

1 Einleitung

Die Möglichkeiten, mit dem Einsatz von Chemiefasern die Eigenschaften textiler Flächen zu bestimmen, „nach Maß“ zu verändern und zu optimieren, sind heute praktisch unbegrenzt. Eine Fülle von Chemiefasertypen, -aufmachungsformen und -modifikationen stehen hierfür als Bausteine zur Verfügung.

Um die jeweils spezifischen Eigenschaften, die man mit den verschiedensten Chemiefaserprovenienzen textilen Flächen verleiht, deutlich sichtbar zu machen und beschreiben zu können, ist es Voraussetzung, sich zunächst über die generellen Eigenschaftsprofile der Chemiefaser-Grundtypen und ihrer Modifikationen Klarheit zu verschaffen.

Sie bieten sich auf den ersten Blick als ein verwirrendes Konglomerat unterschiedlichster, oft extremer Eigenschaftsbilder dar.

Um sie in ihrer jeweiligen Ausprägung klar erkennen, definieren und bewerten zu können, erscheint es zweckmäßig, eine Bezugsbasis zu wählen.

Hierzu sollen die Eigenschaften der Naturfaserstoffe Baumwolle und Wolle, aber auch Flachs und Seide herangezogen werden.

Ihre technologischen Kennwerte erscheinen in allen Einsatzbereichen, beurteilt sowohl unter dem modisch-ästhetischen wie dem gebrauchstechnischen Aspekt, als „gemäßigt“ und somit als Bezugsgröße geeignet, mit der eine relative Einordnung der heute vorfindbaren vielfältigen, z. T. extrem auseinanderliegenden Chemiefaserdaten möglich wird.

Qualitative Aussagen, wie „hohe“ oder „schlechte“ Festigkeit, „gutes“ oder „niedriges“ Wasserrückhaltevermögen oder „starke“ bzw. „verminderte“ Entflammbarkeit eines Chemiefaserstoffes können somit unter Bezugnahme auf die „gemäßigten“ einschlägigen Kennwerte von Baumwolle oder Wolle in exakte Relation zueinander gesetzt und aussagekräftig gewichtet werden.

Eine besondere Bewertung oder Einstufung der Natur- gegenüber den Chemiefaserstoffen soll mit dieser Bezugsgrößenwahl nicht zum Ausdruck kommen.

Der Vergleich der zahlreichen heute auf dem Markt befindlichen Chemiefasertypen mit dem naturgegebenen Eigenschaftsspektrum der Baumwoll- oder Wollfaser zeigt, welche erstaunlichen Leistungen die Chemiefaserindustrie in

sieben Jahrzehnten erbracht hat, angefangen von den Impulsen zu immer neuen modisch-ästhetischen Kreationen bis zur Optimierung der gebrauchstechnischen und tragephysiologischen Eigenschaften textiler Flächen. Somit ist die ursprüngliche Aussage, die Chemiefasern seien als „Ersatzfasern“ der Naturfaserstoffe zu sehen, längst unzutreffend geworden.

1.1 Naturfaserstoffe als „Bezugseinheiten“

Es sollen hierfür als „Modellfasern“ vor allem Baumwolle und Wolle, aber auch Flachs und Seide genannt werden.

1.1.1 Baumwolle (CO)

Sie besteht neben ca. 5 % Begleitsubstanzen (z. B. Pektin, Lignin) ganz überwiegend aus linearen Cellulose-Makromolekülen, die in der Faser zu ca. 70 % in kristallisierter Form und zu ca. 30 % amorph verknäuelte vorliegen. Während die kristalline Anordnung der Cellulosemoleküle die Festigkeit der Faser bedingt, ist ihr amorpher Strukturteil Ursache für das Wasseraufnahmevermögen, was wiederum gute Färbbarkeit aus wässriger Lösung, physiologische Vorteile durch das relativ hohe Feuchtigkeitsaufnahmevermögen, keine elektrostatischen Probleme bei Reibungsvorgängen, aber auch Schrumpf- und Knitteranfälligkeit durch Faserquellung zur Folge hat. Durch die freien, funktionellen OH-Gruppen der Cellulosemoleküle werden diese Eigenschaften noch gefördert.

Morphologisch äußerlich betrachtet liegt die Baumwollfaser als flaches Bändchen in verdrehter Struktur vor.

Die qualitativ beschriebenen Grundeigenschaften der Baumwolle drücken sich quantifiziert in folgenden Kenndaten aus:

	TBF (cN/tex)	NBF (% TBF)	TBD (%)	NBD (% TBD)	WRV (% TGew)	FA (%)	Spez. G. (g/cm ³)
Baumwolle	25-50	100-110	6-10	100-110	45	7-11	1,5-1,54

Der Zusammenstellung sind die geringen Dehnwerte zu entnehmen, die von einer ebenfalls geringen Elastizität begleitet werden, die wiederum die o. g. Knitterneigung verstärkt.

Die Kochbeständigkeit der Baumwollfaser erweist sich vorteilhaft in hygienischer Hinsicht. Ihr hohes Wasserrückhaltevermögen erfordert allerdings rela-

tiv lange Trockenzeiten. Für „Öko-Textilien“ ist pestizidfreie Baumwolle im Handel.

Während sie gegenüber Säuren schlecht, ist sie gegenüber Laugen gut beständig (mercerisierbar!). Sie erweist sich auch stabil gegenüber Oxidationsmitteln, wenn diese in dosierter Form angewendet werden (Bleiche!). Bei starker UV-Lichteinwirkung vergilbt sie leicht, vor allem in feuchtem Zustand.

In Abhängigkeit von der Feinheit zeigen die Fasern einen matten Glanz, der durch Mercerisieren verstärkt werden kann.

Als cellulosische Faser brennt sie leicht (LOI = 19). Sie glimmt nach und hinterläßt einen geringfügigen grauen Aschenrückstand.

Die Baumwollfaser liegt in Feinheiten von ca. 1,0 bis 4,2 dtex und in Stapellängen von ca. 10 bis 55 mm vor.

Baumwolle wird für Oberbekleidung (Sommerstoffe, Hemden, Blusen, Jeans), Unterbekleidung (Leibwäsche), Haushaltstextilien (Tisch- und Bettwäsche) und auch für Berufsbekleidung eingesetzt. Hautnah längere Zeit getragene Baumwolle hat allerdings den Nachteil, daß gespeicherter flüssiger Schweiß die Faser rasch quellen läßt und eine weitere Schweißverdampfung behindert, da der Luftaustausch durch das Schließen der Stoffporen nicht mehr voll funktioniert. Stark feuchte Baumwolle bewirkt auf der Haut ein unangenehmes Nässe- und Kältegefühl, zumal sie als kaum voluminöse Faser in nassem Zustand plan auf der Haut aufliegt und klebt.

Optimiert werden die Eigenschaften der Baumwolle in Bekleidungs- und Heimtextilien durch gezieltes Zumischen von Chemiefasern im Garn (Intimmischungen) oder durch Mitverwendung von Chemiefasergarnen beim technischen Fertigungsprozeß, z. B. als Webkette oder beim Verstricken mit Elastan (Systemmischung).

Eigenschaften wie optischer Charakter, physiologisches Trageverhalten, Reiß- und Scheuerfestigkeit, Griffverhalten oder Pflegeeigenschaften können mit Chemiefaserzumischungen (PES, PA oder andere Chemiefasern) positiv verändert werden.

1.1.2 Flachs (Leinen) (LI)

Mit einem Celluloseanteil von ca. 65 % gehört Flachs zur Gruppe der cellulosischen Pflanzenfasern und – da er zum Halt des Stengels wesentlich beiträgt – zur Gruppe der Bastfasern.

Die aus der Rindenschicht des Flachsstengels nach verschiedenen Verfahren gewonnenen Bastfaserbündel haben eine Länge von ca. 100 bis 800 mm. Aus ihnen gewinnt man die für die Langfaserspinnerei geeigneten Längen von 200 bis 400 mm.

Die Bastfaserbündel („technische“ Fasern), deren Titer zwischen 10 und 40 dtex liegt, bestehen aus einer mehr oder weniger großen Zahl von Einzelfasern (Elementarfasern). Sie weisen eine Länge von 20 bis 50 mm auf, also ähnlich dem Baumwollstapel; auch mit ihrer Feinheit entsprechen sie den Baumwolltitern. Diese Elementarfasern werden im Bastfaserbündel durch Pflanzenleime zusammengehalten.

Die unterschiedliche Anzahl und auch Anordnung von Einzelfasern im Bastfaserbündel führen zu Feinheitsschwankungen, deren Folge unregelmäßig im Faden auftretende Verdickungen sind. Diese führen, zur textilen Fläche verarbeitet, zur charakteristischen Oberflächenstruktur des Leinens.

Die Einzelfaser kann aus dem Bastfaserbündel mittels chemischer Prozesse isoliert und als solche zu sehr feinen Garnen weiterverarbeitet werden. Ganz überwiegend aber wird Flachs als Zellbündel zur Textilerzeugung eingesetzt.

Im Querschnitt zeigen sie unregelmäßige Vielecke mit Lumen. Ihre glatten Längsflächen bewirken eine besondere Lichtstreuung, die den matten, „seidigen“ Glanz (Leinenglanz) erzeugt. Die glatte, harte Oberflächenstruktur der Flachsfasern zusammen mit dem die Elementarfasern verbindenden Pflanzenleim ist letztlich auch ursächlich verantwortlich für den „kühlen“ und gegenüber Baumwolle härteren Griff, aber auch für die geringe Anschmutzbarkeit.

Leinen flust nicht, und die Oberfläche von Leinengeweben ist trotz der typischen Garnverdickungen sehr glatt. Das Material ist gut wärmeleitend, was seine Eignung als Sommerbekleidung mitbedingt.

Mit seiner Festigkeit von 30 bis 55 dtex und seiner Naßreißfestigkeit von 105 bis 120 % TRF übertrifft Flachs (als technische Faser) die Baumwolle, ebenso mit seiner NBD, die bei 110 bis 125 % TBD liegt. Mit dem Wert von 1,5 bis 4,0 % für die TBD liegt er allerdings unter dem der Baumwolle.

Ebenso sind die Elastizität und das Wiedererholungsvermögen der Flachsfaser sehr gering. Damit ist der bekannte „Knitter-Look“ von Leinengeweben zu erklären, der mitunter modisch genutzt wird („Leinen kittert edel“).

Wegen der genannten Eigenschaften, nicht zuletzt auch wegen ihrer 8 bis 10 %igen Feuchtigkeitsaufnahme und ihrem 50 bis 55 %igen Wasserrückhalte-

vermögen, was der Bekleidungsphysiologie entgegenkommt, wird die Flachsfaser für leichte modische Sommerbekleidung, Sportswear, Leibwäsche und Berufskleidung, aber auch für Bett- und Tischwäsche, Möbelbezugs- und Schuhoberstoffe verwendet.

Dem Einsatz im Bekleidungs- und Heimtextbereich kommt die sehr gute Waschbarkeit von Leinenstoffen entgegen, die auch von alkalischen Waschmitteln nicht geschädigt werden.

Wie Baumwolle wird auch Leinen verschiedentlich in Mischung mit Chemiefasern verarbeitet, auch mit dem Ziel, die dort genannten Eigenschaften (vgl. Abschnitt 1.1.1) zu erreichen.

Als besonders vorteilhaft und vielfältig in der Wirkung sind die zahlreichen Mischungen mit Viskose, Polyester und Polyacrylnitril zu erwähnen.

1.1.3 Wolle (WO)

Wolle gehört neben der Seide zu den natürlichen Eiweiß- oder Proteinfasern. Ihre Grundbausteine sind Polypeptidketten, die aus 18 bis 24 verschiedenen Aminosäuren bestehen und untereinander durch physikalische bzw. chemische Kräfte verbunden sind. Mehrere Polypeptidketten sind zu Proto- bzw. Mikrofibrillen zusammengelagert, von denen je sieben, eingebettet in die Matrix, die Makrofibrille bilden. Deren Summe stellt schließlich die Spindelzelle dar.

Die Spindelzellen bilden mit ca. 90 % der Faser Masse den sog. Faserstamm oder Cortex, der nicht einheitlich gebaut ist, sondern aus zwei chemisch modifizierten strukturierten Hälften besteht, dem Ortho- und dem Para-Cortex. Beide Hälften zeigen unterschiedliche Saugfähigkeit und Dehnbarkeit. Somit führt diese bilaterale Struktur zu einer korkenzieherartigen Verformung, die die Ursache der Kräuselung ist.

Der Cortex, also der aus den Spindelzellen bestehende Faserstamm, wird nach außen durch die Schuppenschicht abgedeckt (Cuticula), wobei sich die einzelnen Schuppen dachziegelartig zu etwa einem Drittel überlagern. Folge dieser Anordnung ist die Filzeigenschaft der Wollfaser.

Für die technologischen Eigenschaften der Wollfaser gelten folgende Werte:

	TBF (cN/tex)	NBF (% TBF)	TBD (%)	NBD (% TBD)	WRV (% TGew)	FA (%)	Spez. G. (g/cm ³)
Wolle	10-16	70-90	25-50	110-140	40-45	15-17	1,32

Bei der Wollfaser stehen Feinheit, Länge und Kräuselung in einer gewissen Beziehung: Während kurze Fasern feiner und stärker gekräuselt sind, weisen lange Fasern die entgegengesetzten Eigenschaften auf. Die Feinheiten liegen zwischen ca. 3 und 40 dtex, und je nach Sorte schwanken die Faserlängen zwischen 25 und 350 mm.

Wichtig ist der auf der o. a. bilateralen Cortexstruktur beruhende Charakter der dreidimensionalen Kräuselung, der je nach Art und Zahl der Kräuselbögen als flach-, normal- oder hochbogig angegeben werden kann. Folgen der Kräuselung sind der Bauschcharakter der aus Wolle gefertigten Garne und Flächen, der hohe eingeschlossene Luftanteil, der die Wärmehaltung bedingt, und der „wollhafte“ textile Griff, zu dem auch die Schuppenschicht wesentlich beiträgt. Wird sie aus Wärmeisolationsgründen allerdings bei hautnah getragenen Maschenwaren eingesetzt, so bietet Wolle ab einem Feuchtegehalt von 33 % keinen ausreichenden Komfort und Kälteschutz mehr. Ebenso beeinflusst der Kräuselcharakter den Glanz. So weisen beispielsweise flachbogige Wollprovenienzen einen relativ starken Glanzeffekt auf.

Weitere Spezifika heben die Wollfaser von den übrigen Naturfasern ab: Sie zeigt, verglichen mit ihnen, die niedrigste Reißfestigkeit, aber das höchste Wasseraufnahmevermögen und die höchste Dehnung und Elastizität. Auf letztgenannte Eigenschaften ist auch der weiche, elegante Fall von Wollartikeln zurückzuführen.

Aufgrund ihres chemischen Aufbaus ist Wolle im nassen bzw. feuchten Zustand verformbar (Plissieren, Dekatieren) und knitteranfällig. Im trockenen Zustand dagegen ist ihre Knittererholung gut.

Wegen der hohen Affinität zu Wasser ist auch die elektrostatische Aufladung vernachlässigbar gering. Während Wolle gegenüber Säuren gut beständig ist, besteht eine große Anfälligkeit gegenüber Alkalieinwirkung. Deshalb ist der Waschprozeß bei Wolle nur bei Temperaturen um 40 °C und mit Feinwaschmitteln durchzuführen; sie ist nicht pflegeleicht.

Als native Eiweißfaser ist Wolle dem Mottenfraß zugänglich. Auch kann sie bei empfindlichen Personen Allergien auslösen.

Sie ist UV- und oxidationsmittelempfindlich.

Beim Zünden brennt Wolle langsam unter Entstehung einer kohligen Asche und eines hornartigen Brandgeruchs ab. Der LOI-Wert beträgt 25. Damit ist Wolle schwerer entflammbar als die cellulosischen Fasern und als relativ flammfest zu bezeichnen.

Entsprechend ihrer Feinheit, Kräuselung und Haarlänge wird Wolle eingesetzt für die verschiedensten Streichgarnartikel (Länge meist unter 100 mm) und Tuche einerseits und, soweit Kammgarne (Länge meist über 100 mm), für Herrenanzüge, Damenkleider- und Kostümstoffe. Wirk- und Strickwaren der Ober- und Unterbekleidung sowie der Strumpf- und Sockensektor, die Teppich- und Möbelstoffherstellung sind weitere Einsatzgebiete der Wollfaser.

Durch gezielte Chemiefaserzumischung werden in den o. g. Verwendungsbereichen sowohl in modisch-ästhetischer wie in gebrauchstechnischer Hinsicht praktisch unbegrenzte Variationsmöglichkeiten der einzelnen Stoffqualitäten erschlossen.

1.1.4 Seide (SE)

Seide stellt ebenfalls – wie Wolle – eine native Eiweißfaser dar. Sie wird vom Maulbeerspinner als endloser Rohseiden- bzw. Kokonfaden erzeugt. Dieser Faden besteht aus zwei Fibroinfäden (ca. 75 % der Gesamtmasse), die aus Polypeptidketten aufgebaut sind, und aus der beide umhüllenden Sericinschicht (ca. 22 % der Gesamtmasse), ebenfalls auf Polypeptidbasis. Abgedeckt wird das Sericin („Seidenleim“) nach außen durch eine glatt geformte Sericinhaut.

Durch Entfernung des Seidenleims („Entbasten“) erhält man die einzelnen Seidenfäden, die im Querschnitt ein Dreikantprofil aufweisen. Es bewirkt eine besondere Lichtstreuung, deren Folge der matte Glanz der Seide ist (Plissieren, Dekatieren).

Neben der Maulbeer- oder „echten“ Seide wird die Tussah- oder „wilde“ Seide verarbeitet, die von einer anderen Schmetterlingsart gebildet wird.

Mit 1,0 bis 1,4 dtex Feinheit des einzelnen Fibroinfadens stellt die entbastete Seide die feinste Naturfaser dar. Ebenso ist sie mit einer Dichte von $1,25 \text{ g/cm}^3$ (entbastet) die leichteste aller Naturfasern. Der beim „Entbasten“ auftretende Gewichtsverlust wird durch „Erschweren“ der Seide ausgeglichen.

Da die Polypeptidketten im Fibroin überwiegend in Kristallitform vorliegen, zeigt auch die Festigkeit mit 25 bis 50 cN/tex (TRF) sehr gute Werte. Die NRF ist allerdings mit 75 bis 95 % der TRF geringer.

In der Affinität zu Wasser ähnelt die Seide mit 9 bis 11 % FA und 40 bis 50 % WRV der hydrophilen Baumwolle. Allerdings besteht bei ihr die Gefahr der Bildung von Schweißbränden.

Seide nimmt die Feuchtigkeit rascher auf als Wolle, gibt sie aber langsamer ab. Deshalb wirkt stark feuchte bzw. nasse Seidenwäsche länger unangenehm auf der Haut als Wolle. Die Wasch- und Schweißechtheit sowie die Strapazierfähigkeit sind für diesen Einsatzzweck kritisch. Die fehlende Pflegeleichtigkeit ist ein weiteres Hindernis dafür, Seide für Wäsche, vor allem Sportwäsche, einzusetzen.

Ferner neigt erschwerte, entbastete Seide zum Knittern, zeigt aber einen weichen, eleganten Fall.

Bei den Dehnwerten, die im Trockenen zwischen 10 und 30 % liegen, fällt die hohe NBD mit 120 bis 200 % der TBD auf, womit die Seide an der Spitze aller nativen Fasern liegt.

Gegenüber Laugen erweist sich Seide sehr unbeständig und auch - im Gegensatz zur Wolle - gegenüber stärkeren Säuren. Die gleiche negative Aussage gilt für UV- und Oxidationsmitteleinflüsse.

Verwendet wird Seide zur Herstellung wertvoller Damenkleiderstoffe (Taft, Crêpe de Chine, Georgette, Satin), Wäsche- und Blusenstoffen sowie von wertvollen Seidengeweben wie Damast, Brokat und Samt.

Als Beimischung zu Chemiefasergeweben und -maschenwaren führt sie zu Stoffqualitäten mit differenzierten, gezielt entwickelten Eigenschaftsbildern.