mit Chlor)
- Ionenbindung, Fällungsreaktion, hartes Wasser (Auswirkung des harten Wassers auf das Waschen von Textilien – vgl. auch weiter unten)
- Elektronenpaarbindung, Moleküle (Bauprinzip und Eigenschaften von Makromolekülen am Beispiel von Textilfasern)
- Zwischenmolekulare Kräfte, Hydrophilie, Hydrophobie, mechanische Eigenschaften (Wasserstoffbrückenbindungen zwischen Textilfasern und Wasser-Molekülen, zwischen Molekülen in der Textilfaser etc.)

- Schmutzige Wäsche waschen: Fette, Seifen, Waschmittel (Tenside, Wasserenthärter, Farbaufheller und Bleichmittel beim Waschen von Textilien)
- Das süße Geheimnis von Baumwolle und Weizen: Kohlenhydrate, natürliche Fasern (Fasern aus Cellulose und aus chemisch modifizierter Cellulose)
- Vom Erdöl zu Lifestyle-Textilien: Kunststoffe, Synthefasern (Herstellung, Eigenschaften und Verwendung von „Chemiefasern“)
- Kleider machen Leute: Textilien (Arten, Zusammensetzung, Eigenschaften, Rohstoffe, Herstellung, Umweltproblematik etc.)

Tabelle 2

Projektthemen in der Sekundarstufe I (Bezüge zu Textilien)

Kapitel in diesem Heft über Textilien

Naturfasern: Wolle, Baumwolle

Synthetische Chemiefasern: Polyacryl, Polyamid, Polyester

Natürliche Chemiefasern: Viskose/Acetat

Vom Rohstoff zum Textil: Vorbehandlung, Färberei, Druckerei, Ausrüsten

Sporttextilien, Heimtextilien, Technische Textilien

Ökonomie und Ökologie

Zukunftsperspektiven

Unterrichtsinhalte in der Sekundarstufe II

Aminosäuren, Peptide, Proteine (Primär-, Sekundär- und Tertiärstruktur) für Wollfasern und Seide
Glucose, Saccharose, Stärke und Cellulose für Baumwollfasern

Monomere, Polymere (Struktur und Eigenschaften), Polymerisation, Polykondensation, Polyaddition (Reaktionstypen, Gleichgewichte, technische Prozesse)

Löslichkeitsverhalten von makromolekularen Verbindungen, polymeranaloge Reaktionen

Stoffklassen:
verschiedene Klassen von Makromolekülen, Tenside, Komplexe, Enzyme, Oxidationsmittel, Reduktionsmittel, Säuren, Laugen, Farbstoffklassen, Fluoreszenzfarbstoffe, UV-Absorber

Reaktionstypen:
bei der Vorbehandlung natürlicher und der Synthese künstlicher Fasern, bei einigen Färbeverfahren etc.
Struktur und Beeinflussung der folgenden Eigenschaften:
mechanische (Reißfestigkeit, Elastizität, Resistenz gegen Geschosse etc.), optische (Glanz, Farbe, Fluoreszenz etc.), elektrische (leitend, nichtleitend, halbleitend), chemische (Beständigkeit gegen Säuren, Laugen, Oxidationsmittel, UV-Licht)

Zwischenmolekulare Wechselwirkungen, Gleichgewichte, Massenwirkungsgesetz

Relation Struktur/Eigenschaften (mechanische, thermische, optische und chemische Eigenschaften)

Stoffkreisläufe, Verbundwirtschaft, Energetik, produktionsintegrierter Umweltschutz, Ökobilanzen

Textilien als Anwendungsfeld für Ergebnisse aus der Forschung in den Materialwissenschaften und in den Biowissenschaften

Tabelle 3

Themen und Unterrichtsinhalte in der Sekundarstufe II

2 Kleider machen Leute – historische Anmerkungen zu Textilien

„Kleider machen Leute!“ Ein bekanntes Sprichwort, das Zutreffendes enthält, denn die Bekleidung ist für die Menschen wichtig – nicht nur in bestimmten Kreisen und nicht nur heutzutage. Die geschichtlichen Epochen, die sozialen Schichten, die regional bestimmten Kulturkreise haben nicht nur typische Werkzeuge, Waffen, Kunstwerke, Baudenkmäler etc. geschaffen, sondern sie lassen sich auch durch die Bekleidung der Menschen charakterisieren.

Bereits vor 135 000 Jahren trugen die Menschen der Altsteinzeit einfache Fellkleidung. Damit schützten sie sich in erster Linie vor Kälte. Wie Höhlenzeichnungen jedoch ahnen lassen, diente sie auch als Schmuck und als Unterscheidungsmerkmal (Abb. 1).

Im Laufe der Zeit entwickelten die Menschen Techniken, auch andere natürliche Materialien für Bekleidungszwecke zu nutzen. Zunächst wurden Rohstoffe wie Binsen, Gräser, Bastfasern oder Rosshaar verwendet, die unterschiedliche Faserlängen (Stapellängen) aufweisen. Um die kurzen Fasern zu verlängern, wurden sie aneinandergedreht (verdrillt). Man ging zudem dazu über, die verschiedenen Faserarten durch Verflechten zu Garnen zu kombinieren. Auf diese Weise konnten die Vorteile der unterschiedlichen Fasern genutzt werden. Die ersten Garne wurden aus einer Kombination von Tierhaaren und Pflanzenfasern erzeugt; daraus ließen sich textile Flächengebilde herstellen. Aus den Garnen wurde nicht nur Kleidung gefertigt, es wurden daraus beispielsweise auch Fischernetze geknüpft.

Abbildung 1

Bekleidung im Wandel der Zeit



Im Laufe der folgenden Jahrhunderte begann die Menschheit weitere Naturfasern zu nutzen: Um 5000 vor Christus begannen die Sumerer aus Flachs Leinen herzustellen, um 2700 vor Christus wurde in Peru erstmals Baumwolle angebaut und um 2600 vor Christus stellten die Chinesen erstmals Seide her.

Mit steigender Lebensqualität und wachsender Weltbevölkerung stieg der Bedarf an Textilien. Gleichzeitig musste die Bevölkerung ernährt werden. Deshalb gab es Interessenkonflikte, wie die verfügbaren landwirtschaftlichen Flächen genutzt werden sollten. In Europa musste letztendlich der Nahrungsmittel produzierenden Landwirtschaft – um das Überleben zu ermöglichen – Priorität zulasten der Schafzucht und des Flachsbaus eingeräumt werden. Damit stand dem Anbau von nachwachsenden Rohstoffen für die Textilindustrie in Europa nur noch eine kontinuierlich abnehmende Fläche zur Verfügung, sodass die Versorgung der Bevölkerung mit textilen Rohstoffen vom europäischen Kontinent selbst nicht mehr gedeckt werden konnte. Es wuchs die Bedeutung von Import-Schafwolle aus Australien. Und Leinen, für das man bislang Flachs angebaut hatte, wurde verdrängt von der Baumwolle, die aber nur in subtropischen Ländern gedeiht.

Es waren sowohl militärische Auseinandersetzungen, die des Öfteren zu Störungen der transatlantischen Transportwege führten, als auch gestiegene Ansprüche an Textilien, die den Wunsch drängender werden ließen, sich der bisherigen transkontinentalen Abhängigkeit von nachwachsenden Rohstoffen zu entledigen. Dabei spielte die Chemie eine entscheidende Rolle. Bereits 1665 hatte der Engländer Robert Hooke die Idee, künstliche Fäden aus einer zähflüssigen Masse zu erzeugen. Die Herstellung gelang allerdings erst Christian Friedrich Schönbein; er produzierte im Jahr 1845 künstliche Fäden aus Trinitrocellulose („Schießbaumwolle“), also einem chemisch modifizierten pflanzlichen Produkt. Dieses thermisch brisante Material ist für Textilien ungeeignet – so folgten andere Variationen von cellulosefasern (Kupferseide, Viskose, Acetatseide). Im Jahr 1935 gelang es dann einer Gruppe von Amerikanern um Wallace Hume Carothers, das erste vollsynthetische, spinnfähige Polyamid herzustellen, das in Form der Nylon-Strümpfe ins Bewusstsein der

Öffentlichkeit geriet. Bahnbrechend dafür: die Erkenntnis von Hermann Staudinger, der im Jahr 1925 die Existenz von makromolekularen organischen Verbindungen postulierte und dann auch experimentell nachgewiesen hatte. Somit unterscheiden wir heute zwischen cellulosefasern und synthetischen Chemiefasern. Das vielfach fälschlich als Oberbegriff verwendete Wort „Kunstfaser“ bezeichnet ausschließlich Chemiefasern auf Cellulosebasis.

Bereits im Altertum hatte man bei der Herstellung von Textilien Hilfsstoffe verwendet, die die Bearbeitung der Fasern erleichtert und den Fertigerzeugnissen das gewünschte Aussehen verliehen haben. Seifen zum Waschen und Walken, Öle zur Verbesserung der Glätte beim Spinnen und Weben sowie Stärke zum Versteifen der Gewebe gehörten dazu. Mit zunehmender Technisierung wurden die Anforderungen höher, aber erst um 1900 begann die Entwicklung der modernen Textilhilfsmittel.

Sulfatierte Ricinusöle („Türkischrotöle“) erwiesen sich wegen ihrer Beständigkeit in hartem Wasser als geeignete Hilfsmittel in der Färberei. Die in den folgenden Jahren gefundenen Tenside wurden oft zuerst als Textilhilfsmittel eingesetzt. Ein Meilenstein war 1916 die Entwicklung des Nekals („Netz kalt“), eines Diisopropylnaphthalinsulfonats, des ersten hochwirksamen Netzmittels. Noch in den Zwanzigerjahren wurden die ersten Patente für die Anwendung der Harnstoff-Formaldehydharze für die permanente Pflegeleicht-Ausrüstung von Baumwolltextilien angemeldet. Die Fluorverbindungen für die Schmutz abweisende Ausrüstung wurden in den sechziger Jahren eingeführt.

Einen Abriss der historischen Entwicklung der Textilfarbstoffe findet man in der Folienserie des Fonds der Chemischen Industrie Nr. 15: „Farbstoffe und organische Pigmente“. Die Meilensteine der Textilfaserhistorie von den Naturfasern über chemisch modifizierte Naturfasern (cellulosefasern Chemiefasern) bis zu den modernen synthetischen Chemiefasern sind im Internet unter www.element-unseres-lebens.de aufgezeichnet.

DIDAKTISCHER
<<< HINWEIS



3 Vom Rohstoff zum Textil

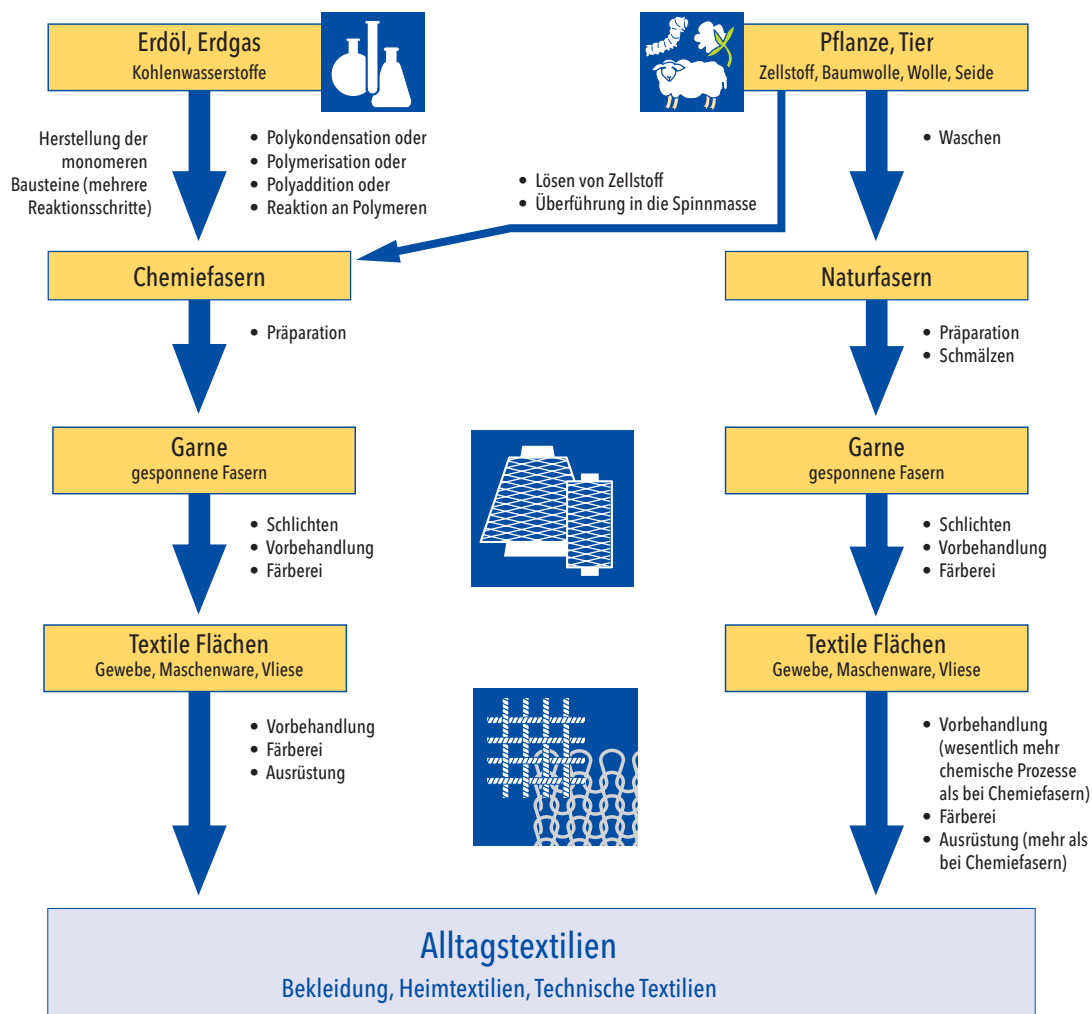
Es sind viele Arbeitsschritte notwendig, bis ein fertiges Textil, etwa ein Oberhemd oder eine Bluse, entstanden ist. Ausgangsstoffe für Textilfasern sind in aller Regel Verbindungen aus linearen Makromolekülen. Die Rohstoffe dafür liefert die Natur. Das gilt sowohl für die Naturfasern als auch für die cellulosischen und synthetischen Chemiefasern. Die Gewinnung der Rohstoffe für die Naturfasern beginnt bei der Schur der Schafe oder der Ernte der Baumwolle. Bei den cellulosischen Chemiefasern bildet die Cellulose aus dem Holz die Basis. Die synthetischen Chemiefasern werden letztendlich aus Erdöl oder aus Erdgas hergestellt. Bis zum fertigen Produkt folgen dann beispielsweise folgende Verarbeitungsprozesse: Ist der Faserrohstoff gewonnen, so wird er zu einem Garn gesponnen, veredelt und dann zu einer textilen Fläche verarbeitet. Das Flächengebilde wird anschließend ebenfalls veredelt. Es wird für die Färbung vorbehandelt, danach gefärbt und bedruckt.

Falls bestimmte Eigenschaften nicht bereits inhärent in der Faser vorhanden sind, wie es vielfach bei Chemiefasern üblich ist, erhält das Textil nun eine Ausrüstung. Damit kann zum Beispiel das Hemd leichter gebügelt werden oder der Teppich im Flugzeug schwer entflammbar. Zum Abschluss wird konfektioniert: Aus der Meterware wird ein T-Shirt, ein Airbag oder das Dach eines Fußballstadions.

Auf dem Weg zum Gebrauchstextil (zum Bekleidungsstück, zum Heimtextil, zum Technischen Textil) durchlaufen die Rohstoffe (Baumwolle, Schafwolle, Holz, Erdöl, Erdgas, Erdkohle) eine ganze Reihe von chemischen Prozessen (Abb. 2). Betrachtet man diese Prozesse in einer Übersicht, wird deutlich, dass der Anteil der chemischen Verarbeitungsschritte und damit auch der Einsatz von Chemikalien bei der Herstellung von Alltagstextilien aus Naturfasern keineswegs geringer ist als bei Textilprodukten aus Chemiefasern. Denn im Alltagsgebrauch werden die

Abbildung 2

Der Weg vom Rohstoff zum Textil (vgl. auch Arbeitsblatt A 2)



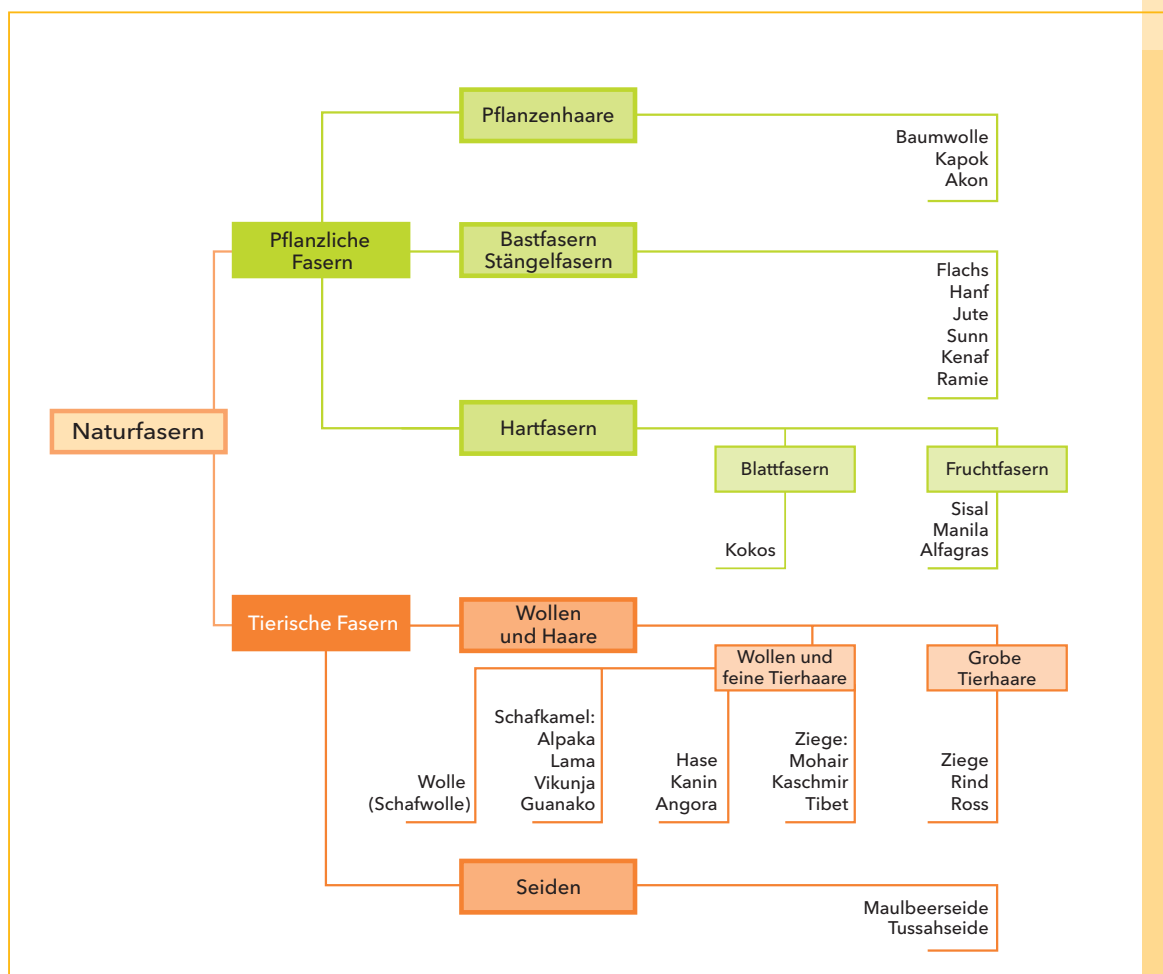


Abbildung 3

Einteilung der
Naturfasern

Ansprüche, die Chemiefasern erfüllen, auch an Naturfaser-Textilien gestellt. Wollen Letztere „mithalten“, führt an nachträglichen Veredelungsschritten kein Weg vorbei. Viele der geforderten Eigenschaften (etwa die Feuchtigkeitsaufnahme, die Reißfestigkeit, die Elastizität oder die Beständigkeit gegen Hitze, Kälte, Bakterien etc.) können bei synthetischen Chemiefasern von vornherein „vorgegeben“ werden, zunächst durch die Auswahl der Monomere und nachfolgend auch durch die Herstellungsbedingungen.

3.1 Naturfasern

In der Textilindustrie werden verschiedene Naturfasern verarbeitet (Abb. 3). Wolle und Baumwolle machen dabei den Hauptanteil aus, weshalb nachfolgend auf diese beiden Naturfasern näher eingegangen wird.

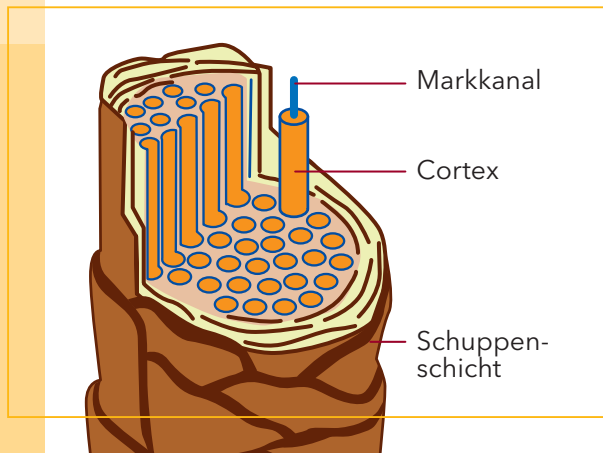
3.1.1 Wolle (WO)

Mit dem Begriff „Wolle“ wird nur das vom Fell des Schafs gewonnene Haar bezeichnet. Haare anderer Tierarten, wie zum Beispiel Lama, Vikunja, Angorakaninchen, Kaschmirziege, Kamel etc., werden nicht unter dem Begriff „Wolle“ zusammengefasst. Das Wollhaar besteht aus verschiedenen Schichten (Abb. 4):

- Die äußere Schuppenschicht (Epicuticula) ist das typische Merkmal aller Tierhaare.
- Die Mantelschicht (Cuticula) schützt das Haar vor allem gegen äußere Einflüsse; sie lässt beispielsweise Wassertropfen abperlen.
- Der Faserkern (Cortex) ist der Hauptbestandteil, gebildet aus spindelförmigen Faserzellen.
- Den Markkanal, einen Hohlraum im Inneren der Faser, findet man bei groben Schafwollen bzw. Tierhaaren.

Abbildung 4

Modell der Wollfaser



Schafstyp	Protein	Fett/Lanolin	Schweiß	Schmutz	Feuchtigkeit
Merino	49 %	16 %	6 %	20 %	9 %
Crossbred	61 %	11 %	8 %	8 %	12 %

Tabelle 4

Zusammensetzung von Rohwolle



Zusammensetzung und Eigenschaften

Die Wolle gehört zur Gruppe der Eiweißfasern (Proteinfasern), die hauptsächlich aus einer Hornmasse, dem Keratin, bestehen. Wollkeratin enthält 50 % bis 55 % Kohlenstoff, 21 % bis 25 % Sauerstoff, 15 % bis 21 % Stickstoff, 6 % bis 7 % Wasserstoff und 3 % bis 4 % Schwefel. Das Keratin setzt sich aus mehr als 20 verschiedenen Aminosäuren zusammen (u. a. Cystin, Lysin, Serin, Lanthionin, Asparaginsäure, Tryptophan). Es macht 80 % des Wollhaares aus. Außerdem enthält Wolle 17 % Nicht-Keratin-Proteine, 1 % bis 2 % Lipide und 0,5 % bis 1 % Mineralsalze.

Die Wolle, die man nach der Schur der Schafe erhält, wird als Rohwolle oder Schweißwolle bezeichnet. Sie enthält neben der Wollfaser selbst zahlreiche Verunreinigungen wie Wollfett, Wollschweiß, Schmutz, Feuchtigkeit. Die Verunreinigungen, zu denen auch Kot, Sand, Kletten und Futterbestandteile gehören, können einen Anteil am Gesamtgewicht erreichen, der zwischen 15 % und 30 % liegt (Tabelle 4).

DIDAKTISCHER HINWEIS >>>

Einige Eigenschaftsunterschiede von Wolle und Baumwolle können in den Versuchen Nr. 5 bis Nr. 8 festgestellt bzw. untersucht werden. Auf den Zusammenhang zwischen den Eigenschaften von Wolle und Baumwolle und der molekularen Struktur von Proteinen und von Cellulose wird in den Arbeitsblättern A 14 und A 16 eingegangen.

Sie müssen vor der Weiterverarbeitung der Rohwolle entfernt werden. Im Wesentlichen geschieht dies in der Wollwäscherei.

Je nach Herkunft unterscheidet man Hochland- und Tieflandschafe. Hochlandschafe kommen ursprünglich aus Spanien. Die wichtigste Rasse ist das Merinoschaf. Tieflandschafe kommen aus England. Die wichtigsten Rassen sind Lincoln- und Cheviot-Schafe. Kreuzungen aus Merino- und Lincoln-Schafen werden Crossbred genannt.

Die Wolle der verschiedenen Schafrassen unterscheidet sich in der Feinheit der Haare (Durchmesser). Das Merinohaar hat einen Durchmesser von 18 bis 24 μm , das Crossbredhaar einen von 26 bis 34 μm , das Cheviothaar einen von mehr als 36 μm . Charakteristisch für Wolle ist, dass sie bis zu 35 % ihres Gewichtes an Wasser aufnehmen kann, ohne sich feucht anzufühlen. Die natürliche Kräuselung der Wolle macht die Faser dehnbar und elastisch und ermöglicht ein sehr gutes Wärmerückhaltevermögen.

Die ausgeprägte Schuppenstruktur verursacht das Verfilzen der Wolle unter Druck, durch Bewegung, bei Wärme oder durch Feuchtigkeitseinwirkung. Dabei verhaken sich die Schuppen ineinander. Chemisch ist Wolle empfindlich gegen alkalische Lösungen, Oxidationsmittel, Licht, hohe Temperaturen und Bakterien. Sie ist gut beständig gegenüber Säuren, organischen Löse- und Reduktionsmitteln.

Produktion und Einsatz

Im Jahr 2004 lag die Produktion bei 1,2 Mio. t, wovon mehr als $\frac{1}{2}$ aus Australien kam. Wichtige Produktionsländer sind außerdem Südafrika (Merinoschaf), Südamerika (Crossbredschaft) und Neuseeland (Cheviotschaf). Die Weltproduktion ist infolge einer geringeren Nachfrage der Verbraucher, des steigenden Preises für feine Wolle, der Substitution durch Chemiefasern und nicht zuletzt wegen des Mangels an Weideflächen derzeit rückläufig.

Wolle wird hauptsächlich für Damen- und Herrenbekleidung (Web- und Maschenware) – oft in Kombination mit synthetischen Chemiefasern –, aber auch im Bereich Heimtextilien (Teppich, Möbelbezugstoff) und als Technisches Textil (Filter, Automobilindustrie, Dämmstoffindustrie) eingesetzt.

3.1.2 Baumwolle (CO)

Die Baumwollpflanze (englisch „cotton“ von arabisch „Katun“) ist ein Malvengewächs, das in tropischen und subtropischen Gebieten gedeiht. Die etwa walnussgroßen Früchte platzen nach der Reife auf und geben ein faustgroßes Büschel von Saatkörnern mit Samenhaaren frei. Diese Haare können bis zu 5 cm lang werden; sie sind das Ausgangsmaterial für das Spinnen.

Baumwollfasern bestehen aus einer einzigen zylindrischen, dickwandigen Zelle (Abb. 5). Ihr Aufbau mit Fibrillen und Fibrillensträngen verleiht den Fasern eine gute Festigkeit. Mit zunehmender Reife trocknet die Faser, sodass die zylindrische Form verloren geht und sich die Faser korkenzieherartig verdreht. Sie ähnelt dann im Feinbau einem verdrehten Seil.

Zusammensetzung und Eigenschaften

Baumwolle ist mengenmäßig die wichtigste Cellulose-Faser. Sie besteht zu 80% bis 90% aus Cellulose und enthält außerdem noch 4% bis 5% Hemicellulose und Pektine, 0,5% bis 1% Wachse und Fette, 1% bis 1,8% Proteine, 0,5% bis 0,9% organische Säuren, 0,6% bis 1,5% Asche (mineralische Stoffe) und einen Rest an sonstigen Rückständen. Sie kann 8% bis 10% Wasser in Dampfform aufnehmen.

Die Baumwollpflanze gehört zur Pflanzengattung „Gossypium“, von der es zahlreiche Arten gibt. Die Baumwollqualität wird nach Farbe, Reinheit, Länge der Baumwollfasern (Stapellänge), Feinheit (Faserdurchmesser), Feuchtigkeitsgrad und Herkunftsland unterschieden.

Auch die chemische Zusammensetzung der Baumwollfaser hängt von der Sorte der Pflanze, dem Herkunftsland, den Wachstumsbedingungen und vom Reifegrad ab. Baumwolle ist gut beständig gegen Alkalien, Oxidationsmittel, Reduktionsmittel, Lösemittel und höhere Temperaturen, aber empfindlich gegenüber Säuren.

Produktion und Einsatz

Im Jahr 2004 wurden ca. 26,1 Mio. t Baumwolle geerntet. Die wichtigsten Erzeugerländer sind China, die USA, Kasachstan, Usbekistan, Indien, Pakistan, Ägypten und Brasilien.

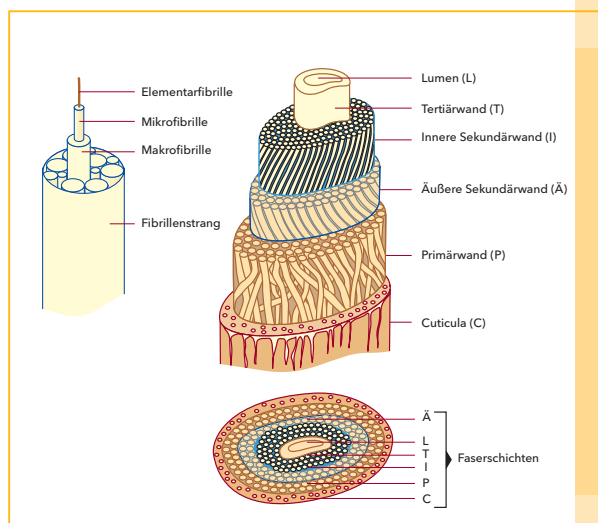


Abbildung 5

Modell der Baumwollfaser

Die Baumwollpflanze ist außerordentlich empfindlich gegen Schädlinge. 50% der Welternte gehen durch Parasiten und Krankheiten verloren. Deshalb geht man weltweit immer mehr dazu über, gentechnisch veränderte Baumwolle anzubauen, die resistenter gegen Schädlinge ist. Die Baumwollpflanze benötigt außerdem sehr viel Wasser. Da die Baumwolle meist in Gebieten angebaut wird, in denen Wasserknappheit herrscht, ist eine weitere Steigerung der Anbaufläche kaum möglich.

Baumwolle wird heute zunehmend maschinell geerntet. Aus der so gewonnenen Rohbaumwolle müssen die beim Ernteprozess mitgerissenen Samenkörner in Entkörnungsmaschinen von den Fasern getrennt werden.

Baumwolle kommt in der Bekleidungsindustrie für Damen- und Herren-Unterwäsche wie auch für Oberbekleidung (zum Beispiel Jeans) zum Einsatz. In der Sportbekleidung und im Heimtextilbereich (Bett- und Tischwäsche, Frottierwaren) liegen weitere Schwerpunkte.

3.2 Chemiefasern

Jahrhundertlang bestimmten lediglich die Eigenschaften von Wolle, Baumwolle und Seide den Charakter des Endproduktes. Mit der Entwicklung der Chemiefasern wurden die Möglichkeiten um ein Vielfaches erweitert (Abb. 6). Sie sind Fasern nach Maß, d. h. sie werden so geplant („molecular design“),



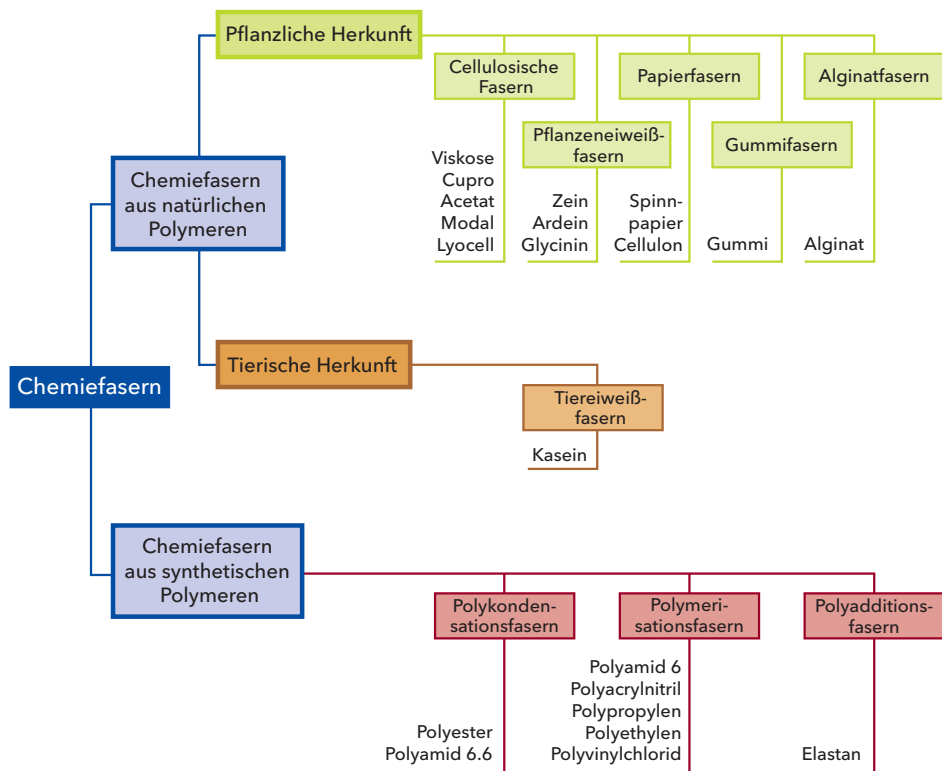


Abbildung 6

Einteilung
der Chemiefasern

entwickelt und produziert, wie sie für den Anwendungsbereich und das Endprodukt gebraucht werden. Neben dem steigenden Bedarf an textilen Rohstoffen ist dies ein weiterer Grund für ihren weitverbreiteten Einsatz. So waren in Deutschland im Jahr 2005 ca. 88% aller verarbeiteten Faserarten Chemiefasern. Baumwolle und Wolle hatten nur einen Anteil von 8% bzw. 4%.

3.2.1 Cellulosische Chemiefasern

Cellulosische Chemiefasern bestehen aus chemisch modifizierter Cellulose, also der in der Natur am häufigsten vertretenen organischen Verbindung. Der monomere Grundbaustein, das Monosaccharid Glucose, bildet sich bei der Photosynthese aus Kohlendioxid und Wasser in Pflanzen und kondensiert zu den linearen Makromolekülen des Polysaccharids Cellulose (Abb. 7).

Große Mengen an Cellulose werden aus Holz gewonnen. Besonders geeignet ist das Holz der in Florida angebauten Southern Pine (Südkiefer), das 60% bis 70% Cellulose enthält. Je nach Herstellungsverfahren

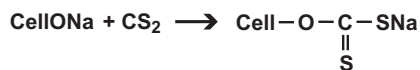
unterscheidet man verschiedene Arten von cellulosischen Chemiefasern: Viskosefasern, Modalfasern, Lyocellfasern, Acetatfasern etc.

Viskosefasern (CV)

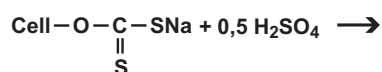
Der primäre Rohstoff für die Herstellung von Viskosefasern ist Zellstoff, der aus Bäumen von Zuchtplantagen gewonnen wird. Er besteht zu über 90% aus Cellulose. Zur Faserproduktion muss die Cellulose aus dem Zellstoff herausgelöst werden. Dazu wird im nächsten Produktionsschritt die sogenannte Spinnmasse hergestellt. Die Zellstoffplatten werden zunächst in Natronlauge getaucht. Die Lauge dringt in das Innere des Molekülverbandes und lockert das makromolekulare Gefüge auf. Dabei wird ein Teil der Hydroxy-Gruppen in den Cellulose-Molekülen deprotoniert.



Die gequollene Cellulose wird ausschließlich durch Zusatz von Kohlenstoffdisulfid (CS_2) in Cellulose-xanthogenat überführt. So erhält man eine zähflüssige, spinnfähige Masse, die sogenannte Viskose.



Die Viskose wird nass gesponnen (vgl. Abb. 13, S. 24), indem man sie durch Spinndüsen presst und in einem Bad mit Schwefelsäure (H_2SO_4) zu Fasern ausfällt.

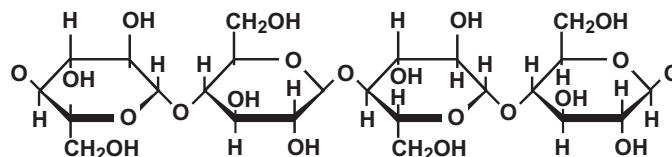


Im Bekleidungsbereich kommen die speziellen Eigenschaften der Viskose besonders gut zur Geltung. Dieses Material ist seidig, glänzend, hat einen weichen, fließenden Fall, ist glatt und lädt sich beim An- und Ausziehen nicht elektrostatisch auf. Stoffe aus Viskose lassen sich gut färben und bedrucken und sie zeigen Farben besonders brillant. Viskose hat ein hohes Feuchtigkeitsaufnahmevermögen von 11% bis 14% (Baumwolle: zwischen 7% und 11%) und ist daher hautfreundlich. Das macht Viskose zu einem idealen Futtermaterial für Bekleidung. Aus Viskose werden traditionell Damenkleider, Röcke und Blusen hergestellt. Aber auch in der Männermode haben Viskose und Viskosemischungen für Hemden, Sakkos und Hosen inzwischen einen festen Platz. Als sogenanntes „Technisches Textil“ findet man sie zum Beispiel als Reifencord in Hochgeschwindigkeitsreifen.

Modalfasern (CMD)

Eine Weiterentwicklung des Viskose-Verfahrens ergibt die Modalfaser, eine strukturmodifizierte Viskosespinnfaser. Gegenüber der Viskoseherstellung werden dem Fällbad weitere Substanzen wie zum Beispiel Fettamine und Zinksulfat zugegeben. Die Schwefelsäurekonzentration des sogenannten Spinnbads ist relativ niedrig und die Spinnbadtemperatur sowie die Spinneschwindigkeit sind niedriger als bei normalen Fasern. Man erhält eine Faser mit einer besonders hohen Nass- und Trockenfestigkeit. Im Vergleich zur Viskosefaser ist sie alkalibeständiger und hat eine geringere Knitterneigung.

Das Anwendungsspektrum der Modalfasern ist im Wesentlichen das gleiche wie das der Viskosefasern.



Darüber hinaus werden sie bei der Herstellung von Heimtextilien eingesetzt.

Lyocellfasern (CLY)

Ebenfalls aus Zellstoff werden auch die Lyocellfasern hergestellt. Als Lösemittel für die Spinnmasse wird das organische Lösemittel N-Methyl-Morpholin-N-Oxid (NMMO) eingesetzt, das dem Verfahren auch den Namen gibt (NMMO-Verfahren). Daneben kommt auch 2-(N,N-Dimethylaminoethoxy)-Ethanol-N-Oxid zum Einsatz. Die Lösemittel können zurückgewonnen und wiederverwendet werden. Dies ist ein großer ökologischer Fortschritt gegenüber der Viskosegewinnung, der die Fasern aber auch entsprechend verteuert. Außerdem haben Lyocellfasern eine faserige Oberfläche, ähnlich wie Baumwolle (sie „fibrillieren“). In einem zusätzlichen Prozess-Schritt muss die Lyocellfaser mit Cellulasen geglättet werden, um ein gutes Färbeergebnis zu ermöglichen.

Zu den besonderen Eigenschaften der Lyocellfasern gehört eine hohe Festigkeit und eine vergleichsweise niedrige Dehnung. Diese Eigenschaften werden durch die hohe Orientierung der Makromoleküle und die damit verbundene höhere Kristallinität des Fasermaterials ermöglicht.

Das Verhältnis von kristallinen zu amorphen Bereichen liegt bei 9:1, während es bei Viskosefasern 6:1 beträgt. Im praktischen Gebrauch zeigen sich diese molekularen Eigenschaften in einer hohen Nassfestigkeit der Fasern und einer ausgezeichneten Formstabilität der daraus hergestellten Flächengebilde. Lyocellfasern können rein oder in Mischungen mit Polyester, Baumwolle, Leinen, Seide, Viskose oder Wolle verarbeitet werden.

Abbildung 7

Ausschnitt aus einer Cellulosekette



In Bekleidungstextilien findet man sie in Damenoberbekleidung, Hemden, Dessous. Auch in Heimtextilien und in Technischen Textilien (zum Beispiel in Vliesstoffen) werden sie eingesetzt.

Acetatfasern (CA)

Für die Herstellung von Acetatfasern wird die Cellulose mit Essigsäureanhydrid oder Essigsäure in saurer Katalyse in Celluloseacetat umgewandelt. Dabei werden pro Glucose-Baustein zunächst drei Hydroxy-Gruppen zu Acetat-Gruppen verestert. Nach partieller Hydrolyse in warmem Wasser bleiben durchschnittlich zwei bis zweieinhalb Acetat-Gruppen pro Baustein übrig. Das Celluloseacetat wird in Aceton gelöst und aus dieser Lösung werden die Acetatfasern nach dem Trockenspinnverfahren (vgl. Abb. 13, Seite 24) hergestellt.

Acetatfasern werden als Futterstoffe, Samt und Plüsch sowie als Zigarettenfilter eingesetzt. Textile Acetatgarne besitzen einen edlen Glanz, einen fülligen Griff und einen eleganten Fall sowie eine hohe Elastizität. Textilien aus Acetatfasern sind formbeständig und knitterarm. Sie ähneln sehr der Naturseide, haben jedoch ein geringeres Flächengewicht.

3.2.2 Synthetische Chemiefasern

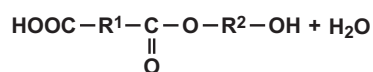
Auch die synthetischen Chemiefasern werden aus einem in der Natur vorkommenden organischen Rohstoff hergestellt, nämlich aus Erdöl. In den Chemiefasern sind die Moleküle ähnlich wie in den Naturfasern aufgebaut. Die Grundstruktur aller Faser-Makromoleküle ist eine Kette, die vorwiegend aus Kohlenstoff-Atomen besteht. Die Kohlenstoff-Atome sind entlang der Kette sowohl miteinander als auch mit anderen Atomen wie zum Beispiel Wasserstoff, Sauerstoff oder Stickstoff verbunden. Die Anzahl und die Art der Atome in der Kette ist spezifisch für das

entstehende Polymer. Dieses bestimmt durch sein Eigenschaftsprofil die chemischen und die physikalischen Eigenschaften der Fasern.

Es ist üblich und zweckmäßig, synthetische Chemiefasern – ebenso wie die Kunststoffe allgemein – nach den Reaktionstypen einzuteilen, die bei der Synthese entsprechender Makromoleküle ablaufen. Die drei wichtigsten Reaktionstypen zur Erzeugung künstlicher Makromoleküle sind die Polymerisation, die Polykondensation und die Polyaddition. In den folgenden Abschnitten werden die synthetischen Chemiefasern jedoch nach den strukturellen Merkmalen der Makromoleküle klassifiziert und daher als Polyester-, Polyamid-, Polyacryl- und Elastanfasern (bzw. Polyurethanfasern) beschrieben.

Polyesterfasern (PES)

Bekannt und gefragt unter Handelsnamen wie „Trevira“, „Dacron“ und „Diolen“, ist dieser Fasertyp der heute am weitesten verbreitete. Die Synthese von Polyesterfasern erfolgt durch Polykondensation aus bifunktionellen Monomeren. Am häufigsten sind das organische Dicarbonsäuren oder deren Derivate und Diole (zweiwertige Alkohole). Als Säure wird vielfach 1,4-Benzendicarbonsäure (Terephthalsäure) oder 1,4-Benzendicarbonsäuredimethylester (Dimethylterephthalat) und als Alkohol 1,2-Ethandiol (Ethylenglykol) eingesetzt (Abb. 8). Diese werden bei hoher Temperatur im Vakuum zu makromolekularem Polyethylenterephthalat umgesetzt. Namengebend für diese ganze Stoffklasse ist die Estergruppe -CO-O-. Sie verknüpft die monomeren Bausteine in den Makromolekülen.



Polyethylenterephthalat (PET) ist ein glasklarer Feststoff. Er wird bei Temperaturen um 280 °C geschmolzen und dann im Schmelzspinnverfahren (Abb. 13) zu Polyester-Filamenten (PES) versponnen. Fasern aus Polyester können pur oder in Abmischungen mit anderen Fasern verarbeitet werden. Eine klassische Abmischung ist zum Beispiel Polyester und Schurwolle im Verhältnis von 55:45.

DIDAKTISCHER HINWEIS >>>

Versuche zu Polyreaktionen (Polymerisation, Polykondensation und Polyaddition) sind in allen gängigen Schulbüchern für die Sekundarstufe II beschrieben. Der Versuch Nr. 1 („Nylonseiltrick“) und die Arbeitsblätter A 4, A 5 und A 9 von der CD-ROM sind ebenfalls den Polyreaktionen gewidmet.

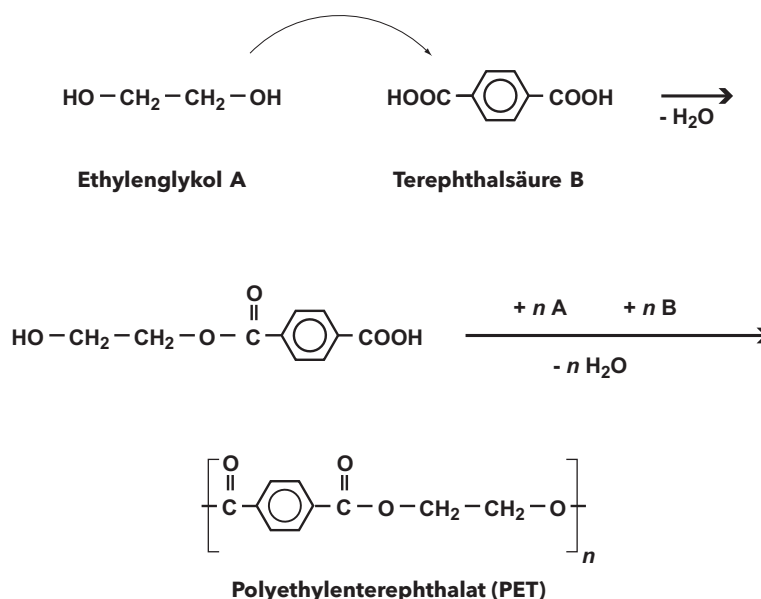


Abbildung 8

Synthese einer Polyesterfaser

Gewebe aus Polyesterfasern oder Mischungen mit einem entsprechend hohen Anteil an Polyester besitzen eine geringe Knitterneigung und behalten ihre Formbeständigkeit auch bei Einwirkung von Feuchtigkeit. Zugleich verfügt die Faser über einen guten Feuchtigkeitstransport. Kleidungsstücke aus Polyesterfasern trocknen daher sehr schnell. Die Kapillarwirkung der offenen Poren des Polyesters sorgt dafür, dass die Feuchtigkeit (auch Schweiß) abgeleitet wird. Diese wird in der zur Feuchtigkeitsaufnahme geeigneten Garnkomponente (zum Beispiel Baumwolle) gespeichert. Dort kann die Feuchtigkeit verdunsten, sodass die Haut trocken bleibt.

Artikel aus Polyester laufen nicht ein. Sie sind also in hohem Maße formstabil. Hohe Festigkeitswerte sorgen für eine überdurchschnittliche Strapazierfähigkeit. Die Polyesterfaser ist thermoplastisch, d. h., man kann zum Beispiel bei Hosen oder Plissee-Röcken durch Hitze dauerhaft Falten fixieren. Polyesterfasern eignen sich für Outdoor- und Funktionsbekleidung, daneben auch besonders für Anzüge, Sakkos und Hosen, für Kleider, Blusen und Röcke. Polyesterfasern haben einen angenehm weichen Griff, sind pflegeleicht und hoch lichtbeständig. Man findet sie auch in Berufskleidung, in Bettwäsche und in Heimtextilien. Bei den Technischen Textilien findet man Polyester in

Planen, Zelten, Schläuchen, Sicherheitsgurten, Vliesen und anderen Automobilinnenausstattungen.

Polyamidfasern (PA)

Polyamide sind heute die zweitwichtigste Materialklasse im Bereich der synthetischen Textilfasern. Das erste spinnfähige Polyamid 6.6 wurde im Jahr 1934 vom amerikanischen Chemiker Wallace H. Carothers aus 1,4-Butandicarbonsäure (Adipinsäure) und 1,6-Diaminohexan (Hexamethylendiamin) durch Polykondensation hergestellt (Abb. 9). Die Bezeichnung Polyamid 6.6 ist darauf zurückzuführen, dass man in diesem Fall zwei monomere Bausteine verwendet, deren Moleküle jeweils sechs Kohlenstoffatome besitzen. Im Jahr 1939 begann die Vermarktung des Polyamids 6.6 unter der Handelsbezeichnung Nylon.

Unabhängig von Carothers gelang es im Jahr 1938 erstmals dem deutschen Chemiker Paul Schlack, aus nur einem Monomer ein ähnliches Makromolekül herzustellen (Abb. 10). Als Monomer benutzte er das Caprolactam, welches nach Ringöffnung als bifunktionelles Monomer polymerisieren konnte. Da man nur ein Monomer mit sechs Kohlenstoffatomen benutzt, wird das entstandene Polymer als Polyamid 6 oder auch mit dem Handelsnamen Perlon bezeichnet.



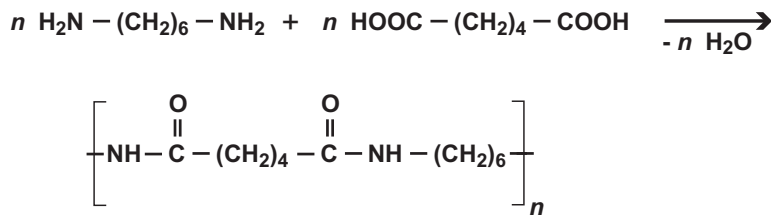


Abbildung 9

Synthese von Nylon

Einen Unterschied zwischen Perlon und Nylon findet man im chemischen Aufbau der Kette. Da Nylon aus zwei unterschiedlichen bifunktionellen Monomeren $\text{H}_2\text{N-R}_1\text{-NH}_2$ und $\text{HOOC-R}_2\text{-COOH}$ entsteht, verhalten sich jeweils zwei Peptidgruppen entlang der Kette spiegelbildlich, was beim Perlon nicht der Fall ist. Dieser Unterschied hat Auswirkungen auf die dreidimensionale Anordnung der Polymerketten und führt zu einem leicht unterschiedlichen physikalischen Verhalten von Perlon und Nylon. So hat z. B. Nylon einen höheren Schmelzpunkt als Perlon.

Unabhängig davon, ob Polyamid-Makromoleküle durch Polykondensation (Nylon) oder durch Polymerisation (Perlon) hergestellt wurden, enthalten sie immer die Peptid-Gruppe -NH-CO- als Bindeglied zwischen den monomeren Bausteinen. Die Peptid-Gruppe ist auch Strukturelement der Eiweiß-Makromoleküle in Wolle und Seide; dort verknüpft sie Aminosäure-Bausteine miteinander.

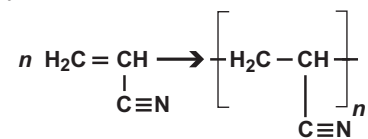
Aus den Polyamiden werden im Schmelzspinnprozess (Abb. 13, Seite 24) Polyamidfasern ersponnen. Sie können je nach Querschnitt und je nach ihrer weiteren Bearbeitung ganz fein und glatt, aber auch gekräuselt sein, glänzend oder matt.

Wegen der hohen Scheuerfestigkeit, Elastizität, Biegefestigkeit, Knitterarmut und ihres guten Trocknungsverhaltens findet man Polyamidfasern in Strumpfwaren, Dessous, Bade- und Sportbekleidung. Weiterhin eignen sie sich besonders zur Herstellung von Teppichböden, Schnürsenkeln, Angelschnüren, Fallschirmen und Airbags.

Polyacrylnitrilfasern (PAN)

Die Herstellung von Polyacrylnitrilfasern bereitete lange Zeit Probleme, da Polyacrylnitril nicht im Schmelzspinnverfahren versponnen werden konnte und kein geeignetes Lösemittel bekannt war. Erst im Jahr 1942 wurde Dimethylformamid (DMF) vom deutschen Wissenschaftler Herbert Rein gefunden. 1950 konnte dann die Polyacrylnitrilfaser kommerziell hergestellt und unter dem Handelsnamen „Dralon“ vermarktet werden.

Das Monomer zur Herstellung von Polyacrylnitril ist Acrylnitril $\text{H}_2\text{C=CHCN}$, das nach folgendem Schema polymerisiert wird.



Fasern aus Polyacrylnitril lassen sich sowohl im Nass- als auch im Trockenspinnverfahren (Abb. 13, Seite 24) erspinnen. Sie sind leicht, weich, licht- und wetterbeständig. Ihre Eigenschaften sind ähnlich denen der Wolle. Polyacrylnitrilfasern filzen aber nicht, sind stabil gegen Tierfraß (zum Beispiel Motten) und ohne weitere Ausrüstung pflegeleicht. Sie laufen nicht ein und trocknen schnell. Reine Polyacrylnitrilfasern werden vorwiegend für den technischen Bereich verwendet. Mit ihrem hohen Bauschvermögen eignen sich Polyacrylnitrilfasern



DIDAKTISCHER HINWEIS >>>

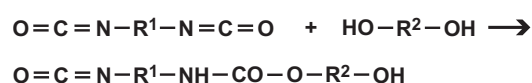
Einige Eigenschaftsunterschiede von Textilien aus Polyester, Polyamid und Polyacryl können mithilfe der Versuche Nr. 5 bis Nr. 9 festgestellt werden. Auf den Arbeitsblättern A 7, A 8, A 11, A 12, A 13 und A 20 wird auf die Relation Molekülstruktur/Eigenschaften verschiedener Chemiefasern und ausgerüsteter Fasern eingegangen.

besonders für füllige Maschenware in der Damen-, Herren- und Kinderbekleidung und für Handstrickgarne. Eingesetzt werden sie auch für Heimtextilien wie Reisedecken, Vorhang- und Möbelstoffe sowie für Bodenbeläge, Säureschutzbekleidung, Markisen und Cabriolet-Verdecke.

Elastanfasern (EL)

Im Jahr 1937 erfand der deutsche Chemiker Otto Bayer die Polyurethane. Aus diesen Polymeren gelang in den USA 1959 die Herstellung der ersten sogenannten Elastanfaser.

Polyurethane werden aus zwei bifunktionellen Monomeren, einem Diisocyanat, $\text{OCN-R}^1\text{-NCO}$, und einem Dialkohol, $\text{HO-R}^2\text{-OH}$, durch Polyaddition hergestellt. Es bildet sich die Urethangruppe $\text{R}^1\text{-NH-CO-O-R}^2$.



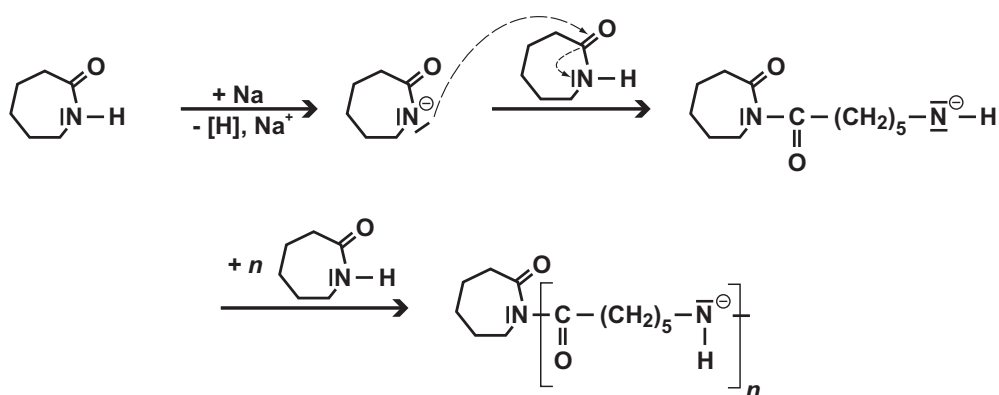
Elastanfasern werden meist nach dem Trockenspinnverfahren (Abb. 13) ersponnen. Sie erreichen eine Höchstzugkraftdehnung (HZKD) von mehr als 500% und zeigen eine gute Alterungsbeständigkeit. Da die HZKD beinahe doppelt so hoch ist wie die von Gummifasern, haben Elastane die Gummifasern in vielen Bereichen nahezu vollständig substituiert. Elastan wird jedoch nie allein verarbeitet; seine guten Eigenschaften werden vielmehr kombiniert mit Natur- oder anderen Chemiefasern.

Um Elastanfasern in Webware besser verarbeiten zu können, werden sie teilweise mit verschiedenen Fasern umwunden. Bei den sogenannten Core-Spun-Garnen wird der Kern, die Elastanfaser, im verstreckten Zustand mit einer anderen Faser umspinnen. Das dabei entstehende Garn hat die Optik und den Griff der verwendeten Außenfaser, wie beispielsweise Polyester oder Polyacrylnitril. Elastanfäden können aber auch ohne Umwindung eingesetzt werden (sogenannte „Nackt-Verarbeitung“). Dazu wird der reine Elastanfaden verwirkt, verstrickt oder mit anderen Fasern verwebt. Bei Web- und Maschenwaren erhöht Elastan die Formbeständigkeit und beschleunigt die Knittererholung.

Elastanfasern haben ihre Anwendungsbereiche überall dort, wo ein hohes Maß an dauerhafter Elastizität verlangt wird. Dazu gehören Strumpfwaren mit einem glatten, geschmeidigen und faltenfreien Sitz am Bein, körpernahe, aerodynamische Sportbekleidung, Bademode und Miederwaren mit dauerhafter Passform, Tragekomfort und Bewegungsfreiheit.

Abbildung 10

Synthese von Perlon



3.2.3 Arbeitsgänge der Chemiefaserherstellung

Zur Herstellung von Chemiefasern sind verschiedene Arbeitsschritte erforderlich:

- Herstellung von Polymeren
- Herstellung einer Spinnmasse aus Polymeren
- Erspinnen eines Endlofadens (Filament)
- Herstellung von Stapelfasern
- Verstrecken
- Garnherstellung
- Texturieren

Spinnmassen

Die „rohen“ makromolekularen Materialien müssen so aufbereitet werden, dass sie zu Fasern geformt werden können. Dazu werden sie durch Lösen in einer Flüssigkeit oder durch Erhitzen in eine sirupähnliche, zähflüssige Masse, die Spinnmasse, überführt. In dieser Masse ändern die Makromoleküle infolge der temperaturbedingten Bewegung der Moleküle ständig ihre Lage. Um aus den Spinnmassen Endlofasern (Filamente) zu gewinnen, wird das spinnbare Material durch die äußerst feinen Öffnungen einer Spinnöse gepresst.

EXKURS >>>

Was sind Microfasern?

Microfasern sind Chemiefasern, die deutlich feiner als alle natürlichen Faserarten sind. Zumeist werden Microfasern aus Polyester, Polyamid und Polyacrylnitril eingesetzt. Zur Feinheitkennzeichnung dient die Maßeinheit „dtex“ (dezitex). 1 dtex entspricht einem 10 000 m langen Garn mit einem Gewicht von 1 g. So bringt es ein Seidenfaden auf 1,3 dtex, ein Microfilamentgarn aus Polyester dagegen auf nur 0,5 bis 0,8 dtex. Es ist damit sechzigmal feiner als ein menschliches Haar.

Diese so außerordentliche Feinheit seiner Fasern bewirkt, dass ein Textil aus Microfasern sich nicht nur geschmeidig und weich anfühlt, sondern auch einen leicht fließenden Fall, eine ausgezeichnete Knitterarmut, eine hohe Pflegeleichtigkeit, eine problemlose Bügelfreiheit und einen eleganten Seidenglanz aufweist. Zudem: Gewebe aus Microfasern quellen kaum und trocknen rasch, ohne einzulaufen. Damit die Faserstruktur unverändert bleibt, darf bei einer Wäsche jedoch kein Weichspüler verwendet werden.

In einem Gewebe aus Microfasern liegen die Fasern so dicht aufeinander, dass es zwar für Wasserdampf durchlässig ist, Wassertropfen aber abperlen. Textilien aus Microfasern sind deshalb winddicht, wasserabweisend und atmungsaktiv – was sie insbesondere für den Einsatz im Sport- und im Outdoorbereich prädestiniert. Wasser und Schnee können nicht eindringen. Gleichzeitig erhält die Haut die Möglichkeit, bei körperlicher Aktivität „atmen“ zu können: Ein „Sauna-Effekt“ wird von diesen Spezialgeweben dadurch verhindert, dass Körperschweiß und Körperfeuchtigkeit ungehindert verdunsten können (Abb. 11).

Stoffe aus Microfasern werden zu 10% zu Aktiv-Sportbekleidung, zu 40% zu modischen Jacken und Mänteln und zu 50% zu Tageskleidung verarbeitet. Inzwischen halten Microfasern auch außerhalb des Bekleidungssektors Einzug. Bei gleicher Fläche und Dichte eines Textils aus Microfasern ist dessen spezifische Oberfläche deutlich größer als die eines Textils, das aus konventionellen Fasern besteht. Diese Eigenschaft nutzt man zum Putzen, denn die mikroskopisch feinen Fasern verleihen dem Textil eine hohe Reinigungskraft – bei trockener wie auch bei feuchter Anwendung können kleinste Schmutzpartikel aufgenommen werden.





Abbildung 11

Funktionsweise von Microfasertextilien

Diese Spinndüse muss hohen Temperaturen und hohem Druck standhalten. Der Teil der Düse, der die Bohrungen enthält, kann aus Glas, hochwertigem Stahl, Nickel, Tantal oder Legierungen von Edelmetallen wie Gold, Platin oder Rhodium bestehen. Er kann bis zu 60 000 Einzeldüsen mit Durchmessern zwischen 0,02 mm und 1,0 mm und mit unterschiedlichen Querschnittsgeometrien aufweisen. Sobald die Spinnmasse durch ein Düsenloch gepresst wird, tritt beim Abziehen der sich bildenden Filamente eine erste, teilweise Ausrichtung der Makromoleküle in Richtung der Faserlängsachse ein (Vororientierung). Dabei kommt es zur Ausbildung von kristallinen Bereichen (Kristalliten), in denen die Makromoleküle parallel zueinander liegen. Sie sind entscheidend für die Festigkeit der Fasern. Zwischen diesen kristallinen Bereichen entstehen aber auch Bereiche, in denen die Makromoleküle verknäult sind und eine unregelmäßige Lage haben (Abb. 12). Diese amorphen Bereiche verleihen der Faser Beweglichkeit und Schmiegsamkeit. In die amorphen Zonen können auch andere Moleküle wie zum Beispiel Wasser oder

Farbstoffe einziehen. Je nachdem, wie viele kristalline und wie viele nicht kristalline Bereiche in einer Chemiefaser vorhanden sind, ändern sich ihre Eigenschaften.

Deshalb kommt der Behandlung der Filamente zwischen Spinndüse und Aufwickelvorrichtung eine ganz besondere Bedeutung zu. Die Gleichmäßigkeit (Egalität) der Feinheit der Filamente (Titergleichmäßigkeit) und ihre Verarbeitungseigenschaften werden durch diesen Verfahrensschritt maßgeblich beeinflusst.

Der Spinnprozess stellt außerordentlich hohe Anforderungen an die Reinheit der Spinnmassen oder Schmelzen, weil die Spinnmasse durch feinste Düsenlöcher gepresst wird. Um Filamente höchster Gleichmäßigkeit mit einer Länge von Hunderten von Kilometern zu bilden, dürfen sie zum Beispiel weder feste Teilchen noch Luftbläschen enthalten, die den Durchfluss durch das Düsenloch unterbrechen und zum Fadenabbruch führen könnten.

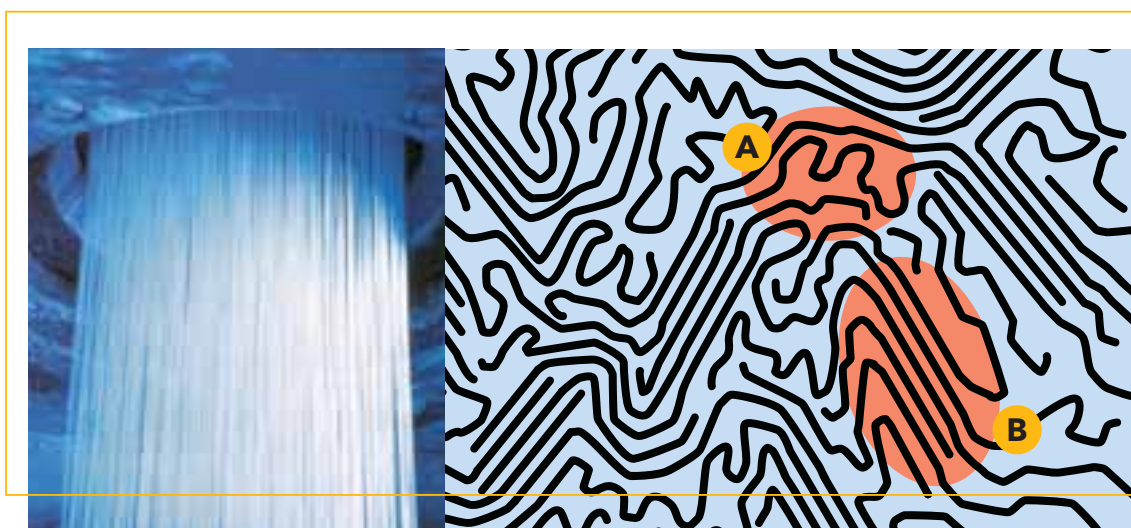


Abbildung 12

Rechts:
Amorphe (A) und
kristalline (B) Bereiche
in den Filamenten

Links:
Spinndüse

Spinnverfahren

Um aus der Spinnmasse aufwickelbare Filamente herzustellen, werden drei Spinnverfahren angewendet (Abb. 13).

Beim **Trockenspinnverfahren** tritt die in einem organischen Lösemittel gelöste Spinnmasse aus der Spinndüse in einen mehrere Meter hohen Spinn-schacht aus, in den vorsichtig Warmluft eingeblasen wird. Dadurch verdampft das Lösemittel und die Filamente verfestigen sich. Dabei dürfen die Filamente einander nicht berühren, damit sie nicht verkleben, was zu Garnfehlern führen würde. Das Lösemittel wird aus der vom Spinn-schacht abgesaugten Luft zurückgewonnen, was für die Reinhaltung der Umwelt wichtig ist und zudem auch Kosten mindert.

Beim **Nass-Spinnverfahren** werden gelöste Spinnmassen in ein wässriges Fällbad gepresst, welches bewirkt, dass die Filamente gerinnen (koagulieren). Da die Strahlen der Spinnmasse direkt beim Austritt aus der Düse noch zähflüssig sind, würden sie durch ihr eigenes Gewicht reißen, wenn man sie von oben dem Fällbad zuführen würde. Deshalb ist die Düse unten im Fällbad montiert und die Spinnmassen werden nach oben angezogen. Die sich so bildenden Filamente reißen nicht mehr, sind aber noch weich und lassen sich deshalb leicht verstrecken. Je nach

Anwendungszweck kann man durch Ändern der Ver-streckung ihre Festigkeit und ihr Dehnverhalten abwandeln. Es folgt die Nachbehandlung, die im Wesentlichen zur Reinigung der Faser von Chemi-kalien dient.

Das **Schmelzspinnverfahren** wird für Faserrohstoffe angewendet, die sich schmelzen lassen, sich also bei ihrer Schmelztemperatur nicht zersetzen. Durch Hitzeinwirkung entsteht die sogenannte Schmelze, die nach dem Filtrieren durch die Düsen der Düsen-platte gepresst wird. Die Strahlen der Spinnmasse fließen in einen mehrere Meter hohen Spinn-schacht, in dem sie von einem gleichmäßig abkühlenden Luftstrom sacht umströmt werden. Die Filamente müssen sich schnell verfestigen, damit sie der Abzugsgeschwindigkeit, die bis zu viertausend Meter pro Minute betragen kann, unbeschadet widerstehen können. Das Schmelzspinnverfahren ist das einfachste und rationellste Spinnverfahren.

Verstrecken, Texturieren und Thermofixieren

Sowohl die synthetischen als auch die cellulosischen Filamente müssen verstreckt werden, um ihre endgültigen Eigenschaften zu erhalten. Bereits beim Abziehen von der Düse werden sie etwas verstreckt, was allerdings für die Weiterverarbeitung noch nicht ausreicht. Der kristalline Anteil, der für die Festigkeit

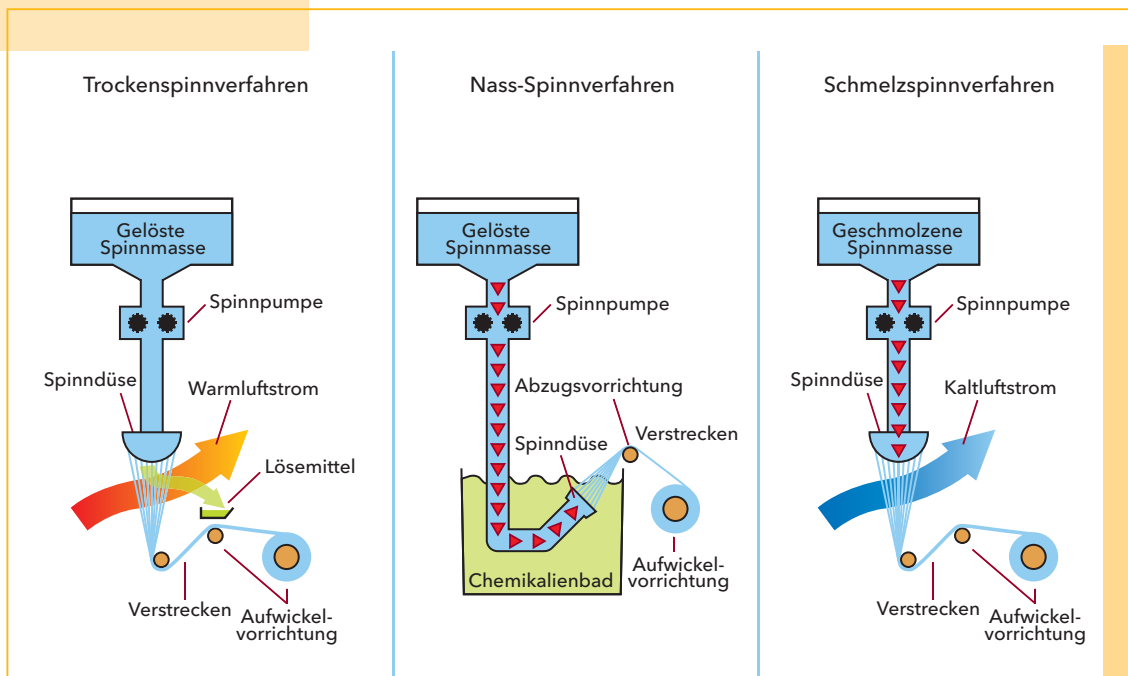


Abbildung 13

Die drei Spinnverfahren zur Chemiefaserherstellung

der Chemiefasern verantwortlich ist, aber auch Voraussetzung ist für eine gleichmäßige Färbung, ist in diesem Stadium noch zu wenig ausgeprägt. Beim Verstrecken beginnt sich der Querschnitt der Filamente an einer Stelle einzuengen. Dabei werden die in sich verkäulten Makromoleküle der amorphen Bereiche teilweise in eine geordnete, orientierte Lage in Richtung der Filamentachse gezogen, wobei neue kristalline Bereiche entstehen. Nun weisen die Makromoleküle wesentlich mehr Parallelbereiche auf, in denen sich Kräfte zwischen den Kettenmolekülen aufbauen und auswirken können. Diese bilden sogenannte Brücken, welche die Haftung der Molekülketten aneinander wesentlich verstärken. Das Filament erhält dadurch seine außerordentlich hohe Festigkeit. Anschließend wird jedes Filamentbündel einer Spinnöse für sich auf eine Spule aufgewickelt.

Durch die Texturierung erhalten glatte Filamentgarne Volumen und Bausch (Abb. 14). Texturierte Garne weisen eine hohe Elastizität, eine gute Wärmeisolierung und ein hohes Feuchtigkeitsaufnahmevermögen auf. Die Texturierung verändert durch die Kräuselung den textilen Charakter der ursprünglich glatten Garne völlig und hat den synthetischen Filamentgarnen Verwendungsgebiete erschlossen, für die ursprünglich nur Spinnfasergarne zur Verfügung standen. Zur Herstellung texturierter Garne wurden zahlreiche Verfahrenstechniken entwickelt, die Garne mit unterschiedlichen Eigenschaften (Volumen, Dehnung) ergeben. Bei der Einteilung der Texturierverfahren wird grundsätzlich unterschieden zwischen mechanisch-thermischen (Torsionskräuselung), chemisch-thermischen und mechanischen Verfahren. Der Texturierprozess kann gesondert nach dem Strecken durchgeführt werden. Teilweise wird aber auch das Strecken schon in einem Arbeitsgang zusammen mit dem Texturieren auf der Texturiermaschine durchgeführt. Texturierte Garne werden zur Herstellung von Herren- und Damenbekleidung, Sport- und Freizeitkleidung, Feinstrümpfen und Strumpfhosen sowie von Teppichen eingesetzt.

Das Thermofixieren nutzt die Eigenschaft der Moleküle, sich immer in Bewegung zu befinden – und diese Bewegung mit zunehmender Temperatur zu steigern. In den Fasern eines Garns liegen die Makromoleküle vorzugsweise in Richtung der Faser- bzw. Garnachse.

Auf die Gemeinsamkeiten und die Unterschiede der drei Spinnverfahren sowie auf Vorgänge beim Verstrecken, Texturieren und Thermofixieren wird auf dem Arbeitsblatt A 3 eingegangen.

**DIDAKTISCHER
<<< HINWEIS**

Wird nun das gerade Garn beim Weben, Stricken oder Wirken in eine Bogen- bzw. Maschenform gezwungen, so werden die Brückenkräfte zwischen den Molekülketten durch Dehnung wie bei einer Spiralfeder geschwächt. Sie neigen gleichwohl dazu, ihre „entspannte“ Lage wieder einzunehmen, d. h., die Kettenmoleküle und damit auch die Garne und die daraus hergestellten Flächengebilde streben wieder eine geradlinige Form an. Die Maschen oder Falten sind also nicht wirklich stabil. Werden nun die Garne oder Stoffe geringfügig über den Erweichungsbereich der Fasern hinaus erwärmt, dann werden die Brückenkräfte an den gedehnten Stellen vollkommen aufgehoben, sodass sich die Molekülketten in eine „entspannte Form“ umlagern können. Beim Abkühlen behalten die Ketten dann diese Form bei, sodass auch die Maschen – oder die Falten – bei Gebrauch ihre Struktur nicht mehr ändern. Dieser Vorgang ist nur bei thermoplastischen Chemiefasern möglich, nicht jedoch bei Naturfasern. Der physikalische Prozess des Thermofixierens kommt aber auch nicht ohne Chemie aus: Um dabei ein Vergilben der Faser zu vermeiden, werden spezielle Hilfsmittel eingesetzt. Durch Thermofixieren eines texturierten Garns unter leichter Spannung und unter Erwärmen wird

Abbildung 14

Texturiertes Filamentgarn (rechts), nicht texturiertes Filamentgarn (links)



die sehr hohe elastische Dehnung, die für einige Kleidungsstücke unerwünscht ist, herabgesetzt. Man erhält ein sogenanntes Set-Garn, das einen hohen Bausch entwickelt und den Artikeln Wärme, Flausch, weichen Griff und ein dichtes Warenbild verleiht.

3.3 Arbeitsprozesse bei der Textilherstellung

Bei der Textilherstellung erzeugt man aus den Fasern Schritt für Schritt textile „Werkstoffe“, die dann zu textilen Produkten verarbeitet werden. Das Spektrum der textilen Produkte reicht von der täglich genutzten Kleidung bis hin zu eher ungewöhnlichen Produkten wie dem Zirkuszelt oder dem Sonnensegel für den Weltraum.

In den folgenden Abschnitten wird beschrieben, wie aus den Fasern textile Flächengebilde werden und wie textile Grundmaterialien für ihre speziellen Anwendungen vorbereitet, ausgerüstet und vollendet werden.

DIDAKTISCHER HINWEIS >>>

Einige der bei der Textilherstellung eingesetzten und in den folgenden Abschnitten genannten Chemikalien können mithilfe der Arbeitsblätter A 17, A 18, A 19 und A 21 im Unterricht behandelt werden.

3.3.1 Das Spinnen und die Garnherstellung

Unter dem mechanischen Aspekt betrachtet, entsteht ein Garn durch Parallelisieren, Verstrecken und Zusammendrehen der einzelnen Natur- und Chemiefasern oder von Gemischen aus beiden. Dies ist in etwa vergleichbar mit dem Zusammendrehen eines Bindfadens oder Seils, nur natürlich viel feiner. Man bezeichnet diesen Prozess als Spinnen (Abb. 15).

Die Fachleute unterscheiden dabei zwischen Primär- und Sekundärspinnerei. Unter Primärspinnerei versteht man das Erspinnen von Chemiefasern aus polymeren Fäden praktisch unbegrenzter Länge (Filament). Dies ist möglich, weil die Spinnautomaten mit den für die Produktion erforderlichen Polymeren

kontinuierlich beschickt werden können und so aus den Spinndüsen Fäden „ohne Ende“ schießen (Abb. 12, Seite 23). Dies ist mit von Natur aus kurzen Fasern, beispielsweise denen der Baumwolle, nicht möglich.

Bei der Sekundärspinnerei werden Fasern natürlicher Länge (zum Beispiel Wolle, Baumwolle, Flachs) bzw. Chemiefasern begrenzter Länge (Stapelfasern) zu sogenannten Spinnfasergarnen versponnen.

Beim Primärspinnen kommen die Filamente für das Garn direkt aus der ursprünglichen Rohstoffquelle (deshalb „primär“) und werden sofort verarbeitet. Beim Sekundärspinnen muss die Faser gewonnen und vorbereitet (gereinigt) werden, d. h., die Baumwolle muss gepflückt, das Schaf muss geschoren, Chemiefasern müssen gekräuselt und geschnitten werden. Dann wird in einem zweiten Schritt das Garn gesponnen.

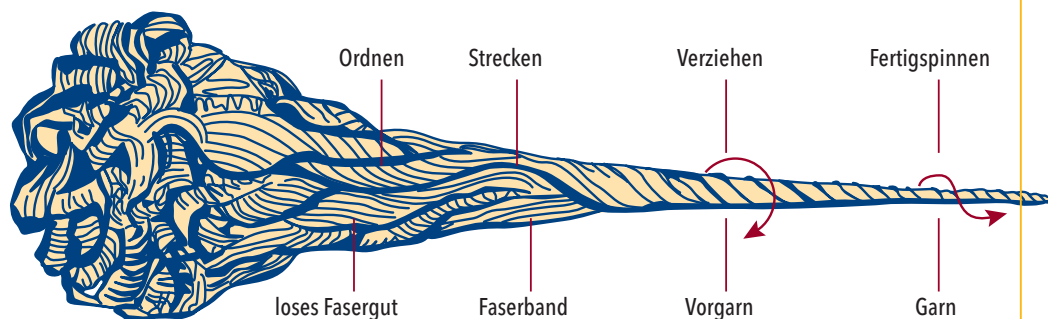
Damit die Fasern zu Garnen verarbeitet werden können, sind in der Spinnerei spezielle chemische Hilfsmittel erforderlich. Sie werden benötigt, um physikalische Probleme beim Spinnprozess zu lösen (zum Beispiel Herabsetzen der Reibung) und um die Qualität zu sichern.

Spinnpräparationen

Beim Herstellen von Chemiefasern erleichtern Präparationen den Spinn- und Streckprozess. Es handelt sich dabei um chemische Produkte, die aus mehreren Komponenten bestehen und in Lösung oder als Emulsion angewendet werden. Spinnpräparationen regeln das Gleit- und Haftverhalten zwischen Faser und Faser sowie zwischen Faser und Metall. Sie regulieren die Feuchte, setzen die elektrostatische Aufladung herab und haben eine weich machende Wirkung. Die Präparationen dürfen nicht zur Korrosion des Metalls der Spinnmaschinen beitragen und müssen Temperaturen von bis zu 230 °C aushalten. Anschließend müssen sie sich gut von der Faser entfernen und umweltverträglich entsorgen lassen. Spinnpräparationen sind Zubereitungen z. B. aus nichtionischen, anionischen oder kationischen Tensiden (zum Beispiel aus Fettalkohol- oder Fettaminethoxylaten) oder sulfatierten Pflanzenölen, Stearinsäuren, Ester- und Siliconölen.

Abbildung 15

Spinnen eines Garns

**Haft- und Gleitmittel fürs Spinnen und Schmelzen**

Auch das Sekundärspinnen von Garnen ist ein anspruchsvoller Produktionsprozess, bei dem alle Komponenten optimal zusammenspielen müssen. Sind beim Spinnen die Fasern zu glatt (wie oft bei Chemiefasern), sind Haftmittel erforderlich, damit der zu spinnende Faden nicht auseinanderfällt. Sind die Fasern zu rau (wie oft bei Naturfasern), werden Gleitmittel benötigt, damit es „flutschen“ kann. Als Haftmittel für das Spinnen werden meist sulfatierte Pflanzenöle, als Gleitmittel emulgierte Paraffine oder Weißöle eingesetzt.

Schmälzmittel ermöglichen insbesondere das Spinnen und Strecken von Wollfasern und Mischungen mit synthetischen Chemiefasern. Sie vermitteln Glätte, Geschmeidigkeit und Anti-Elektrostatik. Bis zu 3% des Warengewichts werden davon auf die Faser aufgebracht. Schmälzmittel sind ölig-flüssige oder pastenförmige Zubereitungen von pflanzlichen und tierischen Ölen, Fetten und Mineralölen mit meist nichtionischen Emulgiermitteln. Ihre Aufgabe ist es, die für den Spinnprozess erforderliche Spinnfähigkeit der Fasern über den gesamten Produktionsprozess hinweg zu optimieren und die Fasern zu schützen.

Spulenaufwicklung

Nach dem Spinnen wird das Garn auf Spulen aufgewickelt. Für den Haushalt sind das zum Beispiel Garnrollen mit wenigen Metern Zwirn oder Nähseide. Für die Industrie dagegen werden große Spulen mit vielen Kilometern von Garn für die Weiterverarbeitung gewickelt.

Die Garnqualität wird nach fest definierten Parametern und nach genormten Messmethoden bestimmt und beschrieben. Sie umfasst Feinheit, Titer, Festigkeit, Haarigkeit, Gleichmäßigkeit, Garn- und Faserreinheit usw.

3.3.2 Die Herstellung textiler Flächen

Bevor ein textiles Endprodukt wie ein T-Shirt, eine Jeans oder eine Baseball-Cap entstehen kann, müssen aus den Garnen Stoffe werden, sogenannte textile Flächen. Die grundlegenden Techniken zu deren Herstellungen sind zwar alt, der Fortschritt in der maschinellen und automatisierten Erzeugung erfordert heute jedoch den Einsatz ebenso spezialisierter wie leistungsfähiger chemischer Hilfsstoffe.

Zetteln, Schlichten, Weben

Zum Herstellen von Geweben werden textile Fäden rechtwinklig verkreuzt, wobei sie unter- bzw. übereinandergelegt werden.



Den Faden, der in Längsrichtung läuft, nennt man „Kette“, den in der Querrichtung „Schuss“. Bevor jedoch mit dem eigentlichen Weben begonnen werden kann, muss „angezettelt“ und „geschlichtet“ werden.

Unter „Zetteln“ versteht man das Anordnen der senkrecht verlaufenden Kettfäden in der jeweils benötigten Webbreite. Dazu werden je nach Gewebequalität viele Hundert Kreuzspulen in die Zettelgatter gesteckt und dort auf eine breite Walze – den Zettelbaum – gewickelt.

Damit die Kettfäden gegen mechanische Belastungen wie Reiben, Ziehen und Biegen widerstandsfähiger sind, werden sie „geschlichtet“ – d. h. mit Schlichtemitteln behandelt. Schlichtemittel haben die Aufgabe, abstehende Fasern zu verkleben, Garne insgesamt zu glätten und widerstandsfähiger zu machen. Als verklebende Schlichtemittel werden makromolekulare Produkte verwendet – auf natürlicher Basis (etwa Stärke und Cellulosederivate) oder auf synthetischer Basis (zum Beispiel Polyvinylalkohole und Polyacrylate). Als glättende Produkte kommen natürliche Öle und Fette zum Einsatz (Fischöl, Rindertalg), natürliche und synthetische Wachse sowie Paraffine.

Die Systeme zur Herstellung von Geweben unterscheiden sich insbesondere durch die verschiedenen Möglichkeiten des Schusseintrags – also der Art, wie

die Schussfäden (in Abb. 16 rot) durch die Reihe der Kettfäden (in Abb. 16 blau/gelb) befördert werden. Was früher von Hand geschah, wird heute mechanisch oder mit Wasser- oder Luftdruck realisiert. Dabei ist der Begriff „Schussfaden“ wirklich wörtlich zu verstehen: Er wird mit Höchstgeschwindigkeit durch die Kettfäden „geschossen“.

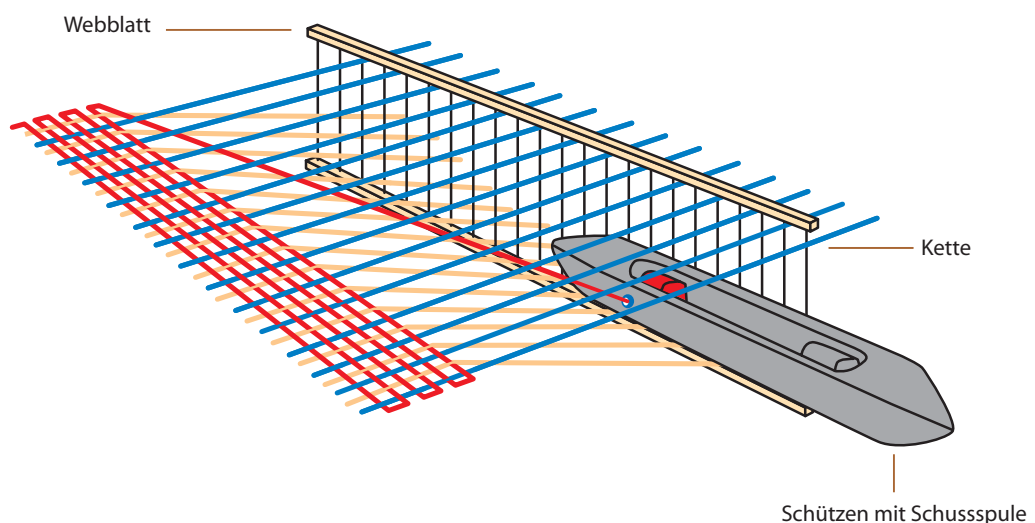
Die ursprünglich handwerkliche Technik des Webens wurde immer weiter verfeinert und automatisiert. So wurde die Verarbeitung von immer feineren Materialien wie Spinnfasergarnen und schließlich Filamentgarnen aus Mikrofilamenten möglich; aber natürlich wurde auch die Wirtschaftlichkeit verbessert. Heute ist Weben eine völlig technisierte Produktionsform, die höchste Ansprüche an die Leistungsfähigkeit von Garnen und Hilfsmitteln – wie auch an die Webmaschinen – stellt. Webware wird hauptsächlich zu Hemden, Blusen, Hosen sowie Bett- und Tischwäsche verarbeitet.

Wirken und Stricken: die Maschenware

Im Gegensatz zum kreuzförmigen Verbund der Fäden in der Webware werden für die Maschenware ineinanderhängende Fadenmaschen erzeugt, die waagrecht nebeneinander sowie senkrecht übereinander angeordnet sind (Abb. 17). Dieses kann mit einem oder mehreren Fäden unter Verwendung einer oder mehrerer Nadeln geschehen.

Abbildung 16

Prinzip des Schusseintrags



Werden die Maschen durch gemeinsam bewegliche Nadeln erzeugt, spricht man von „Wirken“, sind die Nadeln nur einzeln beweglich, handelt es sich um „Stricken“. Eine weitere Form des Herstellens von textilen Flächengebilden aus Maschen ist das Häkeln. Wirk- und Strickwaren zeichnen sich durch eine sehr gute Elastizität aus. Deshalb eignen sie sich auch besonders zur Herstellung von Bekleidungstextilien wie Sport- und Badebekleidung, Pullovern, Unter- und Nachtwäschen, Strümpfen, Socken, Handschuhen usw. Aber auch Heimtextilien wie Gardinstoffe können gewirkt sein.

Die Hochleistungsmaschinen für das Wirken und das Stricken von textilen Flächengebilden stellen hohe Anforderungen an die Beschaffenheit der Garne. Damit die Fäden gleitfähiger und geschmeidiger werden, behandelt man sie mit Glättungsmitteln. Diese haben die Aufgabe, die Reibung zwischen den Metallnadeln und der Faser herabzusetzen. Emulgierte Weißöle und Paraffine erfüllen diese Anforderungen und sind zudem beständig gegen die auftretenden Temperaturen.

Die Vliesstoffherstellung

Es gibt auch textile Flächen, die ohne Garnherstellung, Weben oder Wirken erzeugt werden. Man

nennt sie deshalb „Non-wovens“ – also „Nicht-Gewebes“ oder auch „Vliesstoffe“. Um sich als Vliesstoff zu qualifizieren, muss die Fläche charakteristische textile Eigenschaften aufweisen wie zum Beispiel Vernähbarkeit und einen textilen Griff. Aber auch hygienische Eigenschaften sind gefordert.

Typische Vliesstoffe des täglichen Gebrauchs sind Einmalartikel wie Servietten und Windeln oder auch längerfristig nutzbare Erzeugnisse wie Nadelvliessteppiche, Filtermatten oder Einlagestoffe für Bekleidungsartikel.

Das Besondere an Vliesstoffen ist, dass sie aus vielen auf- und nebeneinanderliegenden Fasern bestehen, die mit verschiedenen Techniken dauerhaft verbunden werden. Mechanische (Vernadeln), physikalische (Druckverwirbeln) und chemische Methoden werden eingesetzt. Abb. 18 zeigt die drei gebräuchlichsten Methoden der Vliesverfestigung. Am häufigsten eingesetzt werden das mechanische Verfestigen durch in das Vlies einstechende Nadeln (Nadelfilze), das Verkleben von Faserschichten durch Binder und das Verschweißen (Verkleben) von Faserlagen. Bei diesem Verfahren wird ein Kunstharzpulver aufgestreut und durch Zufuhr von Heißluft geschmolzen. So dringt das Pulver in das Vlies ein, wobei die Schmelze beim Abkühlen erstarrt und die Fasern verklebt.

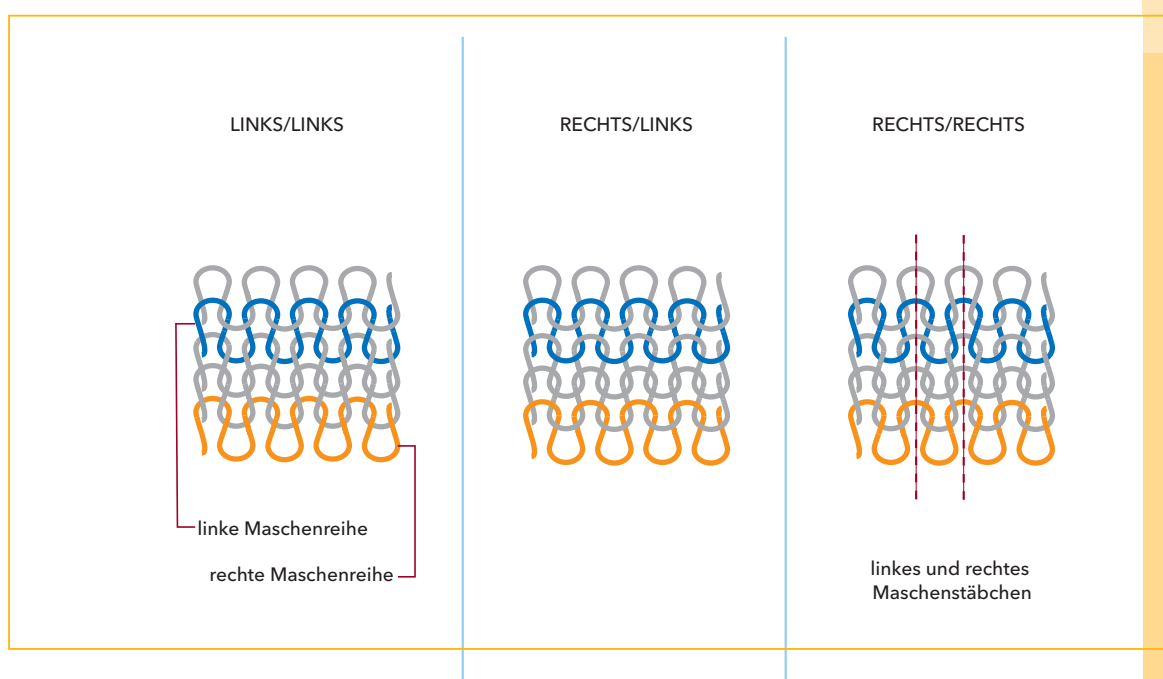


Abbildung 17

Schematische Darstellung von Maschenware



Die gebräuchlichsten Binder und Schmelzkleber stammen aus der Polymerchemie – meist sind es Acrylester wie Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymerisate (ABS-Binder).

3.4 Die Textilveredelung

Damit Fasern und textile Flächegebilde wie Gewebe, Vliesstoffe und Maschenware sowie die daraus gefertigten Kleidungsstücke, Heimtextilien oder Technischen Textilien die gewünschte Optik, Griffqualität und Funktionalität erhalten, werden sie veredelt. Die Textilveredelung ist bei Naturfasern genauso erforderlich wie bei Chemiefasern und bei Mischungen aus Natur- und Chemiefasern. Die Textilveredelung umfasst also sämtliche chemischen und mechanischen Behandlungen, die dem Zweck dienen, aus den textilen Rohmaterialien – je nach Verwendungszweck – gebrauchsfähige Textilien zu machen. Dazu gehören die folgenden Schritte bzw. Prozesse.

- Vorbehandlung
Zum Beispiel Entschlichten, Waschen, Sengen, Bleichen, Mercerisieren.

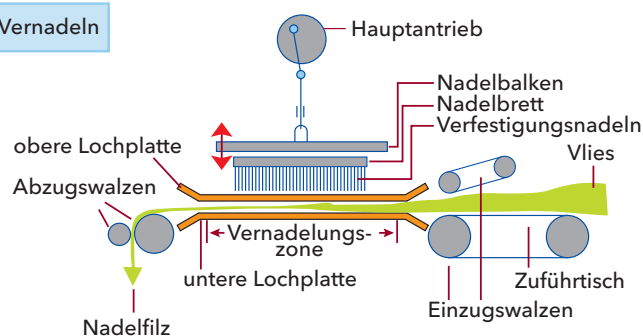
- Farbgebung
Die Farbe erhalten die Textilien durch Färben oder durch Bedrucken.

- Ausrüstung
Die Textilien erhalten verbesserte bzw. zusätzliche Eigenschaften wie Knitterarmut, Bügelleichtigkeit, Wasserdichtigkeit usw. Auch Spezialbehandlungen wie die Erhöhung der Rutschfestigkeit bei Teppichen oder der Schutz vor Insekten fallen unter dieses Stichwort.

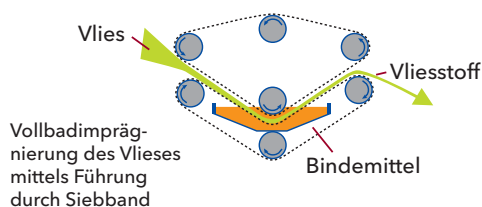
3.4.1 Die Vorbehandlung

Textile Rohwaren enthalten natürliche Verunreinigungen (wie Wollfett, Baumwollsamenschalen) oder gezielt hinzugefügte Substanzen (wie Präparationen, Schlichtemittel). Zusammen machen diese Substanzen nicht selten 30% des Fasergewichts aus. Sie müssen vor den nachfolgenden Veredelungsschritten entfernt werden – bei größtmöglicher Schonung der Fasern. In der modernen textilen Vorbehandlung werden Schmutz und Fette mithilfe von Waschmitteln beseitigt sowie mineralische Verunreinigungen durch Dispergatoren feinstens verteilt.

1. Mechanisch: Vernadeln



2. Chemisch: Bindemittel



3. Thermisch: Verschweissen

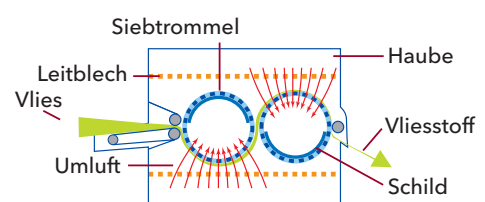


Abbildung 18

Drei Arten der Vliesverfestigung (mechanisch, chemisch, thermisch)

Umweltschutz ist heute mehr und mehr systemintegriert

Für die Vorbehandlungsprozesse der Textilveredelung sind nicht nur viele Chemikalien erforderlich, es wird auch viel Wasser benötigt – wie es etwa auch beim Wäschewaschen im Haushalt unvermeidlich ist. Umweltschutzmaßnahmen sind daher notwendig. Diese werden heute zunehmend systemintegriert durchgeführt. Die Textilveredelungsindustrie und die chemische Industrie haben deshalb Verfahren und chemische Hilfsmittel entwickelt, die einerseits Wiederschmutzungen verhindern und andererseits den Chemikalien- und Wassereinsatz minimieren (siehe Glossar auf der CD-ROM: Waschprozess im Gegenstrom). Zudem werden Wasser und zum Teil auch chemische Stoffe innerhalb der Industrieanlage zunehmend recycelt.

Ein Beispiel hierfür ist ein neues Verfahren zur Entfernung der als Schlichtemittel eingesetzten Stärke. Sie wird enzymatisch in Glucose gespalten und anschließend zur Gluconsäure oxidiert. Die Gluconsäure wiederum kann dann als Komplexbildner genutzt werden, um eisenhaltige Verunreinigungen zu inaktivieren.

Die Schlichte wird auf diesem „sanften Textilveredelungsweg“ nicht nur biologisch abgebaut, sondern wird gleichzeitig zum Komplexbildner recycelt und als Stabilisator sinnvoll weiterverwendet.



<<< EXKURS

Enzyme entfernen die Stärkeschichten faserschonend bei niedrigen Temperaturen. Alkali in Form von Natronlauge (bei Baumwolle) oder Soda (bei Wolle) verseifen die Begleitfette und Wachse. Außerdem aktivieren sie das Wasserstoffperoxid beim Bleichen. Komplexbildner maskieren Schwermetallionen, Stabilisatoren unterdrücken Nebenreaktionen beim Bleichen. Die Bleichmittel selbst beseitigen Naturpigmente, Samenschalen, Nissen und Stängel. Schließlich erhöhen Netzmittel die Hydrophilie und damit die Saugfähigkeit des textilen Materials, was die Farbstoffaufnahme optimiert. Letztlich werden in der Vorbehandlung die Voraussetzungen für eine bestmögliche Dimensionsstabilität, Falten- und Knitterfreiheit geschaffen.

Die Vorbehandlungsschritte am Beispiel eines Baumwollgewebes

Um aus der Baumwollfläche ein gebrauchsfertiges Textil zu machen, sind zahlreiche Vorbehandlungsschritte erforderlich. Diese können in Abhängigkeit von der Herkunft der Rohstoffe sowie der angestrebten Produktqualität entweder einzeln nacheinander oder in verschiedener Art und Weise miteinander kombiniert durchgeführt werden. Um Zeit, Energie, Wasser oder Chemikalien zu sparen, lassen sich

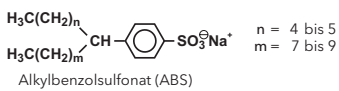
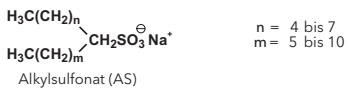
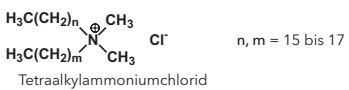
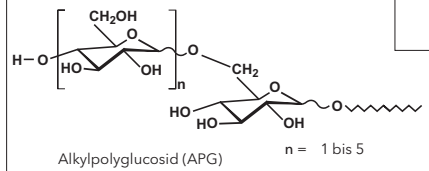
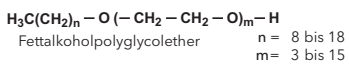
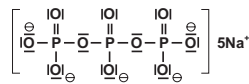
angepasste Kombinationsverfahren entwickeln. Will man dabei in einem Bad mehrere Prozess-Stufen durchführen, so müssen an die eingesetzten Hilfsmittel allerhöchste Ansprüche gestellt werden. Denn dann müssen sie höhere Schmutzfrachten bewältigen, höheren Temperaturen oder höheren Konzentrationen an Chemikalien standhalten. Nachfolgend werden die wichtigsten Einzelstufen des Prozesses skizziert.

Die beschriebenen Prozesse werden auf dem Arbeitsblatt A 2 thematisiert.

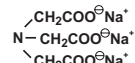
DIDAKTISCHER
<<< HINWEIS

Entschlichten

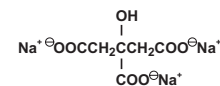
Hier werden die beim Weben verwendeten Schlichten entfernt. Bei Baumwolle sind dies oft Stärkeschichten. Sie werden durch Amylasen oder saure Chemikalien abgebaut. Dabei können auch Netzmittel, Komplexbildner und Peroxidisulfat im Sinne einer Kombinationswirkung zugesetzt werden. Damit wird bereits ein Teil der natürlichen Faserbegleitstoffe entfernt, etwa die anorganischen Salze, welche die Wirkung der Tenside beim Waschen zum Beispiel durch Kalkseifenbildung beeinträchtigen können. In der Folge können beim anschließenden

Anionische Tenside**Kationische Tenside****Nicht-ionische Tenside (Niotenside)****Komplexbildner**

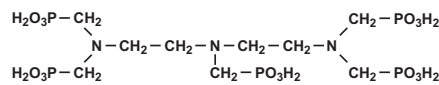
Pentatriumtriphosphat



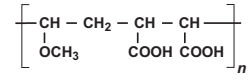
Natriumnitrioltriacetat (NTA)



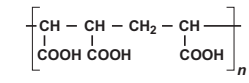
Natriumcitrat



Diethylenetriaminpenta(methylenphosphonsäure) DTPMP

Dispergatoren

Poly 4-methoxytetramethylen 1,2 dicarbonsäure



Poly tetraethylen 1,2,4 tricarbonsäure

Abbildung 19

Beispiele für in der Vorbehandlung eingesetzte Tenside, Komplexbildner und Dispergatoren

Abkochen und Bleichen in geringerem Maße Komplexbildner eingesetzt werden. Und durch die Nassbehandlung quillt die trockene Faser auf, was das Eindringen der wässrigen Behandlungsflotten beim Abkochen und Bleichen erleichtert. Das spart Zeit und Chemikalien.

Waschen

Dabei werden fettige, ölige oder wachsartige Faserbegleitstoffe und Schmutz durch geeignete Waschmittel abgelöst und im Waschbad gebunden (emulgiert). Dies beugt einer Rückverschmutzung bei nachfolgenden Spülgängen vor. Die Wäsche kann neutral oder schwach alkalisch erfolgen.

Demineralisation/Saure Extraktion

Schwer lösliche metallische Verunreinigungen, insbesondere Carbonate, Oxide und Hydroxide, lösen sich sehr leicht in Säuren und können so bereits bei

niedrigen Temperaturen aus dem Fasergefüge entfernt werden. Anstelle aggressiver Mineralsäuren setzt man biologisch abbaubare Polyhydroxycarbonsäuren mit chelatisierender und dispergierender Wirkung ein.

Alkalisches Abkochen/Beuchen

Das Abkochen dient der Beseitigung anorganischer Salze und der Hydrophilierung der Faser. Letzteres wird zum Beispiel durch Zugabe von anionischen Tensiden erreicht. Zudem wird hier verhindert, dass sich Beläge wie Kalkseifen auf den Textilien und den Maschinen bilden (Antiscaling). Als solche „Belagsverhinderer“ werden Dispergatoren und Komplexbildner zugegeben. Die Natronlauge dient auch zur Verseifung der Begleitwachs. Erfolgt das Abkochen unter Druck, spricht man von Beuchen. Auf diese Weise lassen sich Samenschalen besonders gut aufschließen und entfernen.

Bleichen

Beim Bleichen werden die farbigen Naturpigmente durch Oxidation bzw. Reduktion zerstört. Durch Ablösen restlicher Verunreinigungen versucht man, einen

DIDAKTISCHER HINWEIS >>>

Auf Arbeitsblatt A 21 wird der Bleichprozess, auf Arbeitsblatt A 19 der Waschprozess thematisiert.

maximalen Weißgrad und eine höchstmögliche Hydrophilie bei bester Faserschonung zu erreichen. Wasserstoffperoxid ist das meistverwendete Agens. Es wird durch Natronlauge aktiviert. In Spezialfällen wird auf Persäuren oder Natriumchlorit zurückgegriffen, ebenso auf schwefelhaltige Reduktionsmittel. Chlor- bzw. hypochlorithaltige Bleichmittel würden den AOX-Gehalt des Abwassers oft über bestehende Abwassergrenzwerte hinaus erhöhen; sie können dann nicht mehr eingesetzt werden.

Waschen, Demineralisieren, Abkochen und Bleichen werden oft in einem einzigen Prozess-Schritt durchgeführt.

Mercerisieren

Mit dem von John Mercer 1844 erfundenen Verfahren erhalten die Baumwollfasern Glanz. Außerdem nimmt ihre Festigkeit zu und die Aufnahmefähigkeit für Farbe wird gesteigert. Dies geschieht durch die Behandlung mit hoch konzentrierter Natronlauge unter hoher Zugspannung. Bei diesem Prozess wird aus der makromolekularen Cellulose zum Teil Natriumcellulose gebildet. Wenn diese unter mechanischer Spannung herausgespült wird, ordnen sich die Moleküle erneut, und zwar mit wesentlich höherer Orientierung und verbesserter Kristallinität. Damit steigen die Affinität zum Farbstoff und die Faserfestigkeit. Allerdings geht ein Materialverlust mit dieser Behandlung einher. Da die Faser nun runder und damit an der Oberfläche glatter wird, steigert sich auch ihr Glanz. Zudem hydrolysiert die stark konzentrierte Natronlauge Begleitwachse der Baumwolle besser, sodass diese leichter ausgespült werden können.

3.4.2 Die Färberei

Damit in der Färberei textile Materialien die gewünschte Farbe bekommen können, müssen für diesen Veredelungsschritt chemische und physikalische Prozesse fein aufeinander abgestimmt werden.

Gefärbt werden können unterschiedlichste Textilformen: Flocken und Garne sowie Vliese, Gewebe und Maschenware als Flächengebilde oder auch als bereits fertig konfektionierte Stücke.

Die Kunst des Färbens besteht darin, je nach Faserart und Farbstofftyp die Textilfarbe möglichst dauerhaft und gleichmäßig in die Textilien einzulagern, sie daran anzulagern oder eine chemische Bindung zwischen Farbstoff und Faser herbeizuführen. Chemiefasern haben dabei einen Vorteil: Die Farbe kann als Zusatz zur Spinnmasse bereits bei der Herstellung dauerhaft eingebracht werden.

Beim Färben wird das Färbegut mit einer wässrigen Farbstofflösung behandelt. Da textile Fasern chemisch unterschiedlich beschaffen sind und zudem differenzierte physikalische Eigenschaften besitzen, ist es nicht möglich, mit einem Farbstoff alle Faserarten zu färben. Deshalb mussten für jede Faserart spezielle Farbstoffe entwickelt werden, die auf den späteren Verwendungszweck wie auf den gewünschten Farbton zugeschnitten sind.

Damit also Textilien mit Erfolg gefärbt werden können, muss der geeignete Farbstoff eingesetzt und es muss das richtige Färbeverfahren ausgewählt werden. Dabei ist auch die Zusammensetzung des Färbebades (Flotte) und die Beachtung weiterer Parameter wichtig: Das Bad sollte nicht nur das richtige Verhältnis zwischen Textil und Farbstofflösung aufweisen, sondern auch Temperatur, Behandlungszeit, Qualität des Wassers (Verschmutzung, Härtegrad), Elektrolytgehalt und pH-Wert (Wolle wird zum Beispiel



Versuche und Auswertungen zum Färben von Textilien sind vielfach in Schulbüchern enthalten. Das Färben mit Neocarmin und mit Anthocyanidinfarbstoffen zur Fasererkennung kann mithilfe der Anleitungen zu den Versuchen Nr. 5 und Nr. 6 von der CD-ROM durchgeführt und mithilfe des Arbeitsblatts A15 vertieft ausgewertet werden.

Mehr Hintergrundwissen über Textilfarbstoffe, über die Techniken, sie an Fasern zu binden, sowie über die Wechselwirkungen zwischen Farbstoffteilchen und Fasern vermitteln ausführlich die Informationsserie 15 „Farbstoffe und Pigmente“ und die Informationsserie 28 „Lacke und Farben“ des Fonds der Chemischen Industrie.

**DIDAKTISCHER
<<< HINWEIS**



sauer, Baumwolle alkalisch gefärbt) müssen berücksichtigt werden, die Textilhilfsmittel müssen richtig dosiert sein.

Besonders hohe Anforderungen stellt die Bearbeitung bzw. das Färben von Mischgeweben. Weil in diesen Geweben verschiedene Materialien kombiniert sind, ist es mitunter schwierig, ein farbtongleiches Ergebnis (uni) zu erzielen. Bei einem Wolle-Polyester-Mischgewebe kann es zum Beispiel notwendig sein, zunächst den Wollanteil in einem ersten Färbebad zu färben und den Polyesteranteil anschließend in einem zweiten Bad. Mit speziellen, auf das Mischgewebe abgestimmten Farbstoffmischungen ist es möglich, die Färbung in einem Bad durchzuführen.

Die Färbeverfahren

Weil textile Materialien, die Menge des zu färbenden Textils, die Kosten für die Färbung, die Farbstoffe und insbesondere auch die erwünschten Qualitäten einer Färbung sehr verschieden sein können, muss das Färbeverfahren entsprechend ausgewählt werden. Am häufigsten angewendet werden das Ausziehverfahren und das Zwangsauftragsverfahren.

Ausziehverfahren

Bei diesem Färbeverfahren ziehen die gelösten oder dispergierten Farbstoffe aus einem Färbebad (Flotte) auf die Textilfaser auf. Voraussetzung dafür ist eine entsprechende Affinität zwischen Faser und Farbstoff. Der Farbstoff zieht so lange auf, bis ein Gleichgewicht zwischen Farbstoff auf der Faser und Farbstoff im Bad erreicht ist. Anschließend wird der überschüssige Farbstoff ausgewaschen. Mit dem Ausziehverfahren lassen sich Garne, Gewebe und Maschenware genauso färben wie fertig konfektionierte Artikel (Abb. 20).

Zwangsauftragsverfahren (Klotzfärbeverfahren)

Am häufigsten wird bei diesem Färbeverfahren eine Maschine mit Walzensystem, der sogenannte Foulard, eingesetzt (Abb. 21). Darin wird das Textilgut zuerst durch das Färbebad (Flotte) in einem Tauchtrog gezogen. Anschließend wird der Stoff durch zwei Walzen geführt; dadurch wird die Farblösung durch „Abquetschen“ in das textile Gewebe gepresst. Damit sich der Farbstoff dauerhaft mit der

Faser verbindet, muss er dann durch Trocknen und Dämpfen fixiert werden. Das Foulardverfahren eignet sich vor allem zum Färben von großen Mengen textiler Flächegebilde.

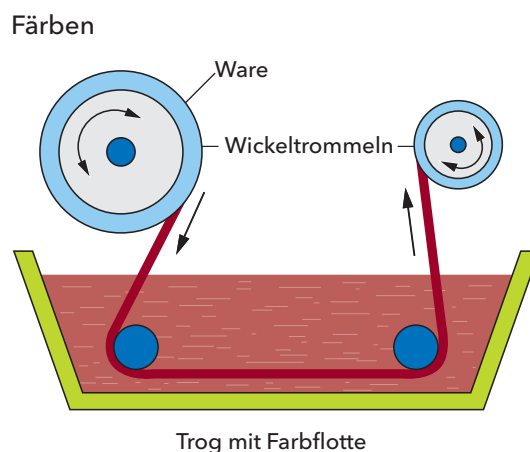
Färbereihilfsmittel

Die Färbung der Textilien hat nicht nur hohe Egalität, Farbechtheit und Brillanz zum Ziel, sondern muss auch faserschonend, temperaturbeständig und abriebfest sein. Darüber hinaus dürfen auch die Aspekte Wirtschaftlichkeit, Ressourcenschonung und Gesundheitsschutz nicht vernachlässigt werden. Um allen Ansprüchen gerecht zu werden, wird neben hochwertigen Textilfarben eine Vielfalt von Färbereihilfsmitteln benötigt.

- **Farbstofflösemittel und hydrotrope Mittel** unterstützen das Auflösen der Farbstoffe im Färbebad. Dabei handelt es sich meist um in Wasser lösliche Lösemittel wie Alkohole oder Ester.
- **Dispergiermittel** halten in Wasser schwer lösliche und unlösliche Farbstoffe in der Schwebelage und bilden bzw. stabilisieren Dispersionen. Es handelt sich um grenzflächenaktive Stoffe. Eingesetzt werden u. a. sulfitierte Fettsäureester und -amide, Alkylarylsulfonate und Fettsäureethoxylate.
- **Schutzkolloide** umhüllen dispergierte Teilchen und verhindern ein Ausflocken der Dispersionen, auch wenn sich die Temperatur ändert oder Elektrolyte zugesetzt werden. Eingesetzt werden u. a. Ligninsulfonate und wasserlösliche Polymere wie zum Beispiel Polyacrylate.
- **Netzmittel** setzen die Grenzflächenspannung zwischen dem Textil und der Farbflotte herab und sorgen für einen raschen und gleichmäßigen Zugang des Farbstoffs zur Faser. Dazu werden vielfach anionische Tenside eingesetzt wie Alkylsulfate, Alkylsulfonate sowie Salze der Sulfobernsteinsäure und der Phosphorsäure
- **Egalisiermittel** haben die Aufgabe, eine gleichmäßige („egale“)

Abbildung 20

Typisches Ausziehverfahren:
Färben im Jigger.
Das Textilgut wird durch die
Flotte bewegt.



Färbung zu erreichen. Dazu werden Hilfsmittel benötigt, die während der Aufheizphase das Aufziehen der Farbstoffe verlangsamen („retardieren“), beim Erreichen der Endtemperatur das Wandern der Farbstoffe („Migrieren“) und das Eindringen der Farbstoffe in die Faser („Penetrieren“) fördern, ohne farbstoffaffine Stellen der Faser zu blockieren. Geeignet sind Fettsäureester und -amide, Alkylamine und deren ethoxylierte Varianten.

■ Färbeschleuniger

werden bei der Ausziehfärbung von Polyesterware mit Dispersionsfarbstoffen der Färbeflotte zugefügt, damit die Farbstoffe schneller in die Faser diffundieren und die Farbausbeute sich erhöht. Oft werden schwer lösliche aromatische Kohlenwasserstoffe und Phthalsäureimide als Färbeschleuniger eingesetzt. Auch bei der Niedrigtemperaturfärbung von Wolle werden die Färbung beschleunigende Hilfsmittel zugesetzt.

■ Nachbehandlungsmittel

Im Anschluss an die Färbung können Nachbehandlungsmittel die Reib-, Nass- oder Lichtehtigkeit verbessern. Die Reibechtheit verbessert sich, wenn nicht fixierte Farbstoffanteile beim Nachwaschen

durch geeignete Hilfsmittel entfernt werden. Nassechtheiten von Reaktiv- und Direktfärbungen können durch quaternäre Ammoniumverbindungen und kationische Formaldehydkondensationsprodukte verbessert werden.

3.4.3 Stoffdruck

Eine weitere Technik, textile Materialien farbig zu gestalten, ist der Stoffdruck. Er wird vorwiegend für

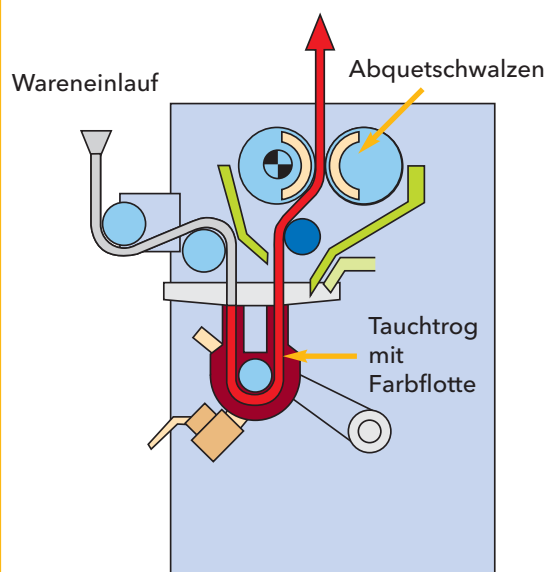


Abbildung 21

Färben im Foulard:
Das Textilgut wird mit
Farbflotte getränkt und
anschließend abge-
quetscht.



textile Flächengebilde – Gewebe und Maschenware – eingesetzt. Während beim Färben nur mit einer Farbe gearbeitet wird, können beim Stoffdruck auch mehrere Farben eingesetzt werden. Charakteristisch für das Bedrucken von Stoffen ist das örtlich begrenzte (lokale) Anfärben verschiedener Bereiche. So entstehen Flächen mit unterschiedlichen Farben und Mustern.

Beginnend mit der Vorbehandlung des zu bedruckenden Materials werden Verunreinigungen entfernt und das Textilgut wird für die Aufnahme der Druckfarbe vorbereitet. Damit die Farben an den gewünschten Stellen trennscharf haften, werden Farbstoffe und Pigmente zu Druckpasten verarbeitet, die komplexe Zubereitungen von unterschiedlicher Zusammensetzung und Viskosität darstellen. Zu den Inhaltsstoffen dieser Pasten gehören neben den Farbstoffen Säuren, Laugen oder Salze. Vor allem aber enthalten sie Verdickungsmittel (Abb. 22). Hierfür eingesetzt werden zum Beispiel natürliche Polymere (Polysaccharide) auf Basis von Stärke, Guar, Tamarinde und deren Derivaten – meist abgebaut oder verethert. Ebenfalls zur Verdickung dienen Alginat-

die Natriumsalze der Alginsäure. Auch synthetische Polymere wie Polyacrylate, Methacrylsäurederivate, Maleinsäurederivate und Polyurethane sind im Pigmentdruck wegen ihrer Bindungs- und Haftungsfähigkeiten von großer Bedeutung.

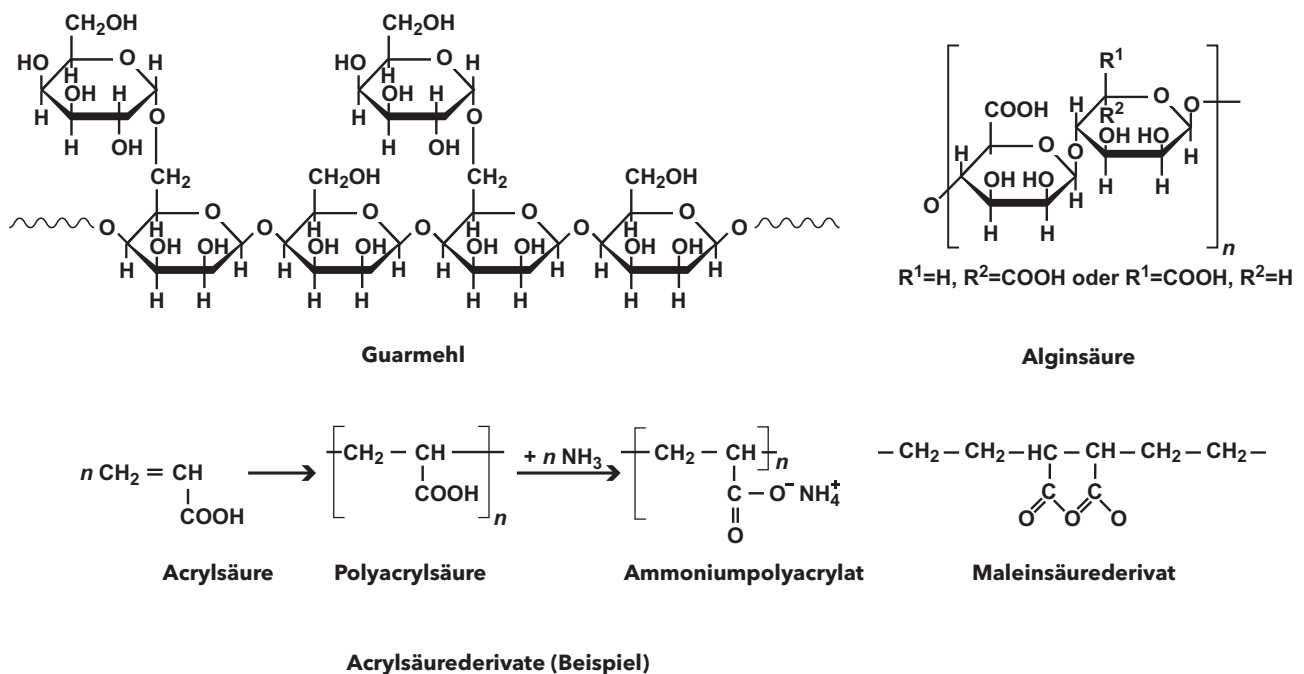
Damit sich der Farbstoff dauerhaft mit der Faser verbindet, muss er durch Trocknen und Dämpfen fixiert werden. In einer anschließenden Wäsche werden – zum Teil unter Zusatz von Chemikalien – je nach Farbstoffklasse die Farben entwickelt, die störende Verdickung wird entfernt und die Echtheiten werden optimiert.

3.4.4 Ausrüstung

Ausrüstung (auch Appretur genannt) ist ein Sammelbegriff für alle Verfahren in der Textilveredelung, mit denen der Nutzen und die Attraktivität von Textilien erhöht werden. Sowohl textile Stoffe aus Natur- und Chemiefasern als auch Stoffe aus Mischgeweben werden „ausgerüstet“ – mit Eigenschaften, die sie von Natur aus nicht besitzen.

Abbildung 22

Typische, im Stoffdruck eingesetzte Verdickungsmittel



Da Textilien sehr unterschiedlich genutzt werden, sind auch die Anforderungen an die Ausrüstung verschieden. Während Bekleidung vor allem schön aussehen, sich gut anfühlen oder pflegeleicht sein soll, werden an die Gebrauchseigenschaften von Heim- oder Technischen Textilien ganz andere Ansprüche gestellt: vom Schutz gegen Motten bis hin zum Brandschutz.

In der Ausrüstung werden chemische und mechanische Methoden eingesetzt, um bestimmte Produkteigenschaften und -qualitäten zu erzielen. Tabelle 5 erläutert Werkzeuge oder physikalische Techniken, die bei der mechanischen Ausrüstung von Textilien angewendet werden. Chemische Methoden der Ausrüstung haben darüber hinaus die Vielfalt textiler Eigenschaften und deren Nutzen deutlich erweitert.

Aus der Fülle chemischer Ausrüstungen werden im Folgenden drei charakteristische Beispiele erläutert. Tabelle 6 gibt einen Überblick über weitere wichtige Anwendungen.

Pflegeleicht-Ausrüstung

Die Pflegeleicht-Ausrüstung, auch „Wash-and-wear-Ausrüstung“ genannt, veredelt Baumwoll- bzw. Baumwollmischgewebe dahingehend, dass sie wasch- bzw. waschmaschinenfest, leicht zu bügeln, knitterarm, formstabil sind und schnell trocknen.

Da bei der Baumwolle die einzelnen Fasern beim Biegen oder Knicken unter Spannung geraten und die cellulosischen Polymerketten aneinander abgleiten,

Die verschiedenen Stoffdruckarten – Flach- bzw. Rotationsdruck, Direkt-, Ätz-, Reserve-, Transfer- und Inkjetdruck – sind im Glossar auf der CD-ROM zu dieser Informationsserie beschrieben.

Mehr Informationen über Textildruckfarben und ihre Verarbeitung: in der Informationsserie 15 „Farbstoffe und Pigmente“ des Fonds der Chemischen Industrie

<<< HINWEIS

neigt sie besonders stark zum Knittern. Selbst nach dem Entspannen durch Waschen oder Trocknen bleibt der „Knitter“ erhalten. Bei der Pflegeleicht-Ausrüstung wird das Baumwollgewebe mit einer Vernetzlösung getränkt, getrocknet und anschließend bei 170 °C fixiert. Dabei entstehen zwischen den Cellulosefibrillen feste Querverbindungen, sodass sie sich nicht mehr gegeneinander bewegen können. Dies führt dazu, dass die Baumwolle im Wasser weniger quillt und ihre Formstabilität zunimmt (Abb. 23).

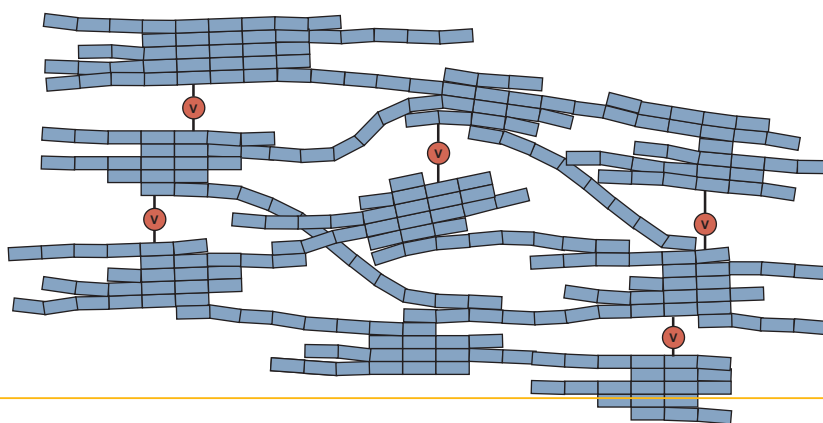
Der Pflegeleicht-Effekt lässt sich bereits mit geringen Vernetzermengen (etwa 10g pro Herrenhemd) erreichen. Die meisten Vernetzer enthalten DMDHEU (Abb. 24), die aus Harnstoff, Glyoxal und Formaldehyd aufgebaut sind.

Flammhemmende Ausrüstung

Es gibt zahlreiche Textilien, die einem Entflamm- oder Brandrisiko ausgesetzt sind und deren Brennbarkeit deshalb durch eine spezielle Ausrüstung

Abbildung 23

Vernetzung von Cellulosefibrillen



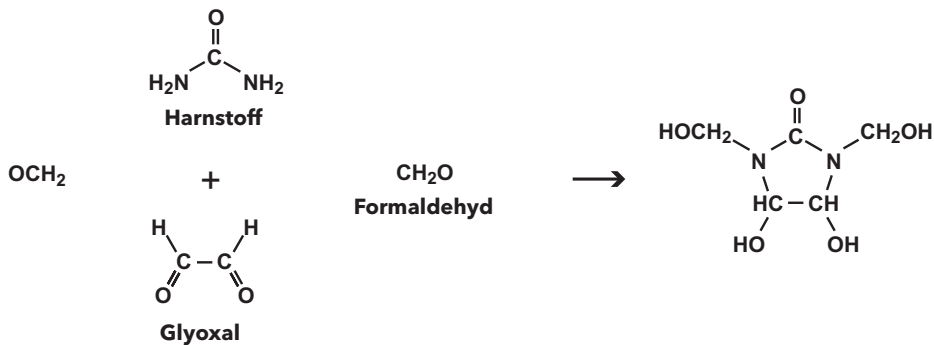


Abbildung 24

Reaktivvernetzer auf der Basis von DMDHEU (Dimethyloldihydroxyethylenharnstoff)



reduziert wird. Dies trifft für Sitzbezüge in Flugzeugen oder Autos genauso zu wie für Heimtextilien, zum Beispiel Möbelstoffe oder Gardinen. Bauvorschriften für öffentliche Gebäude wie Kinos oder Theater schreiben einen Flammenschutz inzwischen verbindlich vor. Dieser ist oft durch die flammhemmende Ausrüstung von Textilien zu erreichen. Auch Schutzkleidung zum Beispiel für Feuerwehrleute oder Gießereiarbeiter muss heute entsprechend ausgerüstet sein.

Mithilfe einer flammhemmenden Ausrüstung werden die Entflamm- und die Brennbarkeit sowie das Nachglimmen von Natur- oder Chemiefasern herabgesetzt. Im Brandfall dürfen die flammhemmenden Ausrüstungsmittel für Textilien keine ätzenden Säuren freisetzen und es darf nicht zur Bildung von Schmelztropfen kommen. Weiterhin müssen die textilen Stoffe auch mit dieser flammhemmenden Ausrüstung waschbar, reinigungsbeständig und nährfähig sowie hygienisch und hautverträglich bleiben.

Technik	Effekt
Rauhen	Macht den Griff flauschig weich
Schleifen/Schmirlgeln	Gibt Stoffen eine wildleder- oder samtartige Oberfläche (Pfirsichhaut)
Scheren	Dient dem Erzielen einer gleichmäßigen Stoffoberfläche und wird auch bei der Herstellung von Samt sowie Plüsch eingesetzt
Brechen/Tumbeln	Hat das Weichmachen zum Ziel
Kalandrieren/Mangeln	Bedeutet das Erzeugen von textilen Eigenschaften unter Druck, der beim Kalandrieren bis zu 10 000 t betragen kann; die Effekte sind z. B. geschmeidigerer Griff, Glätte, Glanz
Moirieren	Erzeugt schillernde, wellenförmige optische Interferenzmuster
Prägen	Führt zu dreidimensionalen Mustern im Textil
Plissieren	Bedeutet das dauerhafte Einbügeln von eng liegenden Falten

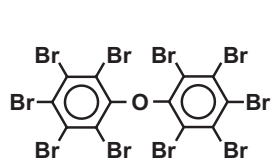
Tabelle 5

Physikalische Ausrüstungsmethoden

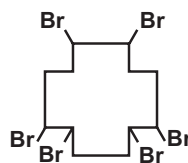
Methode	Eingesetzte Substanzen (Beispiele)
Weichmachen Erhöht die Geschmeidigkeit von textilen Materialien	Dispersionen von Fetten, Ölen, Wachsen, Paraffinen; Emulsionen von Siliconölen, Polyethylendispersionen
Beschweren	Metallsalze
Füllen, Versteifen Beeinflussen ebenfalls den Griff des Textils (Beispiel Petticoat)	Stärke; spezielle Kunstharze, die auch zur Pflegeleicht-Ausrüstung eingesetzt werden (siehe dort)
Hydrophobieren/Oleophobieren Soil-repellant Durch Hydrophobieren wird der Stoff wasserabweisend; es wird auch Imprägnieren genannt. Durch Oleophobieren wiederum wird der Stoff fettabweisend. Soil-repellant ist der Oberbegriff und bezeichnet allgemein die Fähigkeit, Schmutz abzuweisen.	Fluorcarbonharze; metallsalzhaltige Paraffinemulsionen; Silicone
Hydrophilieren Macht synthetische Fasern saugfähiger und wird zum Beispiel für Damenstrümpfe oder Miederwaren eingesetzt	Polyacrylate, Polyamid-Derivate
Scheuerfest-Ausrüstung/Abriebfest Bettwäsche, Tischwäsche und andere stark beanspruchte Textilien wie z. B. Teppiche werden so ausgerüstet	Kieselsäuren/Kunstharze
Antistatische Ausrüstung Verhindert die elektrostatische Aufladung von synthetischen Fasern durch Reibung beim Tragen; vor allem auch bei Teppichen wichtig	Phosphorsäureester, Kaliumsalze niedermolekularer Carbonsäuren (z. B. Kaliumformiat)
Filzfrei-Ausrüstung Macht Textilien aus Schurwolle oder wollreichen Mischungen waschmaschinenfest	Polyamid-Überzug, Enzyme (Proteasen)
Optisches Aufhellen Erhält zum Vergilben bzw. Vergrauen neigende Textilien leuchtend weiß	Triazinylflavonate, Stilbenderivate
Antimikrobielle Ausrüstung Verhindert die Vermehrung von Mikroorganismen. Diese Art der Ausrüstung wird beispielsweise bei Markisen oder Zeltstoffen eingesetzt.	Tetraalkylammoniumverbindungen
Fraßschutz/Repellents Wehren Textilschädlinge wie Motten oder Teppichkäfer ab. Das Wollsiegel zum Beispiel verlangt eine mottensichere Ausrüstung.	Pyrethroide

Tabelle 6

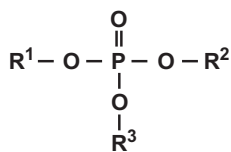
Chemische Textilausrüstung: weitere häufig eingesetzte Methoden



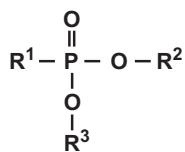
Dekabromdiphenylether



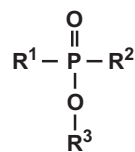
Hexabromcyclododecan



Phosphatester



Phosphonate



Phosphinate

Abbildung 25

Formeln typischer
Flammschutzmittel

Diese Eigenschaften können bei synthetischen Chemiefasern durch Modifikation bereits ins Polymer integriert werden. Bei einer nachträglichen flammhemmenden Ausrüstung werden textile Fasern oder Flächen zum Beispiel mit halogen- oder phosphorhaltigen Hilfsmitteln oder Mineralsalzen behandelt. Solche Substanzen können den Verbrennungsprozess durch physikalische oder chemische Wirkungen verzögern bzw. verhindern. So werden beispielsweise durch das Freisetzen von Wasser unter Hitze einwirkung Energie verbrauchende Prozesse ausgelöst, die das Material unter die Temperatur kühlen, die für den Fortgang des Verbrennungsprozesses erforderlich ist (physikalische Wirkweise). Chlor- oder bromhaltige Flammschutzmittel, die insbesondere für Chemiefasern eingesetzt werden, entwickeln ihre Wirkung durch chemische Reaktionen: Sie unterbrechen die Radikalkettenreaktion der Verbrennung in der Gasphase und erreichen so eine Abkühlung des Systems.

Detaillierte Informationen über Flammschutzmittel findet man im Internet unter www.cefic-efra.com und unter www.bsef.com.

Typische halogenierte Flammschutzmittel für Textilien sind Hexabromcyclododecan, Dekabromdiphenylether und Chlorparaffine.

Zur kochwaschechten Faserbeschichtung von Cellulose werden spezielle reaktive, phosphorhaltige Flammschutzmittel eingesetzt. Sie vermindern durch Dehydratisierung die Bildung leicht brennbarer Pyrolyse-Produkte.

Für Polyamid 6 und 6.6 werden Flammschutzmittel auf der Basis von rotem Phosphor eingesetzt. Auch Ammoniumpolyphosphate werden für Textilausrüstungen verwendet.

Anti-Smell-Ausrüstung mit Cyclodextrinen

Eine neue Art der Veredelung ist die Anti-Smell-Ausrüstung. Beschichtet man Textilien mit Cyclodextrinen, können Gerüche aller Art in den ringförmigen Zuckermolekülen „eingefangen“ werden. Cyclodextrine werden aus Stärke gewonnen. In Bioreaktoren schneiden bestimmte Enzyme aus ihr winzige Stücke heraus, die sich dann zu den ringförmigen Cyclodextrin-Molekülen verbinden. Es gibt das Alpha-, das Beta- und das Gamma-Cyclodextrin, sie bestehen aus sechs, sieben bzw. acht Einheiten des Alpha-1,4-verknüpften Glucosemoleküls (Abb. 26).

HINWEIS >>>

Die Durchmesser der Innenräume variieren – vom Alpha- bis zum Gamma-Cyclodextrin – von 0,47 nm bis 0,83 nm, die Tiefe des Hohlraumes beträgt etwa 0,8 nm. Für die Textilveredelung wird vor allem das Beta-Cyclodextrin eingesetzt.

Cyclodextrinmoleküle können auf der Oberfläche verschiedenster Fasermaterialien dauerhaft fixiert werden. Besitzt ein Cyclodextrinderivat eine reaktive Gruppe, wie zum Beispiel eine Monochlortriazinylgruppe, so kann diese auf Baumwollfasern reaktiv verbunden, sozusagen „verankert“ werden (Abb. 27). Dagegen ist auf einer Polyesterfaser eine dauerhafte Anbindung nur möglich, wenn das Cyclodextrinderivat eine hydrophobe Gruppe besitzt, die in das Faserinnere wandert (Abb. 27 links), analog zu einer Dispersionsfärbung. Der polare Molekülteil bleibt auf der Fasoberfläche. Die polaren Hydroxylgruppen der Cyclodextrinmoleküle verhindern, dass die Cyclodextrinmoleküle selbst in das Innere der Polyesterfaser wandern können.

Das Ausrüsten mit Cyclodextrinen bedeutet allerdings nicht, dass das Waschen überflüssig wird. Denn die aufgenommenen Stoffe werden, wenn auch sehr langsam, wieder abgegeben. Auch die so

Die Versuchsreihe Nr. 4 und das Arbeitsblatt A 10 auf der CD-ROM sind der Ausrüstung von Baumwolle mit Beta-Cyclodextrin gewidmet.

**DIDAKTISCHER
<<< HINWEIS**

ausgerüsteten Textilien müssen also zum Regenerieren gewaschen werden. Insgesamt können die Cyclodextrin-Textilien bis zu 50-mal gewaschen werden, ohne ihre Anti-Smell-Wirkung zu verlieren.

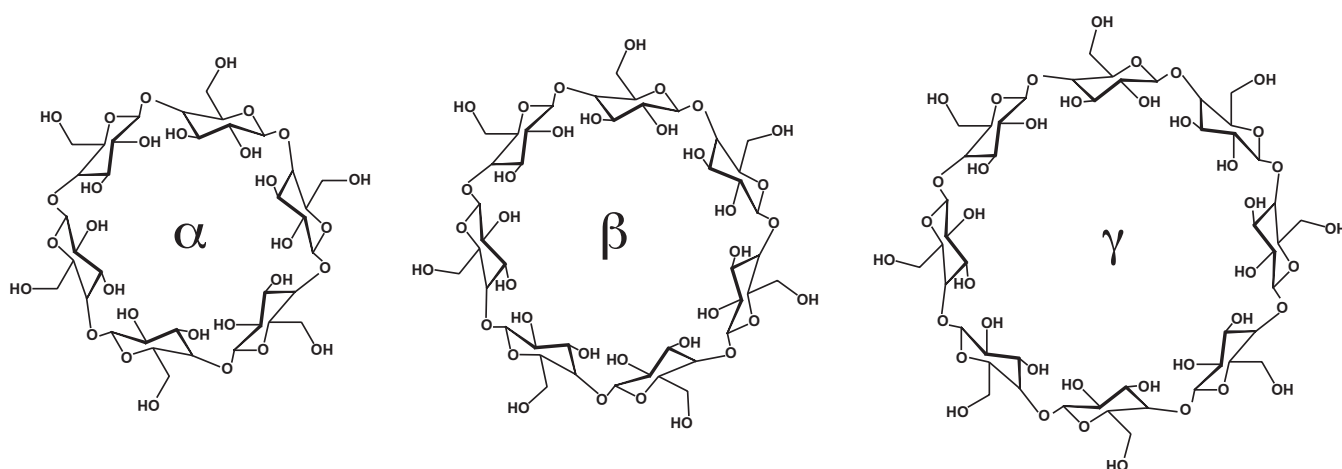
3.4.5 Konfektion

Die serienmäßige Herstellung von Kleidungsstücken und Heimtextilien wird als „Konfektion“ bezeichnet. Sie ist die letzte Stufe der textilen Produktionskette, in der aus textilen Flächen verkaufsfertige Produkte entstehen – auch dies geschieht heute hoch technisiert und automatisiert.

Wichtige Stationen des textilen Fertigungsprozesses sind das Zuschneiden bzw. Stanzen von textilen Formteilen, das Nähen, Kleben und Schweißen als Verbindungstechniken sowie abschließende Wärme- und Feuchtbehandlungen wie Bügeln, Dämpfen und Formfixieren.

Abbildung 26

Chemische Struktur von Cyclodextrinen



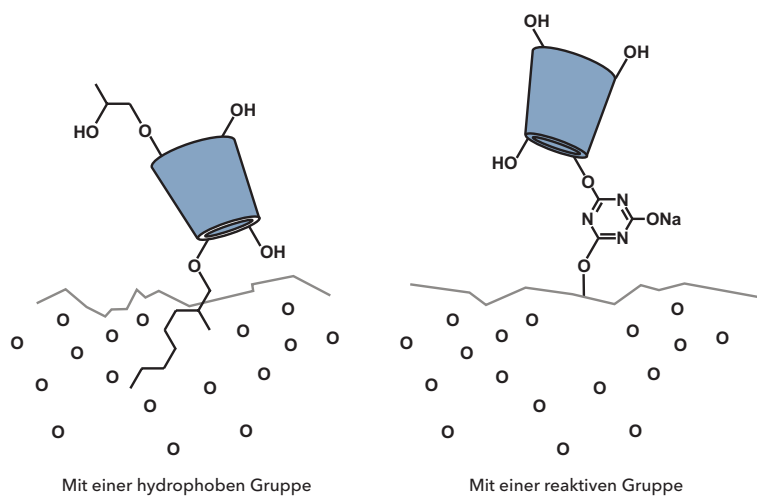


Abbildung 27

Verankerung von Beta-Cyclodextrinderivaten

Auch in der Konfektion tragen Textilhilfsmittel dazu bei, dass technische Fortschritte realisierbar sind, dass Prozesse beschleunigt und die Qualität sowie die Wirtschaftlichkeit besser gesichert werden können.

Ein Beispiel ist das Nähen mit Hochgeschwindigkeits-Nähautomaten. Bei bis zu 4 000 Einstichen pro Minute entsteht eine sehr hohe Reibungswärme. Ohne spezialisierte Hilfsmittel würden beim Nähen Naturfasern und cellulosische Chemiefasern verbrennen, synthetische Chemiefasern schmelzen. Ein anderer Aspekt sind die hohen Zugkräfte, die auf den Nähfaden ausgeübt werden. Daher kommt es darauf an, die im Nähprozess auftretende Reibung herabzusetzen. Dafür werden Glättungsmittel wie Silikon-derivate und Paraffine für den Nähfaden und für die Nadel eingesetzt. Auch die textile Fläche selbst wird reibungsmindernd präpariert.

4 Verwendung textiler Produkte

Im Wesentlichen sind es drei Bereiche, in denen wir textile Erzeugnisse nutzen: Bekleidung, Wohnen bzw. Raumausstattung sowie technische Nutzungszwecke. Jedes Anwendungsgebiet ist für sich so vielfältig und variantenreich, dass die nachfolgenden Beispiele stellvertretend für unzählig viele andere dargestellt werden.

4.1 Bekleidungstextilien

Da wir Menschen über kein eigenes Fell verfügen, um uns vor Kälte, Nässe oder Hitze zu schützen, sind wir auf Bekleidung angewiesen. Dabei sind wir gewohnt, Kleidungsstücke ganz nach Anlass oder Zweck anzuziehen: Wer zur Schule oder zur Arbeit geht, kleidet sich anders als jemand, der eine Disco oder das Theater besuchen will.

Die Leistungen von Bekleidungstextilien – zu ihren Funktionen gehört nicht zuletzt, dass sie kleidsam sind – werden von ihren Materialien und deren

Veredlungseigenschaften bestimmt. Eine Jeans aus robustem Denimbaumwollstoff trägt sich anders als ein Pullover aus kostbarer Kaschmirwolle, ein Trainingsanzug bietet ganz andere Funktionen als eine Badehose oder ein Bikini.

4.1.1 Funktionalität von Bekleidungstextilien

Die Anforderungen an Bekleidungstextilien haben sich im Laufe der Zeit verändert. Der modische Aspekt ist längst nicht mehr der allein entscheidende; auch die Funktionalität von Textilien bestimmt inzwischen die Gestaltung von Alltagskleidung mit – sie wird sogar zum Trendsetter. Funktionen wie gute Atmungsaktivität, Schutz vor UV-Strahlung sowie weitere gesundheitsschützende und -fördernde Eigenschaften sind neben geschmackvollem Design für Verbraucher zunehmend relevant. Durch die ständig steigenden Anforderungen an textile Produkte und die Fortschritte in der Forschung und Entwicklung entstehen Hochleistungstextilien, die immer individuellere Problemlösungen bieten

HighTex-Forschungsbeispiel Fleece: Hochleistung, die sich gut anfühlt

Unter Fleece versteht man eine leichte, zugleich voluminöse und stark geraute Ware aus Chemiefasern. Dieses innovative Material wurde ca. 1980 in den USA entwickelt. Mit der Kombination aus Wärmeisolation, Atmungsaktivität, Strapazierfähigkeit und Pflegeleichtigkeit, bei geringem Eigengewicht, erwies es sich als besonders geeignet für extreme Klimabedingungen und für Sportler.

Textiltechnisch handelt es sich bei Fleece um Maschenware, deren Besonderheit eine Oberfläche aus dicht an dicht aufrecht stehenden Schlingen ist. Diese werden mit speziellen Maschinen aufgeschnitten, sodass die sehr feinen Einzelfasern auseinandergehen: Eine flauschige Oberfläche entsteht. Dabei gilt: Je feiner die Einzelfaser ist, desto flauschiger fühlt sich die Oberfläche an. Die am häufigsten für Fleece eingesetzte synthetische Chemiefaser ist Polyester, weil sie nur 0,5% ihres Eigengewichts an Feuchtigkeit aufnimmt, die sie auch nicht speichert, sondern schnell ableitet. Diese vorteilhafte Eigenschaft wird durch die große Oberfläche des Fleece-Materials zusätzlich unterstützt.

Eine weitere Qualitätssteigerung für Fleece bringt der Einsatz von Microfasern. Darunter sind synthetische Chemiefasern aus Polyester, Polyamid oder Polyacryl zu verstehen, die extrem fein sind. Microfasern werden zu Garnen gebündelt oder als Stapelfasern zu Garn versponnen. Während übliche Polyestergerne aus bereits 40 Einzelfäden bestehen, bringt es ein Garn aus Microfasern auf rund 150 Einzelfäden. So lässt sich leicht nachvollziehen, warum Fleece aus Microfasern nochmals um ein Vielfaches flauschiger ist.

<<< EXKURS





und dadurch unsere Lebensqualität stetig weiter verbessern.

Textilien für Sport und Freizeit

Textilien, die bei sportlicher Betätigung getragen werden, müssen besonders hohe Anforderungen erfüllen – im Spitzen- wie im Breitensport. Sie sollten nicht nur möglichst knitterfrei, schnell trocknend, wasserdicht und schmutzabweisend, sondern auch temperatenausgleichend, geruchabsorbierend sowie antibakteriell ausgerüstet sein. Man denke zum Beispiel an die Trikotose eines „Tour de France“-Fahrers auf seinem Weg durch die Pyrenäen: Sie muss dem Hochleistungssportler nicht nur einen guten, „reibunglosen“ Sitz auf seinem Fahrradsattel bieten, große Mengen von Schweiß aufnehmen und nach außen leiten, die Körperwärme abführen, sondern auch „windschnittig“ sein sowie Schutz bieten gegen den Fahrtwind, vor der Sonnenhitze, vor Regen und Kälte.

Auch bei Sportgeräten und -zubehör sind Hochleistungstextilien nicht wegzudenken. Ob es um das Trampolin, den Fallschirm, das Kletterseil oder um

die Netze beim Fußball, beim Tennis oder auch für den Angelsport geht – überall sind textile Erzeugnisse im Spiel.

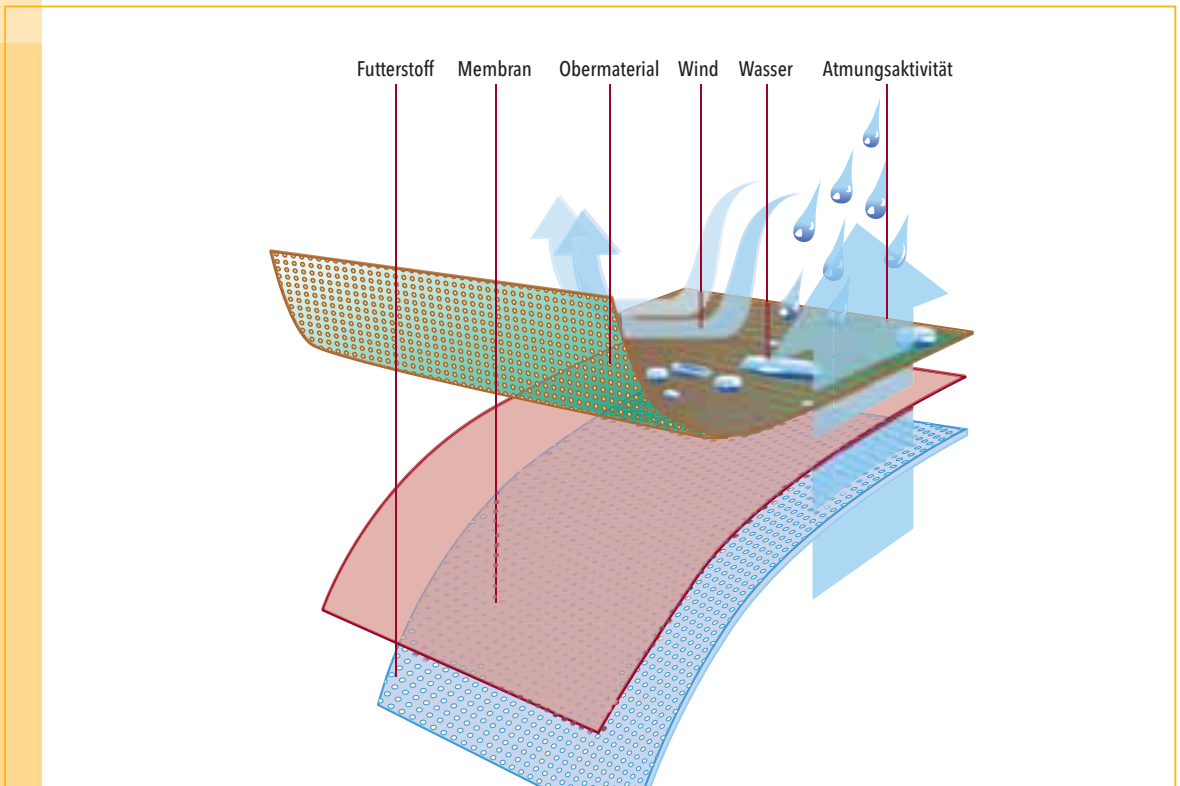
Membranen: Wetterschutz, der von innen kommt

Den modernsten, wirkungsvollsten und angenehmsten Wetterschutz für Kleidung sieht man nicht, hört man nicht – und man spürt ihn auch nicht. Gleichwohl sorgt er für optimales Wohlbefinden. Der Grund dafür sind hauchdünne Membranen aus speziellen Kunststoffen. Sie bringen das Kunststück fertig, Feuchtigkeit von innen nach außen abzuleiten, aber der Nässe, die von außen kommt, den Weg nach drinnen zu versperren (Abb. 28). Die beiden bekanntesten Wetterschutzsysteme für moderne Bekleidung tragen die Markennamen Gore-Tex und Sympatex.

Das Besondere an Gore-Tex ist eine Membran aus Polytetrafluorethylen. Dieses Material ist mikroporös und besitzt rund 1,4 Milliarden mikroskopisch kleine Öffnungen pro Quadratzentimeter. Wegen ihrer Oberflächenspannung haben Wassertropfen keine Chance, die Membran zu überwinden. Wasserdampfteilchen allerdings, wie sie zum Beispiel durch

Abbildung 28

Wetterschutzmembran



Körperwärme und Schweiß erzeugt werden, können die Poren problemlos passieren.

Sympatex ist eine geschlossene Membran ohne Poren und besteht aus einem Copolymer: aus Polyester (wasserabweisende Wirkung) und Polyether (Wasserdampf durchlassende Wirkung). Von außen kann kein Wassertropfen eindringen, Wasserdampfmoleküle aus dem Schweiß werden jedoch durch die Membran von innen nach außen geleitet, d. h., Schweiß wird wie über einen Docht von innen nach außen abgeführt. Dabei sorgt der Temperaturunterschied zwischen Körper und Außenluft für die richtige Fließrichtung.

Technisch haben beide Membranen gleichermaßen den Vorteil, dass sie hauchdünn (0,01 bis 0,02 mm) und deshalb auch sehr leicht sind. Der Anteil einer Sympatex-Membran am Gewicht eines Anoraks beträgt nur 40 g. Im Gegensatz zu den früher eingenähten Folien rascheln sie nicht. Da die Membranen hauchzart und empfindlich sind, werden sie immer mit einem Trägermaterial des Bekleidungsstückes kombiniert. In der Regel sind dies Gewebe, Maschenware oder Fleece. Die Membran wird auf den jeweiligen Trägerstoff aufgebracht (laminiert) und geht – je nach Verarbeitungsart – eine feste Verbindung mit Oberstoff, Futterstoff und/oder einem anderen Trägermaterial ein.

UV-Schutz: Textilien contra Sonnenbrand

In Deutschland erkranken jährlich mehr als 100 000 Menschen an Hautkrebs. Eine Ursache dafür ist eine zu starke UV-Strahlung, welche die Haut schädigt. Deshalb sind UV-Schutz-Textilien auch in Europa zu einem wichtigen Thema geworden. Was viele nicht wissen: Biker, Jogger, Wanderer oder Kletterer, die sich stundenlang der Sonne aussetzen, riskieren einen Sonnenbrand auch unter der Bekleidung. Ein normales weißes T-Shirt beispielsweise kann keinen ausreichenden UV-Schutz bieten (Schutzfaktor ca. 10 bis 15) – vor allem dann nicht, wenn es feucht oder nass ist (Schutzfaktor 2 bis 3).

Dicht gewebte und schwere Textilien in dunklen Farben weisen in der Regel zwar einen höheren, aber nicht immer ausreichenden UV-Schutz auf und sie sind für sommerliche Temperaturen nicht geeignet.

Wissenschaftler der Universität Bochum fanden heraus, dass ein kräftiges Grün bzw. Rot besonders geeignet sind – Lichtechtheit vorausgesetzt. Doch tendieren Verbraucher bei Sommerhitze und Sonneneinstrahlung eher zu heller, leichter und damit UV-durchlässiger Bekleidung aus Baumwolle.

Die nicht zuletzt infolge der Diskussion um das „Ozonloch“ aktuelle Frage nach einem wirksamen Schutz vor Hautkrebs hat Textilhersteller dazu veranlasst, Bekleidung mit integrierten UV-Filtern zu entwickeln. Eine Lösung besteht zum Beispiel in der Möglichkeit, Chemiefasern bereits im Spinnprozess Pigmente zuzusetzen, die UV-Strahlen reflektieren. Als Pigmente werden meist nanoskalige Titandioxidpartikel eingesetzt. Bei entsprechender Verarbeitung können damit Textilien hergestellt werden, die einen Lichtschutzfaktor von 60 oder mehr aufweisen – und das als permanenten Schutz, der sich nicht auswäscht. Eine andere Möglichkeit ist die Applikation farbloser „UV-Absorber“ (Textilhilfsmittel, Waschzusätze) auf dem Textil. Allerdings ist hier beim Waschen auf die Dauer ein Ablösungseffekt festzustellen.

4.1.2 Mischgewebe

Die Textilkennzeichnung bringt es an den Tag: Heute sind die meisten Kleidungsstücke nichts für Puristen. Das heißt, die verwendeten Garne bzw. Gewebe bestehen aus mehreren textilen Rohstoffen. Zum Beispiel aus einer Kombination von Polyester und Baumwolle oder von Polyester und Schurwolle, mit unterschiedlichen Anteilen. Als „klassische Mischung“ gilt die Kombination von 55% Polyester mit 45% Schurwolle. Weitere für Mischgewebe verwendete Materialien sind etwa Leinen, Kaschmir und andere feine Tierhaare, Viskose/Modal, Polyamid, Polyacryl, Elastan sowie Microfasern.

Mischgewebe sind in der Anwendung vor allem deshalb interessant, weil sie die vorteilhaften Eigenschaften der Einzelfasern mehren und deren nachteilige Eigenschaften verringern. Sie laufen weniger ein, sind pflegeleichter und bügelfrei, Plisse- und Falteeffekte halten dauerhaft, die Reißfestigkeit ist erhöht und auch die gute Knittererholung ist ein überzeugender Vorteil.



Hinzu kommen wirtschaftliche Vorteile. So sind Baumwolle und Wolle teurer als Polyester. Mischungen sind also kostengünstiger als zum Beispiel „reine Wolle“.

4.2 Die Heimtextilien

Mit einem Anteil von 30% am Gesamtumsatz der deutschen Textilindustrie kommt der Heim- und Haustextilien-Industrie eine bedeutende Position zu. Dies entspricht dem breiten Anwendungsbereich von Heimtextilien in der Ausstattung bzw. Gestaltung von Wohnräumen, Hotels, Restaurants, Büros und einer Vielzahl weiterer Nutzbauten.

Gardinstoffe

Der weitaus größte Teil der Gardinstoffe wird inzwischen aus synthetischen Garnen gefertigt. Moderne Gardinen zeichnen sich durch eine hohe Festigkeit aus. Sie haben eine sehr gute Formbeständigkeit und sind pflegeleicht; d. h., sie sind leicht, schnell waschbar und trocknen schnell, sie sind knitterfest und bügelfrei. Sie besitzen eine außerordentliche Lichtbeständigkeit – auch bei intensiver Sonneneinstrahlung bleibt der Weißgrad der Gardine erhalten – und sind unempfindlich gegenüber UV-Strahlen.

Dekostoffe

Unter Dekorationsstoffen werden im weitesten Sinne alle Vorhang- und Wandbespannungstoffe zusammengefasst, die zur Raumdekoration dienen. Neben modischen und dekorativen Aspekten gewinnen zum Beispiel Brandschutz oder schwere Entflammbarkeit an Bedeutung. Vorhänge und Wandbespannungen, die gezielt Schall sowohl reflektieren als auch absorbieren, tragen dazu bei, auf der einen Seite den Hörgenuss zu erhöhen und zu bewahren und auf der anderen Seite die Nachbarn vor Lärmbelästigung zu schützen. Sogar ein Schutz gegen elektromagnetische Felder (Elektrosmog) ist durch Verwendung spezialisierter Vorhang- und Dekostoffe möglich.

Möbelstoffe

Ob Sessel oder Sofa: Gemütlichkeit, das Gefühl der Geborgenheit, die Möglichkeit zur Entspannung – all das wird in hohem Maße auch durch den Bezugsstoff

vermittelt. Er kann ein Flachgewebe, ein Polgewebe (Velours) oder auch ein Microfaser-Vliesstoff sein. Zu den bevorzugten Materialien für textile Möbelstoffe zählen Wolle, Polyamid, Polyacrylnitril und Mischgewebe. Eine schmutzabweisende Ausrüstung, keine Knötchenbildung (Pilling), eine hohe Lichtechtheit und ein gute Reibechtheit (nass und trocken) sind Merkmale einer guten Qualität.

Teppiche

Für die Produktion textiler Bodenbeläge werden Naturfasern (zum Beispiel Wolle oder Hanf), genauso wie synthetische Chemiefasern eingesetzt, vor allem Polyamid. Teppiche werden gewebt, geknüpft, getuftet oder als Nadelfilz hergestellt. Die wichtigsten Anforderungen an die Ausrüstung moderner Teppiche sind eine geringe elektrostatische Aufladung, ihre Maßgenauigkeit und Formstabilität, ein gutes Schallschluckvermögen, eine hohe Abrieb- bzw. Verschleißfestigkeit, eine hohe Lichtechtheit sowie eine gute Reib- und Shampooierbarkeit.

Decken

Decken sind einseitig oder beidseitig geraute – bei Naturfasern gewalkte – füllige, flauschige, konfektionierte Gewebe oder auch Vliese aus Schurwolle, Echthaaren, Baumwolle oder Chemiefasern und deren Mischungen. Man unterscheidet Decken nach den Rohstoffarten, der Herstellungsart, der Musterung sowie dem Einsatzzweck. In jedem Fall spielen das Rohmaterial, die Konstruktion (Garnfeinheit) und die Ausrüstung der Decke für die Qualität eine nahezu gleichwertige Rolle.

Bettwäsche

Nach wie vor ist Bettwäsche aus 100% Baumwolle die am meisten nachgefragte Qualität. Allerdings werden bügelfreie und pflegeleichte Produkte aus Mischungen mit Polyester immer beliebter, und die Entwicklung schreitet voran: So gibt es inzwischen Wäsche, die mit Aromen wie Rosenduft ausgerüstet ist, oder solche, die Gerüche absorbiert.

Tischwäsche

Schmutzabweisend und pflegeleicht muss zeitgemäße Tischwäsche sein. Mit den modernen Ausrüstungen ist das weitgehend zu verwirklichen. So lässt sich zum Beispiel eine Tischdecke aus Baumwolle



oder Polyester mit einer Acryl-Beschichtung derart schmutzabweisend ausrüsten, dass sie sich wie ein Wachstuch feucht abwischen lässt – ohne den textilen Charakter einer Stoffdecke einzubüßen. Ebenso pflegeleicht ist Baumwolle mit Teflonbeschichtung.

Frottierware

Frottierware erkennt man an den charakteristischen Schlingen auf einer oder auf beiden Seiten des Gewebes. Sie sorgen für die sehr gute Saugfähigkeit des Frottiermaterials. Besonders pflegeleicht ist eine Materialmischung aus 70% Baumwolle und 30% cellulosischen Chemiefasern. Die bessere Wasseraufnahme dieser Mischung ist ein weiterer Vorteil gegenüber der Verwendung von ungemischten Materialien.

4.3 Technische Textilien

Als „Technische Textilien“ werden Industrietextilien sowie Funktionsbekleidung oder Hygieneprodukte bezeichnet, die nicht zu den allgemeinen Bekleidungs- und Heimtextilien gehören. Tabelle 7 gibt einen Überblick über die derzeit wichtigsten Einsatzgebiete dieser sogenannten „Technischen Textilien“.

Bei den Technischen Textilien spielen Chemiefasern aus synthetischen Polymeren (zum Beispiel Polyamide,

Polyester, Polytetrafluorethylen, Polyethylen, Polypropylen, Polyacrylnitril usw.) die dominierende Rolle. Für die jeweiligen Anwendungsgebiete können sie mit speziellen Eigenschaftsprofilen maßgeschneidert hergestellt werden (Tab. 8 auf der CD-ROM).

Ebenfalls eingesetzt werden Chemiefasern aus natürlichen Polymeren, zum Beispiel in Form von Viskose-Cord als textiler Verstärkung in Autoreifen, in Form von Celluloseacetat für Zigarettenfilter (Filter-Tow) oder als hochreine Viskose für Hygiene-Produkte (Binden, Tampons), da Naturfasern den Anforderungen dieser Produkte nicht genügen. Von den Naturfasern wird derzeit Baumwolle lediglich als Technisches Textil bei medizinischen Produkten oder bei Hygieneartikeln eingesetzt. Wollabfälle kommen als Dicht- und Dämmstoffe zum Einsatz. Aktuell strebt jedoch vor allem die Automobilindustrie an, zunehmend nachwachsende Rohstoffe zu verwenden. Dadurch würden in Zukunft neben den cellulosischen Chemiefasern auch die Naturfasern eine breite Anwendung in diesem Bereich finden.

4.3.1 Textilien in der Verkehrstechnik

In einem Personen- oder Lastkraftwagen befinden sich durchschnittlich mehr als 20 kg Textilien. Sie dienen dem Insassenschutz, beispielsweise als Sicherheitsgurt und als Airbag.



Abbildung 29

Kleidung für extreme Beanspruchungen, z. B. am Hochofen, in der Raumfahrt, im Motorsport



Tabelle 7

Überblick über die wichtigsten Einsatzgebiete Technischer Textilien

Einsatzgebiet	Anwendungsbeispiele
Fahrzeugtechnik	Airbags, Sicherheitsgurte, Antriebselemente, Filtersysteme, Reifen, Schläuche, Akustik, Dämmteile
Arbeitssicherheit	Stich- und Projektilschutz, Hitze-/Strahlenschutz, Kälteschutz, Chemikalienschutz, Warnkleidung, Wetterschutz, Schnitenschutz
Medizin und Hygiene	Aufnahme von Körperflüssigkeiten, Implantate, Chirurgie, Wundversorgung, Dialyse, Erste Hilfe, Reha
Verfahrenstechnik	Prozessgasreinigung, Flüssigkeitstransport, Entwässerung, Dichtungen, Auskleidungen, Reinigungstechnik
Agrartechnik	Silos, Pflanzbehälter, Tieraufzucht, Wasserspeicherung, Beschattung, Bodenbewässerung
Bautechnik	Straßenbau, Lärmschutz, Dämmstoffe, Sicht- und Sonnenschutz, Bau-Sicherheit
Umweltschutz	Luftreinigung, Wasserreinigung, Gewässerschutz, Recycling
Förder-, Transport- und Lagertechnik	Silos, Container (Bags), Abdeckplanen, Großzelte, Förderbänder, Lasthebegurte
Industrie	Antriebstechnik, Dämpfungselemente, Schmelzprozesse, Walzenbezüge, Schleiftechnik, Filtrationen, Isolationen
Sport und Freizeit	Schuhe, Trimmgeräte, Segelsport, Alpinistik, Angelsport, Radsport

Ebenso unentbehrlich sind sie für Filtersysteme, Schläuche, Keilriemen und für die Lärmdämmung. Unmittelbar sichtbar sind sie bei der Innenausstattung: als Sitzbezug, Dachhimmel oder Kofferraumauskleidung.

In der Luft- und Raumfahrt werden Technische Textilien in Form von textilen Werkstoffen, Faserverbundkunststoffen und auch in Form von kohlefaserverstärkten Kunststoffen eingesetzt. Vorteile gegenüber Metallwerkstoffen sind Gewichtseinsparung (dadurch geringerer Treibstoffverbrauch), Hitzebeständigkeit, dynamische Festigkeit, Schwingungsdämpfung, aber auch Flexibilität. In Raumanzügen schützen Technische Textilien den Astronauten vor schädlicher Strahlung, Kälte und mechanischen Verletzungen.

4.3.2 Schutzbekleidung für Extremsituationen

Unter Schutzbekleidung ist vor allem Berufsbekleidung für extreme Arbeitsbedingungen zu verstehen. Dabei kann es um den Schutz vor Hitze oder vor Kälte gehen, um den Schutz vor Chemikalien oder vor Strahlung oder auch vor physikalischen Einwirkungen wie etwa Schüssen. Hinzu kommt oft die Anforderung, dass die Träger der Bekleidung deutlich erkennbar sein sollen, wofür entweder die Farbgebung oder die Ausstattung mit Reflektoren sorgen kann. Auf Schutzbekleidung angewiesen sind bestimmte Berufsgruppen wie die Feuerwehr, die Polizei, der Grenzschutz, das Militär sowie Beschäftigte der Stahl-, der Energie- oder der chemischen Industrie. Aber auch an die Arbeitskleidung für andere Bereiche – zum Beispiel Müllabfuhr, Straßenbau,

Umweltschutz, Untertagebau, Gleisbau und Flughafenvorfeld – werden besondere Anforderungen hinsichtlich Sicherheit und Zweckmäßigkeit gestellt.

Ein eindrucksvolles Beispiel, welchen extremen Belastungen die Textilien ausgesetzt sind, gibt die Arbeitssituation eines Arbeiters am Hochofen. Die Kleidung darf nicht schmelzen, nicht schrumpfen; sie darf die Temperatur direkt auf der Haut nicht über 45 °C steigen lassen. Denn bei Temperaturen von mehr als 45 °C werden Schmerzen, bei Temperaturen von mehr als 55 °C werden Verbrennungserscheinungen hervorgerufen. Für solche Hitzeschutzanzüge werden Aramide oder Imide eingesetzt (Tab. 8 auf CD-ROM).

4.3.3 Textilien für Hygiene und Medizin

Textilien für den hygienischen und den medizinischen Gebrauch kennen wir alle. Bereits die Kleinsten profitieren von immer besseren, saugfähigeren, bequemeren und sogar pflegenden Einmalwindeln. Über den Schnitt am Daumen wird ein Pflaster geklebt, das besonders soft, extrarobust oder auch wasserfest sein kann. Die Blase am Fuß wird ebenfalls mit einer speziellen Wundauflage behandelt.

Generell werden an Textilien für den hygienischen und den medizinischen Einsatz besondere Anforderungen zu deren spezifischen Funktionen und nachweisbaren Eigenschaften gestellt. Im Hygienebereich, zum Beispiel bei Damenbinden, bieten etwa bioabbaubare Polymere die Möglichkeit einer umweltfreundlichen Kompostierung – bei zusätzlich verbesserter Körperverträglichkeit und antimikrobieller Ausrüstung. Bei antimikrobiellen Produkten sind allerdings nur die organischen Substanzen bioabbaubar. Im Krankenhaus kommen Einmalartikel aus Vliesstoffen zum Einsatz – neue Membrantextilien mit mikroporösen Beschichtungen (Porendurchmesser < 0,1 µm) gewährleisten eine hohe Keimdichtigkeit. Ein weiteres eindrucksvolles Beispiel für spezielle Anforderungen, die an ein Technisches Textil gestellt werden, ist der chirurgische Nähfaden. Er muss unter anderem biologisch abbaubar sein – sich also nach einer gewissen Zeit auflösen. Dies ermöglichen u. a. Polyester auf der Basis von Milchsäure.

4.3.4 Textiles Bauen

Der Einsatz von textilen Werkstoffen zur Isolierung und Wärmedämmung ist seit Langem bekannt. Textile Flächen aus Chemiefasern mit einer beidseitigen



Abbildung 30

Stadionbedachung der AOL-Arena in Hamburg

Kunststoffbeschichtung – sogenannte Membranen – eröffnen jedoch vollkommen neue Dimensionen im Baubereich. Für Dächer wird hier ein Material genutzt, das sich gegenüber herkömmlichem Baumaterial durch eine hohe Lichtdurchlässigkeit und Flexibilität sowie ein geringes Flächengewicht bei gleichzeitig extrem hoher Zugfestigkeit auszeichnet. Damit werden zum Beispiel große Flächen stützenfrei überdacht, wurden lichtdurchflutete Räume geschaffen und vollkommen neue Formen baulich umgesetzt; zudem wird eine hohe Aufmerksamkeit durch außergewöhnliche Form- und Farbgebung erreicht.



Das eingesetzte Chemiefasergewebe kann grundsätzlich aus den verschiedensten Kunststoffen wie beispielsweise Polyamid, Polypropylen, Polyethylen oder Polyester hergestellt werden. Für die beidseitige Beschichtung der Gewebe wird vorwiegend PVC eingesetzt, das eine Vielzahl von chemischen Zusätzen erlaubt. Dadurch ist gewährleistet, dass das Membranmaterial in seinen wichtigsten Eigenschaften – Dichtigkeit, Lichtdurchlässigkeit, UV-Beständigkeit, Beständigkeit gegen verschiedene Medien sowie Abriebfestigkeit – den einsatzspezifischen Anforderungen genau angepasst werden kann.

Aber auch mit Beton sind textile Materialien sehr gut zu kombinieren. Ein aktuelles Beispiel dafür ist „Textilbeton“, der wegen seiner Flexibilität und Wetterresistenz bevorzugt im Straßenbau eingesetzt wird. Darüber hinaus gewinnen Glasfasergewirke bei der Herstellung von dünnwandigen – also auch leichteren – Betonteilen vermehrt an Bedeutung.

5 Ökologische Aspekte der Herstellung und der Verwendung von Textilien

5.1 Schutz der Umwelt

Die Textilindustrie nimmt im Wesentlichen Einfluss auf die Umweltmedien Wasser und Luft.

5.1.1 Abwasser

Innerhalb der textilen Kette ist die Textilveredelung der Bereich, in dem viel Wasser benötigt wird. Das Abwasser wird bei den meisten Unternehmen direkt über die öffentliche Kanalisation in die kommunale Kläranlage eingeleitet. Für den Umgang mit betrieblichen Abwässern sind verschiedene wasserrechtliche Bestimmungen auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene zu beachten. Im Mittelpunkt für die Unternehmen steht hier der „Anhang 38“ zur Abwasserverordnung mit seinen Anforderungen für den Bereich der Textilherstellung und Textilveredelung. Danach dürfen eine Reihe von Substanzen, wie z. B. chlororganische Färbebeschleuniger, im Abwasser nicht enthalten sein – was einem Anwendungsverbot gleichkommt.

Die Abwässer entstehen im Wesentlichen in den vier Bereichen

- Textile Vorbehandlung (Waschen, Entschlichten, Abkochen, Bleichen, Mercerisieren, Laugieren)
- Färberei (kontinuierlich/diskontinuierlich)
- Druckerei
- Ausrüstung

Im Zuge der Veredelung gelangen diejenigen Chemikalien ins Abwasser, die entweder

- bei der Herstellung der Fasern sowie bei der Herstellung von Garnen und Flächengebilden eingesetzt und bei der Vorbehandlung vom textilen Substrat entfernt werden oder die
- bei den Veredelungsprozessen eingesetzt werden.

Dabei ist grundsätzlich zwischen den Textilhilfsmitteln (die überwiegend organische Substanzen enthalten), den Textilgrundchemikalien (anorganische Stoffe, aliphatische organische Säuren, organische Reduktions- und Oxidationsmittel sowie Harnstoff) und

den Farbmitteln (Farbstoffen und Farbpigmenten) zu unterscheiden. Die meisten am Markt erhältlichen Textilhilfsmittel sind im sogenannten Textilhilfsmittel-Katalog verzeichnet.

In vielen Textilhilfsmitteln sind Tenside enthalten. Diese dürfen nur verwendet werden, wenn sie in genügendem Maße biologisch abbaubar sind. Bestimmte Tenside, sogenannte Nonylphenoethoxylate, werden zu Stoffen abgebaut, die eine höhere aquatische Toxizität (Giftigkeit gegenüber Wasserlebewesen) aufweisen als die Ausgangssubstanzen. Deshalb verzichten die Textilhilfsmittelhersteller und die Textilindustrie in Deutschland seit vielen Jahren auf deren Einsatz. Seit 2005 gibt es ein gesetzliches Verbot in der gesamten Europäischen Union.

Die Textilhilfsmittelhersteller ordnen den von ihnen verkauften Textilhilfsmitteln sogenannte Abwasserrelevanzstufen (ARS) zu:

ARS I	wenig abwasserrelevant
ARS II	abwasserrelevant
ARS III	stark abwasserrelevant

Zur Auswahl geeigneter Hilfsmittel kann die Textilveredelungsindustrie nun außer anwendungstechnischen Eigenschaften und dem Preis auch noch auf einfache Weise die Abwasserrelevanz berücksichtigen. Dieses Konzept ist nicht gesetzlich vorgeschrieben, sondern wird von der Textilhilfsmittelindustrie und der Textilveredelungsindustrie freiwillig angewendet. Das Konzept ist außerordentlich erfolgreich: Von 1997 bis 2005 hat der Anteil der ARS-I-Produkte um 30 % zugenommen und der der ARS-III-Produkte um 83 % abgenommen.

5.1.2 Luft

Die im wässrigen Medium vorbehandelten, gefärbten, bedruckten und ausgerüsteten Textilien werden



Die Ökobilanz des Waschens wird auf dem Arbeitsblatt A 18 thematisiert.

**DIDAKTISCHER
<<< HINWEIS**

in bestimmten Aggregaten, sogenannten Spannräumen, getrocknet und fixiert. Der Schadstoffgehalt der dabei entstehenden Abluft muss den gesetzlichen Regelungen der Technischen Anleitung Luft (TA Luft) des Bundesimmissionsschutzgesetzes genügen, was zum Teil mit hohem Reinigungsaufwand verbunden ist. Deshalb müssen die Verfahren und die Auswahl der Textilhilfsmittel auch hinsichtlich ihrer Abluftrelevanz optimiert werden. Dies geschieht im Rahmen eines Bausteinkonzepts: Der Textilhilfsmittelhersteller teilt dem Textilveredeler einen sogenannten Emissionsfaktor des Hilfsmittels mit. In Kenntnis seines Verfahrens errechnet dieser die zu erwartenden Emissionen und achtet darauf, dass sie unter dem gesetzlich zulässigen Limit liegen. Die Überwachung der Einhaltung der Emissionswerte erfolgt durch die Behörden stichprobenweise. Dieses Konzept hat sich seit Jahren bewährt.

5.2 Schutz der Verbraucher

Textilien gehören in Deutschland zu den Bedarfsgegenständen, die dazu bestimmt sind, nicht nur vorübergehend mit dem menschlichen Körper in Berührung zu kommen. Die Herstellung, der Vertrieb und der Verkauf solcher Bedarfsgegenstände sind gesetzlich geregelt – im sogenannten Bedarfsgegenständengesetz. Dieses Gesetz verbietet es, derartige Gegenstände herzustellen, zu behandeln oder zu

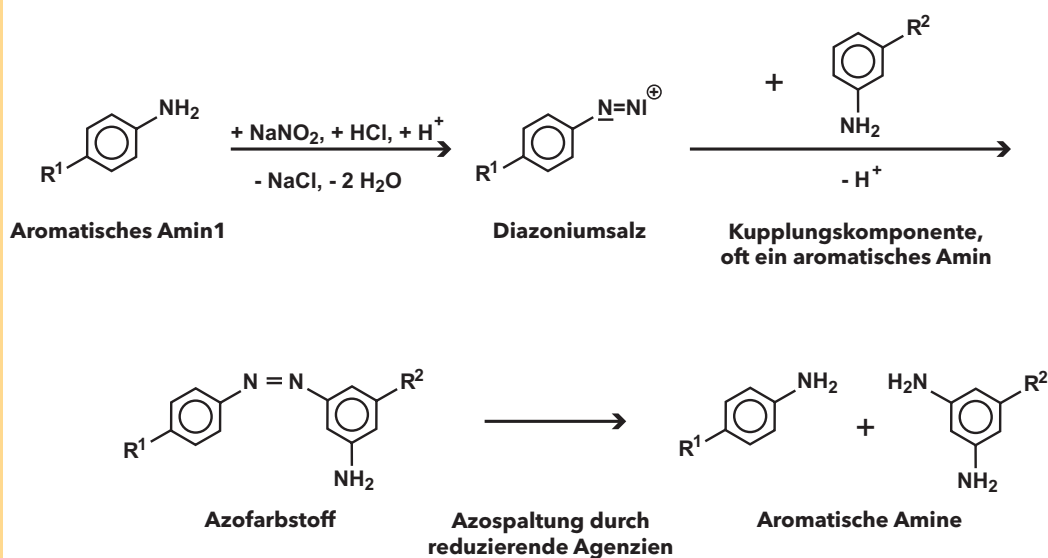
vermarkten, sofern sie die Gesundheit schädigen, zum Beispiel wenn toxikologisch wirksame Stoffe darin enthalten sind. Diese allgemeine Bestimmung wird in der Bedarfsgegenständeverordnung nur für einige wenige Fälle konkretisiert. Am wichtigsten ist die Bestimmung, dass Textilien nicht solche Azofarbstoffe enthalten dürfen, die in krebserzeugende aromatische Amine aufgespalten werden können. Von den ca. 3 000 Azofarbstoffen sind ca. 120 von diesem Verbot betroffen.

5.3 Textilunverträglichkeiten

In der Regel fühlen wir uns in unserer Kleidung wohl. Die getragenen Textilien behagen unserer Haut und offenbar beeinträchtigen die bei der Herstellung verwendeten Textilhilfsmittel und Farbstoffe in aller Regel nicht unser Wohlbefinden. Das liegt vor allem daran, dass die meisten Textilhilfsmittel lediglich zur Produktion der Textilien eingesetzt und bereits während des Herstellungsprozesses wieder ab- bzw. herausgewaschen werden. Lediglich die Ausrüstungschemikalien, die etwa das Einlaufen verhindern sollen oder dafür sorgen, dass das Textil bügelleicht ist, sowie die Farbstoffe verbleiben auf dem Endprodukt. In seltenen Fällen können Textilien, Textilhilfsmittel und Farbstoffe trotzdem Hautreaktionen hervorrufen.

Abbildung 31

Synthese und Spaltung
von Azofarbstoffen



5.3.1 Textilfraktion

Die sogenannte „Textilfraktion“ kann auftreten, wenn zu enge Kleidung auf der Haut reibt und scheuert, was besonders in den Faltenregionen, also etwa in der Leistenbeuge oder am Oberschenkel, häufiger auftritt. Sie wird begünstigt durch das Tragen von Wäsche, die nicht genügend Schweiß aufnimmt. Die Folgen sind Rötungen und ein Aufrauen der Haut, die mit einem Jucken oder Brennen verbunden sein können. Solche Reaktionen sind bekannt unter den Bezeichnungen „Wolf“ oder „Jeans-Dermatitis“.

Zu den durch abstehende Faserenden verursachten physikalischen Irritationen, zählt auch die Woll-Empfindlichkeit, die sich durch Kribbeln oder Kratzen äußert, manchmal auch in Form von Rötungen und Ekzemen. Sie tritt häufiger und stärker auf an feuchter Haut und bei Jüngeren. Werden die Ursachen von Textilfraktionen beseitigt, verschwinden meist auch die Hautreizungen.

5.3.2 Textilallergien

Immer wieder wird von „Allergien“ durch Kleidungsstücke berichtet und schnell wird „die Chemie“ dafür verantwortlich gemacht. Dabei ist oft gar nicht klar, ob es sich um eine allergische oder um eine irritative Hautreaktion handelt oder ob diese durch chemische Stoffe oder durch physikochemische (auf der physikalischen Chemie basierende) Eigenschaften der Faser oder der Konfektion selbst hervorgerufen wird.

Eine Beeinflussung der menschlichen Haut kann auf verschiedene Mechanismen zurückzuführen sein: Zellschädigende (zytotoxische) Effekte einer Substanz können ebenso wie rein mechanische (physikalische) Einflüsse, zum Beispiel Wollunverträglichkeit, zu einer Hautreizung (Irritation) führen. Durch den Hautkontakt mit den Wollfasern werden Rezeptoren und periphere Nervenfasern in der Haut derart stimuliert, dass die Haut anfängt zu jucken. Die Reaktionen können von Rötungen bis hin zu ekzematösen Veränderungen reichen. Aber auch durch zu eng sitzende Kleidung, scheuernde Etiketten und Nähte können Hautirritationen ausgelöst werden. Unverträglichkeitsreaktionen zum Beispiel auf Wolle treten sehr häufig auf, echte allergische Reaktionen dagegen

Eine umfassendere Übersicht über gesundheitliche Aspekte von Textilien ist auf der Website des Bundesinstitutes für Risikobewertung zu finden: <http://www.bfr.bund.de> (Rubrik „Bedarfsgegenstände“/Weitere Informationen/Textilien). Die Liste der verbotenen Azofarbstoffe ist auf der Website des Verbandes der Chemischen Industrie zu finden: www.vci.de

<<< HINWEIS

vergleichsweise selten. Der seit 1992 tätige Arbeitskreis zur „Gesundheitlichen Bewertung von Textilhilfs- und Farbmitteln“ des Bundesinstitutes für Risikobewertung (BfR) stellte fest, dass dokumentierte Textilienkontaktallergien selten sind; sie machen maximal 1 % bis 2 % aller beobachteten Kontaktdermatosen aus. Die häufigsten und auch aggressivsten Allergene sind Blütenpollen, Tierhaare und Inhaltsstoffe von Nahrungsmitteln.

Grundlage der allergischen Reaktion

Der menschliche Organismus kann zwischen körpereigenen Geweben und körperfremden Stoffen unterscheiden. Körperfremde Stoffe, auf die das Immunsystem feindlich reagiert, werden Antigene genannt. Zur Abwehr der Antigene kann das Immunsystem bei einem ersten Kontakt spezifische Antikörper bilden. Oder es entstehen spezifische Körperzellen, sogenannte T-Lymphozyten. Nach diesem ersten Kontakt ist das Immunsystem sensibilisiert. Bei einem wiederholten Kontakt findet ein Kampf in Form einer Antigen-Antikörper-Reaktion statt. Eine zweite Form ist eine Immunreaktion, bei der die T-Lymphozyten den Kampf mit den Antigenen aufnehmen. Ist die Abwehrreaktion des Immunsystems unverhältnismäßig stark, nennt man die eindringenden körperfremden Stoffe Allergene. Die allergischen Reaktionen reichen von juckenden Quaddeln über allergischen Schnupfen bis hin zu Atemnot oder Kreislaufversagen.

Seidenbast-Allergie

Das in der Rohseide natürlich vorkommende Seidenbastprotein Sericin war bis vor einigen Jahren bei sensibilisierten Personen die Ursache für allergische Atemwegserkrankungen. Das Immunsystem löste innerhalb von Minuten eine Antigen-Antikörper-Reaktion aus. Da das Sericin heute als Allergen bekannt



ist, wird es aus der Rohseide ausgewaschen, sodass derartige Reaktionen nicht mehr zu befürchten sind.

Textilfarbstoffe und Allergien

In Deutschland sind für selten auftretende textilbedingte Kontaktallergien hauptsächlich Färbungen schlechter Qualität mit bestimmten Dispersionsfarbstoffen verantwortlich. Unter dem Stichwort „Strumpfarbenallergie“ bzw. „Nylonstrumpf-Dermatitis“ ist das Phänomen in den 70er-Jahren in die Literatur eingegangen, in den 90er-Jahren wurden sogenannte „Leggins-Allergien“ beschrieben. Ursache war in beiden Varianten eine falsche Kombination von diesen Dispersionsfarbstoffen und textilem Substrat. Es wurden Farbstoffe eingesetzt, die auf den verwendeten Polyacetat- und Polyamidfasern nur eine ungenügende Echtheit zeigen und ausbluten. Bedingt durch diese Vorfälle und aufgrund intensiver wissenschaftlicher Untersuchungen wurde das Problem erkannt. Auf den Einsatz solcher allergisierender Dispersionsfarbstoffe wird heute in der europäischen Textilveredelungsindustrie verzichtet.

Zuerst waschen – dann tragen

Wer zu Allergien neigt, sollte Textilien mit direktem Hautkontakt nicht gleich anziehen, sondern sie – auch aus hygienischen Gründen – zunächst waschen, damit eventuelle Reste der in der Produktion eingesetzten chemischen Substanzen entfernt werden.

5.4 Kennzeichnung von Textilien

Die Textilkennzeichnung gibt Auskunft über die Art des Fasermaterials des textilen Artikels, zum Beispiel darüber, ob es sich um reine Baumwolle oder um Polyester handelt. Wenn ein Mischgewebe vorliegt, wird darüber informiert, welche Fasern zu welchen Anteilen darin verarbeitet wurden. Pflegehinweise richten sich an Verbraucher, Wäschereien und Chemische Reinigungen. Sie enthalten Empfehlungen zum Waschen von Textilien, zum Einsatz von Bleich- und Fleckentfernungsmitteln, zur chemischen Reinigung, zum Trocknen im Wäschetrockner und zum Bügeln (Abb. 32). Die Textilkennzeichnung ist gesetzlich vorgeschrieben. Die Angaben zur richtigen Pflege sind freiwillig.

5.4.1 Öko-Label

Bekleidungstextilien dienen dazu, die Menschen vor Kälte und Nässe zu schützen. Darüber hinaus sind mit der Verwendung von Bekleidung stets auch kulturelle Aspekte verknüpft wie zum Beispiel Mode, Status etc. Einer dieser kulturellen Aspekte ist der seit Ende des letzten Jahrhunderts besonders in Mitteleuropa gepflegte Umweltgedanke, der sich mit den folgenden drei Begriffen charakterisieren lässt.

Produktionsökologie

Diese beschreibt, unter welchen umweltrelevanten Bedingungen Produkte hergestellt werden. Ein besonderes Augenmerk wird dabei auch der Auswahl der Rohstoffe gewidmet.

Humanökologie

Schwerpunkt dieses Ansatzes ist die Wirkung, die Produkte wie zum Beispiel Bekleidungs- oder Heimtextilien auf den Menschen haben. Dabei steht die Vermeidung einer Gefährdung durch Schadstoffe, die bei normalem Gebrauch auf die Haut gelangen und in den Körper eindringen können, im Vordergrund.

Entsorgungsökologie

Sie betrachtet den umweltrelevanten Aspekt des Verbleibs von Produkten nach ihrem Gebrauch.

Textil- und Bekleidungshersteller arbeiten daran, ihre Produkte so zu gestalten, dass Schadstoffe gar nicht erst in bedenklichen Konzentrationen auftreten – und zwar mit Erfolg. Das Bundesinstitut für Risikobewertung konnte nach Auswertung von eigenen Untersuchungen, von Analyseergebnissen der Überwachungsbehörden und von Informationen aus der Industrie schließlich feststellen, „dass das Potenzial einer gesundheitlichen Gefährdung durch Textilien sehr gering ist, vor allem, wenn es sich um Textilien aus Deutschland handelt“. Der Textilverbraucher kann an den Waren im Kaufhaus jedoch nicht ablesen, bei welchen Produkten sich der Hersteller besondere Mühe im Hinblick auf die Textilökologie gegeben hat. Für eine Kurzinformation zu diesem Aspekt sorgen in den letzten Jahren zunehmend die sogenannten Öko-Label.



Abbildung 32

Übersicht von Pflegesymbolen (Stand: Juli 2006)



Die Zahlen im Waschbottich entsprechen den maximalen Waschttemperaturen, die nicht überschritten werden dürfen. Der Balken unterhalb des Waschbottichs verlangt nach einer (mechanisch) milderer Behandlung (Schonwaschgang). Er kennzeichnet Waschzyklen, die sich zum Beispiel für pflegeleichte und mechanisch empfindliche Artikel eignen. Der doppelte Balken kennzeichnet Waschzyklen mit weiter minimierter Mechanik, z. B. für Wolle.

BLEICHEN (Dreieck)



Chlor- und Sauerstoffbleiche zulässig



nur Sauerstoffbleiche zulässig; keine Chlorbleiche gestattet



nicht bleichen

TUMBLER-TROCKNUNG (Trockentrommel)



Trocknen mit normaler thermischer Belastung



Trocknen mit reduzierter thermischer Belastung



Trocknen im Tumbler nicht möglich

Die Punkte kennzeichnen die Trockenstufe der Tumbler (Wäschetrockner).

BÜGELN (Bügeleisen)



heiß bügeln



mäßig heiß bügeln



nicht heiß bügeln; Vorsicht beim Bügeln mit Dampf



nicht bügeln

Die Punkte kennzeichnen die Temperaturbereiche der Reglerbügeleisen.

PROFESSIONELLE TEXTILPFLEGE (Reinigungstrommel)



keine Chemischreinigung möglich

Die Buchstaben sind für den Chemischreiniger bestimmt. Sie geben einen Hinweis auf die in Frage kommenden Lösemittel. Der Balken unterhalb des Kreises verlangt bei der Reinigung nach einer Beschränkung der mechanischen Beanspruchung, der Feuchtigkeitszugabe und/oder der Temperatur.



Dieses Symbol kann Artikel kennzeichnen, die im Nassreinigungsverfahren behandelt werden können. Es wird als zweite Zeile unter dem Symbol für die Chemischreinigung angebracht. Die Balken unterhalb des Kreises verlangen bei der Nassreinigung nach einer Beschränkung der mechanischen Beanspruchung (siehe Waschen).

Es gibt Label von Herstellern, von Handelshäusern, von Prüfinstituten und von politischen Institutionen.

Der Verbraucher ist in erster Linie an der humanökologischen Unbedenklichkeit interessiert. Deshalb konzentrieren sich die meisten der miteinander konkurrierenden Öko-Label auf diesen Aspekt. Der sogenannte Öko-Tex Standard 100 ist das am weitesten verbreitete Label in Deutschland (Abb. 33). Der Herausgeber, die Internationale Gemeinschaft für Forschung und Prüfung auf dem Gebiet der Textilökologie (www.oeko-tex.com), bietet auch ein Prüfverfahren an, das die Produktionsökologie mit einbezieht; die entsprechende Zertifizierung wird als Öko-Tex Standard 1 000 bezeichnet. Auch das Vergebefahren für das Umweltzeichen der Europäischen Union für Textilien (Abb. 33) bezieht die Produktion des Textils, die Unbedenklichkeit des Produktes und Gebrauchstauglichkeitskriterien wie zum Beispiel Farbechtheit mit ein.

5.4.2 Verbleib der Textilien nach Gebrauch

Der Textilienverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland lag 1994 pro Kopf und Jahr zwischen 23 kg und 26 kg; das hat sich seitdem kaum geändert. Mit den Problemen der Entsorgung dieser riesigen Textilmengen beschäftigt man sich allerdings erst seit circa 15 Jahren.

Nach dem Benutzen werden Textilien auf einem der folgenden drei Wege entsorgt: Sie werden entweder in den Hausmüll gegeben, als Second-Hand-Artikel im In- und Ausland weiterverwendet oder sie gelangen in die Altkleidersammlung.

50 % der Textilien werden über den Hausmüll entsorgt. Auf den Deponien belegen sie allerdings recht viel Raum und verrotten oftmals nur sehr schlecht – zum Beispiel behindern eine antimikrobielle Ausrüstung oder eine Pflegeleicht-Ausrüstung den Abbau. Deponierung und Verbrennung müssen sachgemäß gehandhabt werden, um toxische Emissionen zu vermeiden.

Alttextilien aus der Altkleidersammlung werden recycelt bzw. aufbereitet und wieder als Rohstoff eingesetzt. Sie gehen an karitative Einrichtungen oder werden von den Sammelstellen auf die Abfalldeponie gebracht. Ein beträchtlicher Anteil wird nach Osteuropa, nach Südamerika und nach Afrika exportiert. Was auf den ersten Blick sinnvoll scheint, birgt allerdings auch Probleme, wie am Beispiel „Kleiderspende für Afrika“ deutlich wird. Da eine Reihe afrikanischer Staaten eine eigene Textil- und Bekleidungsindustrie hat, beeinflussen preiswerte Second-Hand-Waren oder Schenkungen karitativer Einrichtungen die ländereigene Textilindustrie durchaus negativ. Arbeitsplatzverluste und steigende Armut sind die Folgen. Zwar haben einige Länder

Abbildung 33

Beispiele für Ökolabel:
Ökotex-Standard 100,
Umweltzeichen der
Europäischen Union



inzwischen sogar Importverbote für „Alttextilien“ erlassen, doch hat dort deren Schmuggel stark zugenommen. Fraglich ist auch die Praxis, „Alttextilien“ über Tausende von Kilometern zu transportieren und die dabei auftretenden Umweltbelastungen in Kauf zu nehmen.

Was müsste geschehen, um die Entsorgungsprobleme besser in den Griff zu bekommen? Ein Fortschritt wäre schon durch die Erhöhung des Recyclinganteils erreicht. Hierzu müsste aber in geeigneten Bereichen zunächst die Entwicklung sortenreiner Textilien forciert werden. Wie im Kapitel „Mischgewebe“ erläutert wurde, wäre dieser Verzicht auf Fasermischungen aber mit dem Verlust vieler der Vorteile verbunden. Im Automobilbau, bei textilen Bodenbelägen und Möbelbezugsstoffen sind dennoch Fortschritte in dieser Richtung zu beobachten.



6 Zukunftsperspektiven

Ein Blick auf die Textilgeschichte macht augenfällig, wie konsequent die Menschen ihren Elan darauf verwenden, die Rohstoffe immer besser zu nutzen und die Produkte immer zweckmäßiger durch Veredelung der Materialien zu gestalten. Für die Zukunft zeichnet sich deutlich ab, dass die Innovationsprozesse weiter an Dynamik gewinnen werden. Absehbar ist ebenso, dass die innovativen Entwicklungen im Bereich der Textilien mit denen in anderen Bereichen eng vernetzt werden – Produkte mit völlig neuen Qualitäten werden entstehen.

Einflussfaktoren

Zu den wichtigsten Einflussfaktoren für neue Entwicklungen in der Textil- und in der Veredelungsindustrie zählen zunächst die Menschen selbst, ihre sich ändernden, wachsenden Wünsche, ihre Bedürfnisse hinsichtlich Wohlbefinden und Sicherheit.

Vor dem Hintergrund der Notwendigkeit, die Umwelt immer besser schützen zu müssen, was insbesondere die sparsame Verwendung der begrenzten Ressourcen Wasser und Energie betrifft, ist die Umwelt der zweite große Einflussfaktor. Hierauf basierend werden die Gesetzgeber auch weiterhin wachsenden Einfluss nehmen, in Brüssel wie auch in Berlin.

Neue Entwicklungen in der Textilveredelung

In Zukunft werden in der Textilveredelung Materialien, Techniken und Prozesse weiter an Bedeutung

gewinnen, die möglichst wenig Wasser benötigen, zudem wenig Energie verbrauchen sowie weniger Chemikalien erfordern. All dieses wird die Umwelt weiter entlasten. Repräsentative Beispiele mit ihren Anwendungsvorteilen zeigt Tabelle 9.

Entwicklungsfelder für textile Produkte

Die Möglichkeiten in der Textilentwicklung sind vielfältiger denn je. Dieses gilt für Mode genauso wie für Kleidung mit besonderen Eigenschaften, wie z. B. Geruchsverminderung, Wärmeregulierung oder Wellness, Schutz vor UV-Strahlung oder Elektrosmog. Hinzu kommen hoch entwickelte Textilien für spezielle Bereiche, etwa für den Hochleistungssport, für die Medizin und die Gesundheitspflege, für die Architektur, die Umwelt, für die Verkehrs- und die Weltraumtechnik. Ein besonders aussichtsreiches Entwicklungsfeld eröffnet sich mit den sogenannten „Smart Clothes“. Ob ein Pulsmessgerät für die Kontrolle des Fitnessstrainings in den BH integriert wird oder ob zur Überwachung der Herzfunktion bei Infarktpatienten Sensoren ins Unterhemd eingearbeitet werden: Die „intelligente Bekleidung“ hat neben ihrem textilen Basisnutzen vielfältige informationstechnologische Zusatzeigenschaften zu bieten. Selbst die Jacke mit integriertem Handy und kabellosem Zugriff aufs Internet ist keine Utopie. Die entscheidende Voraussetzung für den Erfolg dieser Ideen ist jedoch die Akzeptanz des höheren Preises dieser Produkte durch den Textilverbraucher.

Tabelle 9

Neue Entwicklungen in der Textilveredelung

Enzymtechnologie	Neue, schonende Vorbehandlungsverfahren; biologische Abwassertechnologie; ökologische Optimierung von textilen Prozessen
Plasmatechnologie	Verbesserte Steuerung textiler Eigenschaften - wie der Wasserfreundlichkeit (Hydrophilie) von Polyesterfasern (PES) oder des Filzverhaltens von Wolle
Lasertechnologie	Neue Oberflächeneffekte bei textilen Flächen
Inkjet-Drucktechnik	Wasserfreies „Bedrucken“ durch computergesteuertes Aufsprühen von Farben auf textile Flächen
Niedertemperaturtechniken	Energiesparende Prozesse bei Textilveredelungsprozessen
Ultraschall	Neue, schonende Waschmethoden
Überkritisches Kohlendioxid	Neue Färbemöglichkeiten unter Verzicht auf Wasser - für vermehrten Umweltschutz

Textilien und Mikrokapselfn

Die Eigenschaften und das Leistungsvermögen von Textilien können auch durch den Einsatz von Mikrokapselfn deutlich erweitert werden. Das Prinzip kennt man zum Beispiel von Kosmetikanzeigen in Illustrieren: Einfach kratzen und schon verströmt der Duft des offerierten Parfüms. So wie auf Papier lassen sich Mikrokapselfn auch auf Fasern und Geweben sowie auf bereits fertigen Kleidungsstücken, zum Beispiel aus dem Bereich der Funktionsbekleidung, aufbringen. Die mikroskopisch kleinen Kapselfn (0,1 µm bis 10 µm) bieten mehr Möglichkeiten als nur die Depotfunktion für Duftstoffe. Das Spektrum reicht von Substanzen, die die Haut beruhigen, regenerieren, desinfizieren und sogar behandeln können, bis hin zu Wellness-Effekten und zum Schutz vor Umweltbelastungen.

Ein gezielt eingesetzter Vorteil der Mikrokapselfn ergibt sich aus ihrer Eigenschaft, bei Bewegung oder bei Reibung aufzureißen und ihren Inhalt freizugeben, der gasförmiger, flüssiger oder fester Natur sein kann. Da die Textilien Millionen von Kapselfn enthalten können, bleibt das erwünschte „Release-on-Demand“ von Substanzen auch nach häufiger Benutzung und nach mehrmaligem Waschen in hohem Maße erhalten. Längst ist auch die Möglichkeit gegeben, dass bei jedem Betreten eines Teppichbodens oder beim Hineinsetzen ins Auto Duftstoffe freigesetzt werden, die unerwünschte Gerüche neutralisieren und angenehme Aromen verbreiten. Allerdings können bereits geöffnete Kapselfn nicht wieder gefüllt werden.

Textilien und Nanotechnik

An vielen Stellen wird weltweit daran geforscht, wie man mittels Nanotechnologie Fasern und Textilien verbesserte und erweiterte Funktionalitäten verleihen kann. Dabei werden z. B. reaktive Polymere mit dem Textil so vernetzt, dass sie auf der Oberfläche

Strukturen im Nano-Bereich (< 100 nm) bilden und dort auch permanent verbleiben. In diese Strukturen können nanoskalige Partikel aus z. B. Siliziumdioxid, Titandioxid oder Zinkoxid eingelagert werden. Bei textilen Produkten auf der Basis von Nanotechnik, die Verbraucher bereits heute erwerben können, stehen schmutzabweisende und selbstreinigende Effekte und der UV-Schutz im Vordergrund. Es hat sich gezeigt, dass derartige Produkte sehr waschbeständig sein können. Weil die nanoskaligen Teilchen praktisch unsichtbar sind, ist ein „Vergrauen“ der Textilien nicht zu erwarten.

Neben der Biotechnologie und der Elektronik sieht die Textilindustrie Entwicklungen in der Nanotechnologie als wichtigste Basis für weitere Innovationen an. Ein nanostrukturiertes Trägermaterial, an das man Duftstoffe und homöopathische Essenzen gegen Muskelkater und Schnupfen andocken kann, ist jedoch bislang noch Zukunftsmusik.

Insgesamt ist zu erwarten, dass sich mithilfe der Nanotechnik Gebrauchseigenschaften nicht nur von Bekleidungs-, sondern auch von Funktionstextilien signifikant verbessern lassen.

Neue und wiederentdeckte Fasern

Sowohl bei den Chemie- als auch bei den Naturfasern wird an Neuentwicklungen gearbeitet. Schon heute sind Cellulosefasern erhältlich, die mit Wirkstoffen aus Meeresalgen angereichert werden. Die wertvollen Inhaltsstoffe der Algen werden beim Tragen an die Haut abgegeben.

Auch altbekannte Fasern kommen wieder zu Ehren, wie beispielsweise die Fasern aus den Fruchtkapseln des Kapokbaumes, der in den tropischen Regionen zu Hause ist. Bis in die 50er-Jahre des letzten Jahrhunderts fand die Kapokfaser bei uns als Füll- und Polstermaterial Verwendung, wurde aber dann



Nano...

Im Griechischen bedeutet „nano“ Zwerg. So ist ein Nanometer definiert als der milliardste Teil von einem Meter. Etwas anschaulicher wird diese Größe durch folgende Schreibweise: 1 nm = 0,000 000 001 m. Diese Maßgröße entspricht der Länge von 3 bis 5 Atomen!

<<<EXKURS



Abbildung 34

*Altes neu entdeckt:
Kapok-Fasern (links)
und Pappelflaum
(rechts) als Füllmaterial*

von Synthetikmaterialien verdrängt (Abb. 34). Heute besinnt man sich wieder darauf, dass Kapok einen Bitterstoff enthält, der Motten und Milben fernhält. Und auch der Flaum aus den Früchten der heimischen Pappeln eignet sich als Füllmaterial, speziell für Bettdecken. Die Pappelfaser-Füllungen halten so warm wie Gänsedaunen und transportieren die Feuchte fast so problemlos ab wie eine Wolldecke.

7 Arbeitsblätter und Versuche

Tabellen 10 und 11

21 Arbeitsblätter und 14 Versuche sowie alle Abbildungen und Tabellen aus dem Textheft befinden sich auf der ergänzend herausgegebenen CD-ROM.

Arbeitsblätter

	Sekundarstufe I	Sekundarstufe II
A 1 Textilgeschichte	X	X
A 2 Vom Rohstoff zur Textilie	X	X
A 3 Spinnverfahren		X
A 4 Polyreaktionen	X	
A 5 Polyreaktionen	X	X
A 6 Pflegesymbole	X	X
A 7 Outdoor-Textilien	X	
A 8 Outdoor-Textilien		X
A 9 „Nylonseiltrick“		X
A 10 Anti-Smell-Ausrüstung	X	X
A 11 Siliconisierung von Baumwolle		X
A 12 Textilien mit Superabsorbent	X	
A 13 Textilien mit Superabsorbent	X	X
A 14 Tertiärstruktur bei Wolle		X
A 15 Färben		X
A 16 Begriffsnetz Textilfasern		X
A 17 Waschen von Textilien	X	
A 18 Öko-Bilanz des Waschens von Textilien	X	X
A 19 Tenside	X	X
A 20 Photokatalytische Fleckentfernung	X	
A 21 Bleichmittel		X

Versuche

- V 1 „Nylonseiltrick“ (Polyamid-Herstellung)
- V 2 Optische Aufheller
- V 3 Siliconisiertes Baumwollgewebe
- V 4 Textilausrüstung mit Cyclodextrinen
- V 5 Färben von Textilfasern mit Neocarmin
- V 6 Färben von Wolle und Baumwolle mit Anthocyanidfarbstoffen
- V 7 Bestimmen der Waschechtheit von Färbungen und Drucken
- V 8 Bestimmen der Wasserechtheit von Färbungen und Drucken
- V 9 Netztest
- V 10 Schaumtest
- V 11 Dispergiertests mit Indanthren Blau BC
- V 12 TEGEWA-Tropfentest
- V 13 Photokatalytische Entfernung von Fruchtflecken
- V 14 Bestimmung der Bügelechtheit von Färbungen und Drucken

Impressum

Herausgeber

Fonds der Chemischen Industrie im Verband der Chemischen Industrie e. V.,
Karlstraße 21, 60329 Frankfurt am Main

In Kooperation mit TEGEWA e. V.,
Karlstraße 21, 60329 Frankfurt am Main

Erstauflage: Januar 2007

Alle Rechte vorbehalten.

Das vorliegende Textheft zur Informationsserie „Textilchemie“ ist zusammen mit einer interaktiven CD-ROM erschienen. Auf dieser CD-ROM sind alle Abbildungen nochmals separat als ppt- und pdf-Dateien gespeichert. Außerdem enthält die CD-ROM Arbeitsblätter, Versuchsbeschreibungen und ein Glossar.

Die gesamte Informationsserie ist außerdem über das Internet abrufbar (<http://fonds.vci.de>).

Autoren

Dipl.-Ing. Anka Bode,
Industrievereinigung Chemiefaser e. V., Frankfurt
Dr. Peter Hardt,
BOZZETTO GmbH, Krefeld
Dipl.-Ing. Michael Pöhlig,
Gesamtverband der deutschen Textilveredlungsindustrie (TVI), Frankfurt
Dr. Wilhelm Rauch,
Industrievereinigung Chemiefaser e. V., Frankfurt
Dr. Volker Schröder, TEGEWA e. V., Frankfurt
Prof. Dr. Michael W. Tausch,
Bergische Universität Wuppertal
Dipl.-Ing. Wolfgang Tiedemann, Illertissen
Dipl.-Ing. Michael Uppenkamp,
Gesamtverband der deutschen Textilveredlungsindustrie (TVI), Frankfurt
Dr. Annette Vielfort,
Fonds der Chemischen Industrie, Frankfurt

Bildquellennachweis

Arbeitsgemeinschaft PVC und Umwelt e. V.
(Seite 49 unten)
Alamy (Seite 60 links)
Getty Images (Titelseite Hauptmotiv und links Mitte)
Invista (Deutschland) GmbH (Titelseite links oben)
istockphoto (Titelseite, Seiten 2, 7, 8, 10, 11, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 22, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 38, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 51, 53, 54, 57, 60, 63)
Fonds der Chemischen Industrie (Seiten 47 links und Mitte, 50, 59)
Michel Vincent (Seite 60 rechts)
Thorey Textilveredelung, Gera (Seite 35)
TREVIRA (Titelseite links unten, Seite 18 oben, Seite 23 oben)
„Zur Geschichte der Kostüme“, Braun & Schneider, München, ca.1860–80 (Seite 10 links oben)

Gestaltung

Seippel & Weihe
Kommunikationsberatung GmbH
Bernardstraße 14–16
63067 Offenbach am Main
www.seippel-weihe.com

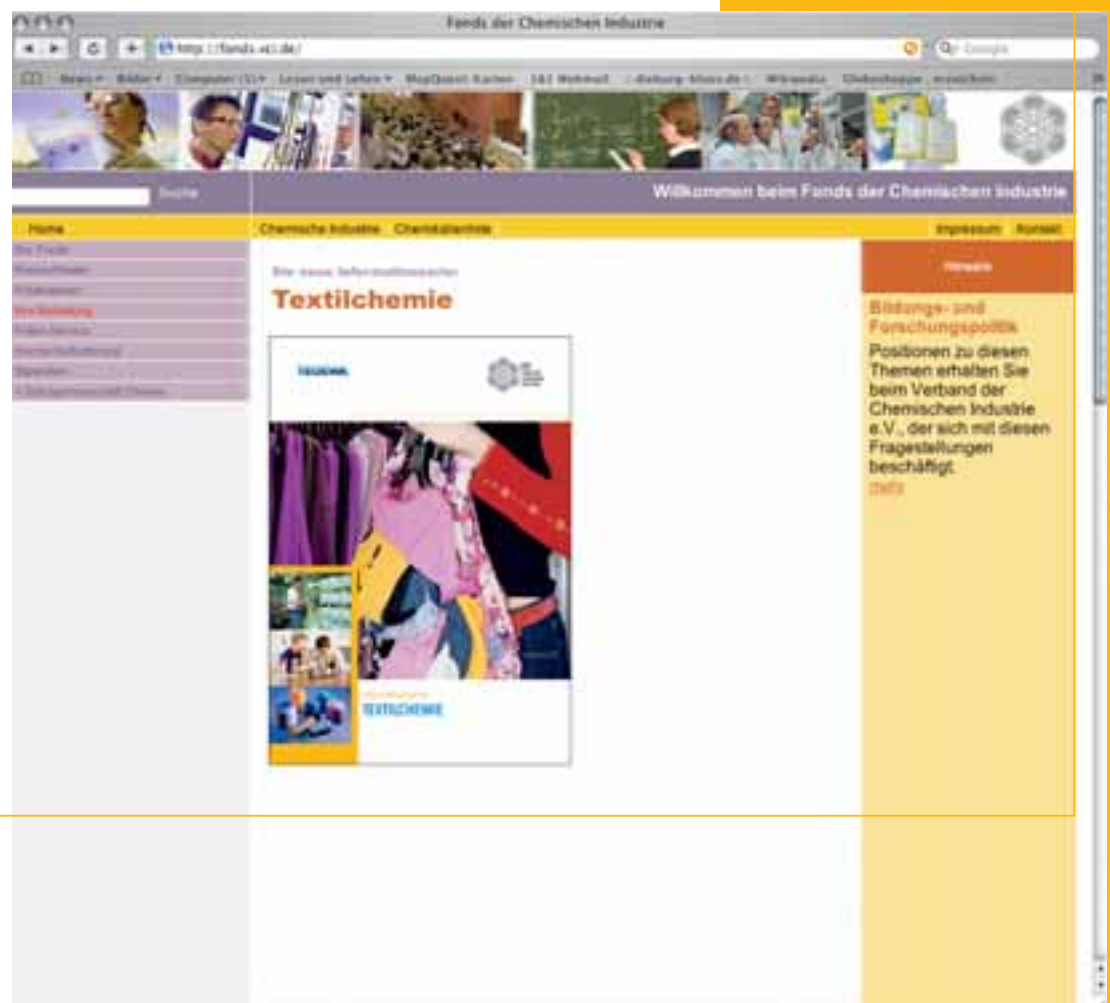
Druck

Frotscher Druck GmbH
Riedstraße 8
64295 Darmstadt
www.frotscher-druck.de



Der Fonds der Chemischen Industrie im Internet

<http://fonds.vci.de>



Auf den Internetseiten des Fonds der Chemischen Industrie (FCI) finden Sie alle zurzeit zur Verfügung stehenden Informationsmaterialien aufgelistet. Selbstverständlich können Sie sich dort auch über die weiteren Fördermaßnahmen informieren.

Besuchen Sie uns im Internet und senden Sie uns Ihre Fragen und Anmerkungen per Mail: fonds@vci.de