

Zurück zur
Auswahl

VERWENDUNG VON PBT ALS ADDITIV BEI DER HERSTELLUNG VON PET-GARNEN ZUR VERBESSERUNG DER FÄRBEEIGENSCHAFTEN

IMPROVEMENT OF DYEING PROPERTIES AT PRODUCTION OF PET YARNS BY ADDITION OF PBT

R. Gutmann

ICF, Institut für Chemiefasern der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung Stuttgart
Tel: + 49 (0)711 9340 108, Fax: + 49 (0)711 9340 185, email: rainer.gutmann@icf-denkendorf.de

Kurzfassung: Aus Polyethylenterephthalat (PET) und einem Zusatz von maximal 30% Polybutylenterephthalat (PBT) wurden unter industrieähnlichen Produktionsbedingungen Garne für textile Anwendungen hergestellt. Die dabei angewendeten Spinnungsgeschwindigkeiten lagen im Bereich heute üblicher Produktionsgeschwindigkeiten und darüber. Die mechanischen Eigenschaften dieser Garne zeigten mit steigender Spinnungsgeschwindigkeit einen Festigkeitszuwachs bei gleichzeitiger Dehnungsabnahme. Ursache dafür ist eine angenommene kristallisationsinduzierende Wirkung des PBT auf die PET-Matrix. Die Erhöhung der Kristallinität hat eine leichte Reduzierung der Farbstoffaufnahme zur Folge. Diese wird aber überkompensiert durch den Zusatz von PBT zum PET, welcher die Zugänglichkeit des Farbstoffs in die Faser erleichtert, so daß schon bei geringen PBT-Gehalten die Farbstoffaufnahme um das vier- bis fünffache ansteigen kann. In weitergehenden Untersuchungen des Echtheitsverhaltens der gefärbten Proben wurde schließlich gezeigt, daß die hohe Farbstoffaufnahme der PBT-haltigen Garne nicht mit einem schlechteren Echtheitsverhalten erkauft wird.

Abstract: Polyethylene terephthalate (PET) plus an addition of up to 30% of polybutylene terephthalate (PBT) have been processed to yarn for textile applications close to industrial production conditions. Thus, applied spinning speeds were within the range of up-to-date's production speeds and even above. Due to increasingly higher spinning speeds mechanical properties of these yarns exhibit an increase in tenacity while elongation is reduced. This behavior is caused by an induced crystallization effect of PBT on the PET matrix. As a result of higher crystallinity dye up-take is somewhat reduced. As, however, by the addition of PBT the accessibility of the fiber by the dyestuff is facilitated the dye up-take increases up to fourfold to fivefold already at low PBT concentrations. Furthermore it could be demonstrated that for the dyed textiles that in spite of the high dye up-take of the PBT containing yarns their fastness properties will not drop.

Schlagwörter: PET/PBT-Bikomponentgarne, Färbbarkeit, Echtheitseigenschaften

Keywords: blend yarns, dyeability, fastness properties

1 Einleitung

Bekleidungstextilien aus Polyesterfasern haben in jüngster Zeit vor allem im Bereich der qualitativ hochwertigen Produkte für den Aktivsport- und den Freizeitsektor mit ihren gesteigerten Ansprüchen in Bezug auf Funktionalität eine enorme Bedeutung erlangt [1-4]. Neben der Funktion, die u.a. durch die Konstruktion (Vlies, Mikrofaser) bestimmt wird, haben Textilien besonders heutzutage auch eine Signalwirkung, mit der ihr Träger, nicht nur im Hinblick auf eine erhöhte Sicherheit im Verkehr, auf sich aufmerksam machen möchte. Diese Wirkung wird wesentlich durch die modische Farbgebung des Textils erreicht. Hier besitzt das standardmäßige Polyethylenterephthalat (PET) jedoch gewisse Nachteile, da ausreichende Farbtiefen bei der üblichen Dispersionsfärbung nur unter HT-Bedingungen (125-130°C) erreicht werden. Der feinere Durchmesser bei Mikrofasern wirkt sich zusätzlich negativ aus, da mit kleiner werdendem Filamentdurchmesser die Lichtstreuung zunimmt, was zu einem helle-

ren Erscheinungsbild der gefärbten Ware führt. Um die Färbbarkeit zu verbessern, d.h. bei Kochtemperatur zu ermöglichen, kann das PET durch Additive - z.B. Polybutylenterephthalat (PBT) - modifiziert werden. Als problematisch könnten sich aber die Echtheiten erweisen, da eine leichtere Diffusion des Farbstoffs in die Faser hinein in der Regel mit einem ebenso leichten Vorgang in umgekehrter Richtung einhergeht. Dieses Problem soll hier in einigen praktischen Ansätze diskutiert werden [5-7].

2 Stand des Wissens

Um das Eigenschaftsprofil von Polyesterfasern in Richtung auf das genannte Erscheinungsbild zu verändern, kann man grundsätzlich zwei verschiedene Wege einschlagen. Entweder man modifiziert das Polymer oder den Prozeß der Faserherstellung. Beide Wege führen zu sog. carrierfrei – d.h. ohne Zusatz ökologisch bedenklicher Hilfsmittel – und bei Kochtemperatur färbbaren Garnen. Dies wird prinzipiell dadurch erreicht, daß die Beweglichkeit der amorphen Kettenbereich vergrößert wird. Seit langem wird das industriell durch den Einbau von langkettigen Diolen, aliphatischen Dicarbonsäuren oder Polyetherblöcken in die PET-Kette erreicht [8, 9]. Trotz der eindeutigen Vorteile, wie der Verwendungen einfacherer, da drucklos arbeitender Färbearraturen und geringerer Energiekosten durch Anwendung niedrigerer Färbetemperaturen, besitzt diese Variante ein entscheidendes Manko: die Nebenwirkungen der Färbungen sind nicht akzeptabel [10]. Diesbezüglich wesentlich besser schneiden Materialien ab, die aus einer Mischung (Blend) von PET und PBT ersponnen werden [5]. Werden derartige Mischungen zu hohen Filamenttitern und mit hohen Spinnengeschwindigkeiten (POY-Bedingungen) verarbeitet, kann die Färbetemperatur auf Kochtemperatur abgesenkt werden, was die genannten Vorteile mit sich bringt, ohne die Echtheiten zu beeinträchtigen [6]. Dieses spezielle Verhalten wird auf die besondere Strukturbildung in der Faser unter der Düse und die die Kristallisation induzierende Wirkung des PBT zurückgeführt [6, 11].

Werden, wie heute für den Freizeitsektor immer häufiger, Mikrofasergarne verarbeitet und gefärbt, so weisen diese bei gleicher Farbstoffaufnahme durch die Faser aufgrund der stärkeren Streuwirkung der dünneren Filamente einen helleren Farbton auf. Sollen daher Textilien, die aus Garnen unterschiedlichen Filamenttiters hergestellt wurden, auf gleiche Farbtiefen gefärbt werden, so muß sowohl den vergleichsweise dünnen Filamenten durch Anpassung der Färberezepte Rechnung getragen werden [12-15], als auch den sehr dicht geschlagenen Geweben, die nur auf bestimmten Maschinen, mit einer ausreichenden Durchströmung durch die Färbeflotte optimal gefärbt werden können [16-18]. Mit Blick auf das zu verwendende Färberezept ist dabei zu beachten, daß Mikrofasern im Vergleich zu Normalfasern einen höheren Farbstoffverbrauch zeigen und beim Färben die Ausziehgeschwindigkeit steigt, woraus Egalitätsprobleme resultieren können [19]. Neben dem erhöhten Farbstoffverbrauch und der erhöhten Ausziehgeschwindigkeit findet sich für die Färbung von Mikrofasergarnen aber auch eine Abnahme der Wasch-, Hitzefixier- und Reibechtheit, wofür zum einen die größere spezifische Oberfläche und zum anderen die höheren Farbstoffgehalte verantwortlich gemacht werden müssen.

Um eine Verbesserung des Färbe- und Echtheitsverhaltens von Polyestertextilien zu erreichen, muß also die Farbstoffaufnahme der Faser vergrößert und das "Ausbluten" erschwert werden. Die zu lösende Frage beinhaltet daher die prozeß- oder polymerbedingte Veränderung der Faserstruktur in der Form, daß einerseits die Färbbarkeit dieser Garne bei Kochtemperatur erhalten bleibt, aber andererseits bezüglich der Gebrauchsechtheiten die Diffusion des Farbstoffes aus der Faser heraus unterdrückt wird.

3 Durchführung der Versuche und Darstellung der Ergebnisse

Mischungen aus PET mit bis zu 30% PBT-Anteil wurden nach einem POY-Prozeß zu Filamentgarnen mit einem Filamenttiter (dpf) von ca. 3dtex, 1dtex sowie 0,75dtex, verarbeitet. Dabei wurde der Einfluß der Spinnengeschwindigkeit, des PBT-Anteils und des Filamenttiters im Geschwindigkeitsbereich von 2800-4500 m/min untersucht. Als Ausgangsmaterialien für die Garnherstellung wurden zwei kommerzielle Polyestergranulate der Fa. KoSa bzw. Hoechst eingesetzt: Type RT20(PET) und Type 4(PBT). Beide Polymere wurden vor der Verwendung über Nacht im Vakuum (10^{-1} mbar) bei 170°C bzw. 160°C getrocknet, anschließend im betreffenden Mischungsverhältnis mechanisch miteinander gemischt und dann direkt dem Einzugsbereich des Extruders zugeführt. Aufgrund langjähri-

ger Erfahrung mit der Verarbeitung von Granulatmischungen im Vergleich zu Masterbatches der gleichen Zusammensetzung, konnte mehrfach bestätigt werden, daß mit unserer Spinnanlage eine ausreichend homogene Verteilung der Komponenten in der Bikomponentfaser erreicht wird, so daß auf die Verwendung von Masterbatches verzichtet werden kann.

Das Ziel aus diesen Granulatmischungen verstreckte Filamentgarne mit Filamenttitern von 2dtex, 0,8dtex und 0,6dtex bei unterschiedlichen Spinnengeschwindigkeiten herzustellen, wurde bei etwa vergleichbarem Gesamtdurchsatz dadurch erreicht, daß die Düsenlochzahl angepaßt wurde. Das heißt, bei der Herstellung abnehmender Filamenttiter wurde - etwa im gleichen Maße wie das einzelne Filament feiner wurde - die Gesamtzahl der Filamente im Garn von 24 auf 64 bzw. 95 erhöht. Dem Einfluß unterschiedlicher Spinnorientierung (Reißfestigkeit/Reißdehnung), hervorgerufen durch die unterschiedliche Spulgeschwindigkeit und Mischungszusammensetzung, konnte dadurch begegnet werden, daß der Durchsatz nur noch geringfügig verändert werden mußte.

Nach der Erspinnung der verschiedenen Filamentgarne wurden diese auf einer Pilot-Streckmaschine in zwei Stufen auf den jeweils vorgegebenen Endtiter und etwa gleiche Restdehnung verstreckt. Sowohl die POY-Garne als auch die verstreckten Garne wurden hinsichtlich ihrer fadenmechanischen Eigenschaften charakterisiert, wobei Reißkraft, Reißdehnung und Anfangsmodul bestimmt wurden.

Zur Untersuchungen der färberischen und Echtheitseigenschaften wurden die Garne auf einer Rundstrickmaschine zu Schlauchgestriken verarbeitet. Diese wurden 20 min bei 40°C mit 1g/l nichtionischem Waschmittel gewaschen und danach je 20 min bei 70°C und 40°C mit reinem Wasser gespült. Während weiterer 20 min und bei einer Temperatur von 140°C sowie einer herrschenden, relativen Luftfeuchte von 92% erfolgte die Fixierung der Schlauchgestricke, die im Anschluß daran mit C.I. Disperse Red 60 (niedermolekular, schnell diffundierend) sowie mit C.I. Disperse Blue 139 (höher molekular, langsamer diffundierend) - beide als Handelsmarken - gefärbt werden konnten. Die Färbungen wurden als 1%ige Färbungen im Färbejet bei 100°C bzw. 130°C (HT-Bedingungen) und einem Flottenverhältnis von 1 : 55 durchgeführt. Nach einer Stunde wird auf 80°C abgekühlt, die Restflotte abgelassen und anschließend reduktiv nachbehandelt.

Zur Bestimmung der Farbstoffmenge auf der Ware wurden die gefärbten Proben mit Chlorbenzol extrahiert und im Extrakt anhand einer Eichkurve spektralphotometrisch der Farbstoffgehalt bestimmt.

Die Waschechtheiten wurden entsprechend DIN 54010 bei einem FV = 1 : 50 mit 5 g/l Marseiller Seife und 2 g/l Soda nach 30 min bei 60°C bestimmt. Hierzu setzt man Prüflinge ein, die, wie in der DIN-Norm beschrieben, einen Sandwich aus der zu prüfenden, gefärbten Probe und zwei Begleitgeweben darstellen, wobei die Begleitgewebe auf der einen Seite aus Polyester und auf der anderen Seite aus Baumwolle bestehen. Die Beurteilung der Veränderung der Färbung wurde anhand des Graumaßstabs (Noten 1 bis 5) vorgenommen. Dabei bedeuten hohe Noten geringe Farbstoffverluste des gefärbten Musters bzw. ein geringes Anblutung der weißen Begleitproben.

Da die standardmäßige Bestimmung der Trockenhitzeifixiererechtheit nach DIN 54069 nicht immer zu einer Differenzierung führte, wurde speziell für den blauen Dispersionsfarbstoff die Prüftemperatur erhöht. Bei allen Prüflingen wurde ihre Farbveränderungen farbmetrisch in Form der K/S-Werte ermittelt.

Die Prüfung der Reibechtheit der gefärbten Proben erfolgt im trockenen und nassen Zustand gegen ein trockenes bzw. auf 100% Feuchte abgequetschtes, nasses Reibgewebe aus Baumwolle entsprechend der DIN 54021. Das Anbluten des Reibgewebes wird danach mit dem Graumaßstab beurteilt.

Bei der Verarbeitung von Polymermischungen stellt sich zunächst immer die Frage nach der Verträglichkeit der Komponenten. Im Falle von PET und PBT bestehen dabei im schmelzflüssigen Zustand keinerlei Einschränkungen. Dies gilt auch im amorphen, festen Zustand für Mischungen mit einem PBT-Anteil von unter 20% bzw. mehr als 80%. Zwischen diesen Grenzen findet je nach Zusammensetzung beim Abkühlen der Schmelze, ab ca. 200°C eine Phasentrennung in eine Mischphase und die im Überschuß vorliegende, reine Komponente statt. Kommt es zur Kristallisation der einen und/oder anderen Komponente, so werden stets reine Kristallite aus PET bzw. PBT in die gemeinsame Mischphase eingebettet. Es tritt also keine Mischkristallbildung auf, was u.a. durch DSC-Aufnahmen belegt wird. Darin sind die Schmelzpeaks beider Komponenten zu erkennen. Natürlich ist unter den Bedingungen der Verarbeitung ein gewisser Anteil an Umesterung möglich, der zunächst grobe Blockpolymere entstehen läßt und so die Schmelzpunkte etwas erniedrigt, es werden jedoch keinesfalls statistische Copolyester erzeugt, wie der deutliche Unterschied zu deren Schmelzpunkten belegt. Werden die

betrachteten Mischungen zu Filamentgarnen verarbeitet, so kommt es neben den bereits genannten Phänomenen unter der Wirkung der Spinnspannung auch zu Kristallisationserscheinungen; diese sind dann zusätzlich für die erreichbaren mechanischen Eigenschaften der hergestellten Garne maßgebend.

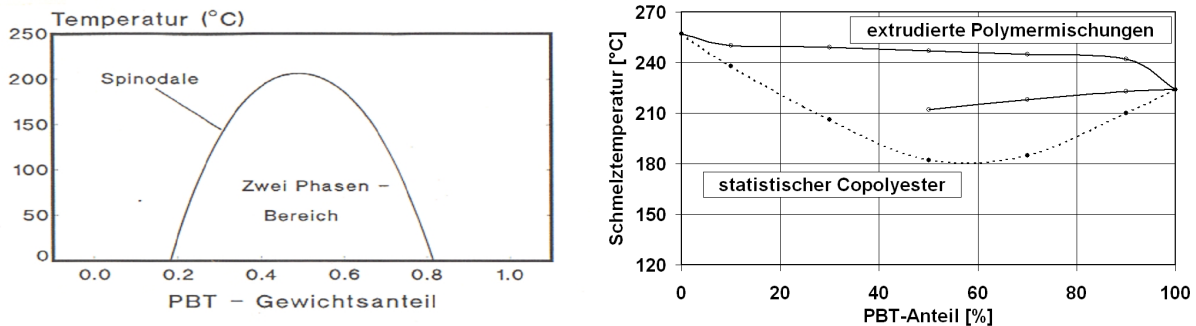


Abb. 1: Physikalische Eigenschaften von PET/PBT-Mischungen

Betrachtet man zunächst den Gang der Eigenschaften für die POY-Garne, so erkennt man, abgesehen von der geschwindigkeitsbedingten Abnahme der Dehnung und der entsprechenden Zunahme der Festigkeit, eine entsprechende, wenn auch geringe Veränderung mit steigendem PBT-Anteil. Somit wird die in der Literatur beschriebene, durch das PBT induzierte höhere Orientierung und Kristallisation bestätigt, welche in Form einer Kristallitgrößenzunahme erfolgt. Diese ist hinsichtlich der Reißfestigkeit nicht förderlich und führt besonders bei niederen Spinngeschwindigkeiten und hohen PBT-Anteilen zu einem deutlichen Rückgang in der Festigkeit der POY-Garne.

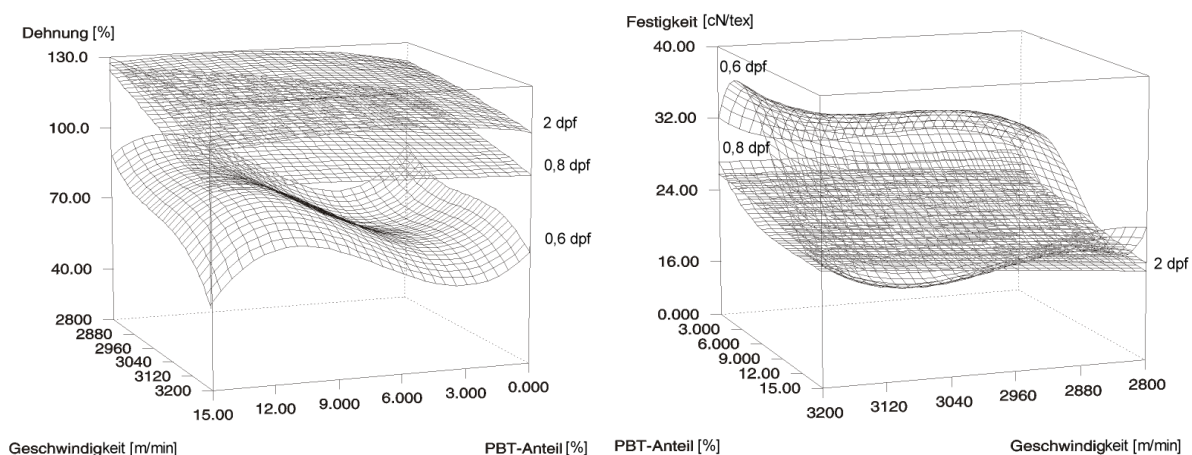


Abb. 2: Dehnung und Festigkeit von POY-Garnen als Funktion von Spinngeschwindigkeit und PBT-Gehalt

Als weiterer Einflußparameter auf die Strukturbildung im Faden und damit auf die mechanischen Eigenschaften der POY-Garne, muß das Abkühlverhalten der schmelzflüssigen Filamente unterhalb der Düse angesehen werden. Hier spielt natürlich der Wärmeaustausch zwischen der Filamentoberfläche und der umgebenden Luft eine wichtige Rolle. Da Mikrofasern im Vergleich zu ihrem Volumen (Masse) eine deutlich größere Oberfläche besitzen als Standardfilament mit höherem Filamenttiter, kühlen diese schneller ab. Damit erfolgt die Orientierung der Polymerketten in einer kälteren, d.h. viskoserer Schmelze, wodurch wiederum die Festigkeit zunimmt und die zugehörige Dehnung geringer wird. Durch den sich an den Spinnprozeß anschließenden Verstreckschritt, in dem die POY-Garne auf ca. 25-30% Restdehnung verstreckt werden, erlangen die Garne ihre endgültige Reißfestigkeit. Erwartungsgemäß steigen dabei die Festigkeitswerte und liegen in den meisten Fällen bei Werten über 30 cN/tex, was für textile Einsatzzwecke als ausreichend gut anzusehen ist. Generell gilt, daß für das Festigkeitsergebnis der Einfluß der Spinngeschwindigkeit bei Mischungen mit steigendem PBT-Anteil immer stärker wird. Zeigen₄ die Reißfestigkeiten der verstreckten Garne aus

Anteil immer stärker wird. Zeigen die Reißfestigkeiten der verreckten Garne aus reinem PET innerhalb des betrachteten Spinnbereichs kaum Unterschiede, so können diese durch den PBT-Zusatz zu einer beträchtlichen Abnahme führen. Im Hinblick auf die Praxis werden für den Mischungsbereich von bis zu 10%-15% PBT-Anteil und Spinnbereich im Bereich ab etwa 3000 m/min und darüber im allgemeinen Festigkeiten erreicht, die denen vergleichbarer reiner PET-Garne nahe kommen. Dabei liegen die optimalen Ergebnisse für die Garne mit 0,6 dpf eher bei den niedrigeren PBT-Gehalten und den niedrigeren Spinnbereichen, während für die Garne mit höherem Filamenttiter eher das obere Ende der jeweils angegebenen Bereiche maßgebend ist. Höhere PBT-Gehalte und höhere Spinnbereichen als die dargestellten, ließen sich dabei für Mikrofasertiter nicht realisieren.

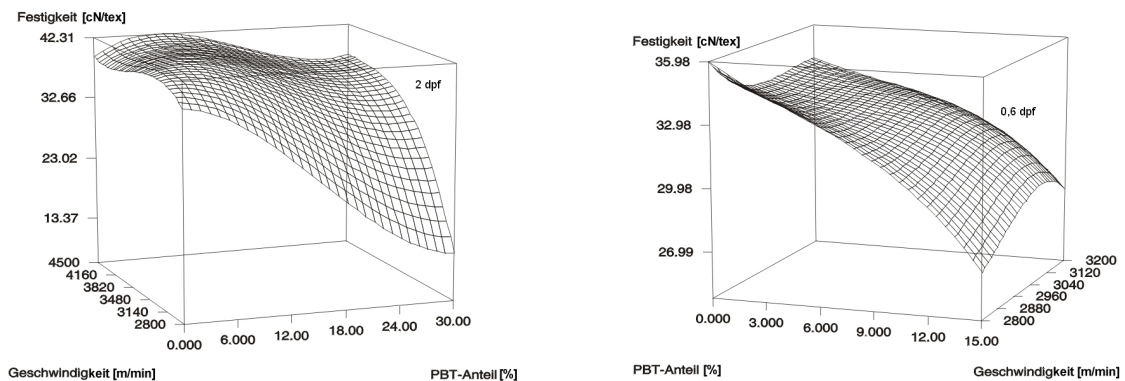


Abb. 3: Reißfestigkeit verreckter Garne als Funktion von Geschwindigkeit und Zusammensetzung

Wie bereits erwähnt wird durch die Anteile an PBT in den Garnen, die Färbbarkeit derart erleichtert, daß eine Färbung bei Kochtemperatur möglich wird und auf die aufwendigere und teurere HT-Färbung verzichtet werden kann. Die mit diesen beiden Färbverfahren erreichten Farbtiefen sind in den folgenden Darstellungen für die Standardtiter und die Mikrofasertiter der PET/PBT-Mischungen für alle hergestellten Garne am Beispiel zweier Färbungen mit einem schnell diffundierenden (Red 60) und einem langsamer diffundierender (Blue 139) Dispersionsfarbstoff dargestellt. Als Vergleich bzw. als Bezugspunkt kann in jedem Diagramm die unter heute industriell üblichen POY-Bedingungen (2800 m/min – 3200 m/min) gesponnene, reine PET-Faser dienen. Die Ergebnisse der Färbungen sind in Form der aufgenommenen Farbstoffmenge (Farbstoffgehalt [mg (extrahierbarer Farbstoff) / g (Gewicht der extrahierten Probe)]) dargestellt.

Grundsätzlich zeigt sich dabei, daß die aufgenommenen und gemessenen Farbstoffmengen sehr stark von der Mischungszusammensetzung und weniger stark von der Spinnbereich abhängen. So ist für die Färbungen mit Disperse Red 60 eine Verdoppelung bis Verdreifachung der aufgenommenen Farbstoffmenge zu erreichen, im Falle des langsamer diffundierenden Disperse Blue 139 werden die Effekte sogar noch größer. Etwas überraschend ist der Einfluß der Färbetemperatur auf den Ausfall der Färbung. So zeigen die bei der höheren Temperatur durchgeführten Färbungen der Garne mit hohem PBT-Gehalt (20%-30%) eine niedrigere Farbstoffaufnahme als die entsprechenden bei Kochtemperatur gefärbten Garne. Ursache hierfür dürfte die sich mit der Färbetemperatur und der Mischungszusammensetzung ändernde Lage des Verteilungsgleichgewichtes: Farbstoff in der Flotte/ Farbstoff in der Faser sein, das sich in Richtung Flotte verschiebt. Erwartungsgemäß, da vom Verhalten der reinen PET-Garne bereits bekannt, ist die leichte Verringerung der Farbstoffaufnahme für Garne, die mit steigender Spinnbereich hergestellt wurden. Hierfür dürfte ebenso wie beim reinen PET die im Spinnprozeß erfolgte Strukturbildung verantwortlich sein, die auch bei den PET/PBT-Mischungen zur Ausbildung größerer Kristallite und besser orientierter amorpher Bereiche führt.

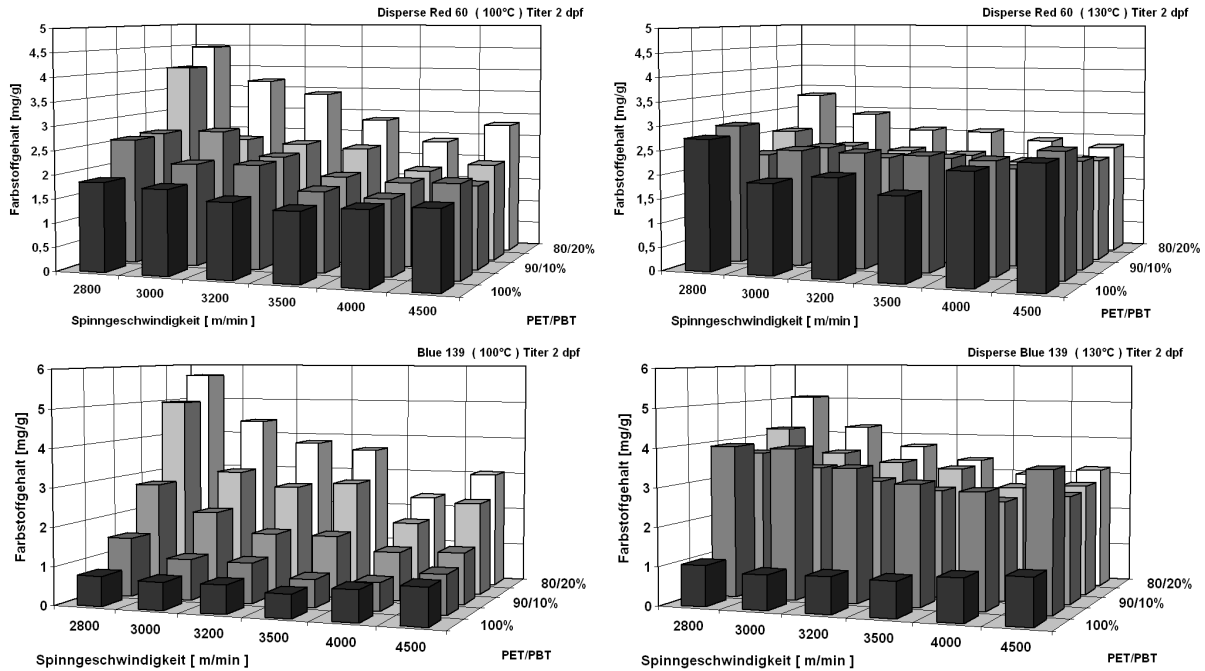


Abb. 4: Färbung von Standardgarn bei 100°C und 130°C mit Disperse Red 60 und Disperse Blue 139

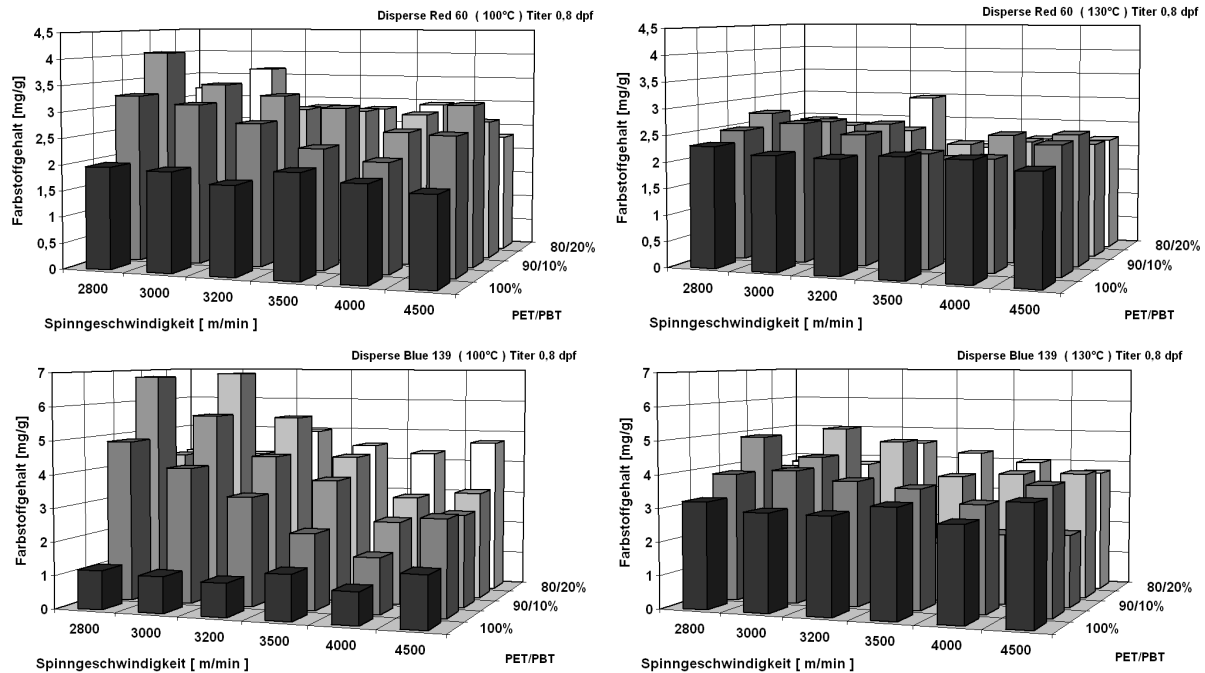


Abb. 5: Färbung von Mikrofasern bei 100°C und 130°C mit Disperse Red 60 und Disperse Blue 139

Auch hinsichtlich des färberischen Verhaltens der Mikrofasergarne, hier am Beispiel des Filamenttiters von 0,8 dtex, gelten tendenziell die gleichen Aussagen wie für das Vergleichsgarn mit dem Standardtiter. Insgesamt werden auch von den Mikrofasergarnen die gleichen Farbstoffmengen aufgenommen wie vom vergleichbaren Standardgarn mit 2 dpf. Das heißt im einzelnen, dass die Farbstoffaufnahme bei den untersuchten Mischungen wiederum mit steigendem PBT-Anteil zunimmt. Der Einfluß durch eine gleichzeitig steigende Spinnngeschwindigkeit läßt diesen Anstieg etwas geringer ausfallen, so daß die färberischen Ergebnisse für die eingesetzten Mischungen bei hohen Geschwindigkeiten etwas näher zusammenrücken. Das gleiche gilt – ebenso wie bei den Vergleichsgarnen – für

die Wirkung der höheren Färbetemperatur (HT-Bedingungen), die zu einer geringeren Differenzierung hinsichtlich der eingesetzten Mischungen führt.

Zusammenfassend kann man bezüglich der Färbbarkeit von Standard- und Mikrofasergarnen aus PET/PBT-Mischungen folgende generelle Feststellungen machen:

- Mikrofasergarne aus PET/PBT-Mischungen nehmen bei der Färbung mit Dispersionsfarbstoffen vergleichbare Farbstoffmengen auf wie entsprechende Garne mit einem Standardfilamenttiter.
- Steigende PBT-Anteile in der Mischung führen zu einer dramatischen Verbesserung der Färbbarkeit, die bereits bei Kochtemperatur Werte für die Farbstoffaufnahme erreicht, die mit reinen PET-Garnen erst unter HT-Bedingungen zu erreichen sind.
- Im Bereich der heute üblicherweise zur Garnherstellung genutzten Spinnengeschwindigkeiten wird der größte positive Effekt auf die Farbstoffaufnahme bei Kochtemperatur sowie Mischgarnen mit etwa 10% PBT-Anteil erreicht.

Aufgrund der guten Färberesultate stellt sich aber die Frage, ob diese nicht mit entsprechend schlechten Farbechtheiten erkaufte wurden. Dies wurde anhand der gefärbten Muster in verschiedener Echtheitsuntersuchungen getestet. So erfolgte, wie in der Waschechtheitsprüfung nach DIN 54010 angegeben, die Prüfung der gefärbten Proben als Sandwich zwischen einem ungefärbten Polyestermaterial und einem Baumwoll-Standardgewebe. Die Beurteilung der dreiteiligen Prüflinge mit Hilfe des Graumaßstabs ergab für alle drei Teile durchweg sehr gute Noten.

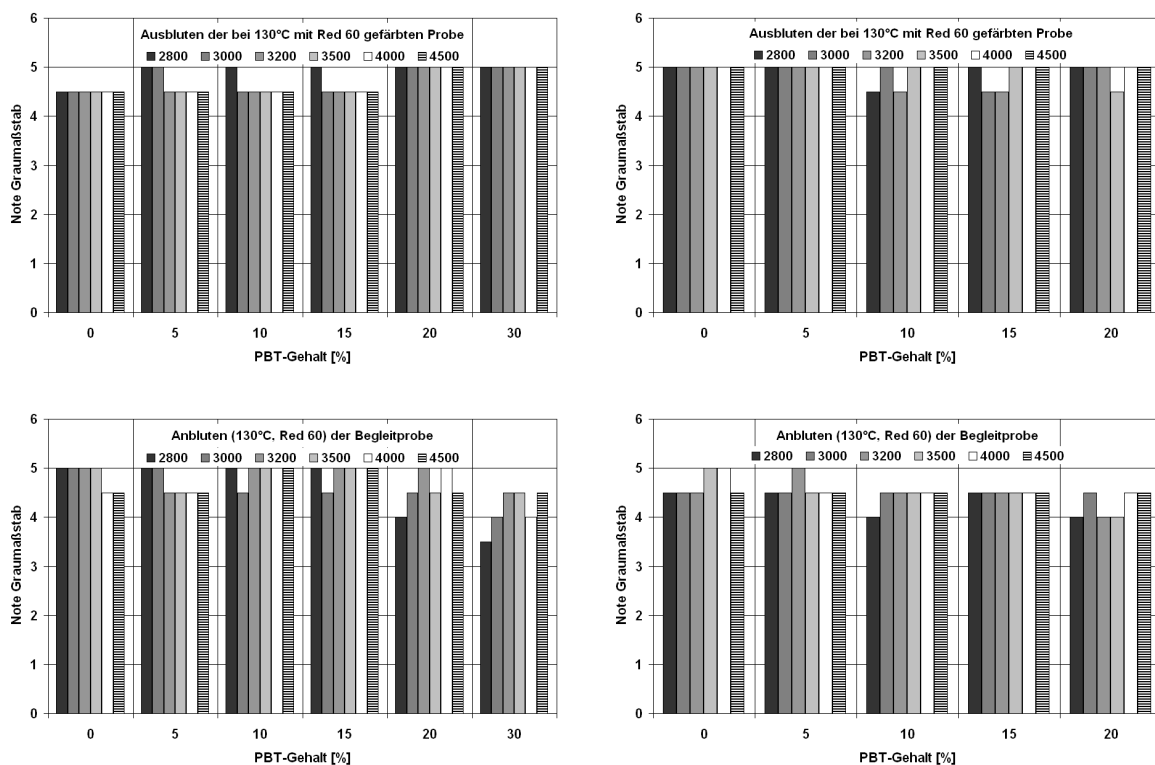


Abb. 6: Waschechtheit nach DIN; Standardgarn (2dpf, links oben), Mikrofaser (0,8dpf, rechts oben)

So ist nach 30 minütiger Behandlung in der 60°C heißen Waschflotte das begleitende Baumwollgewebe fast immer unbeeinflusst geblieben und bleibt deshalb in den Darstellungen außen vor. Trotz der erzielten dunklen Färbungen ist bei der Waschechtheitsprüfung der gefärbten Ausgangsmaterialien nahezu auch keine Farbveränderung festzustellen, demzufolge sind die Echtheitsnoten ebenfalls sehr hoch. Lediglich auf dem weißen Begleitpolyester ist nach erfolgter Prüfung ein leichtes Anbluten zu beobachten. Aber auch hier werden nur in ganz seltenen Fällen Echtheitsnoten unter vier gefunden. Zwischen Standard- und Mikrofasergarnen werden dabei keine Unterschiede zu erkennen. Um bei dieser Prüfung überhaupt signifikante Unterschiede wiedergeben zu können, sollen die relativ "schlechtesten

Resultate" dargestellt werden. Diese findet man für die bei 130°C mit Disperse Red 60 gefärbten Proben bzw. die angebluteten Begleitpolyester.

Eine wichtige Gebrauchsprüfung stellt auch die Reibechtheitsprüfung dar, bei der ein Reibgewebe gegen die gefärbte Probe gerieben wird. Erfahrungsgemäß fällt die Naßreibechtheit in der Regel etwas besser aus als die Trockenreibechtheit. Für die an den PET/PBT-Mischungen im trockenen Zustand erhaltenen Ergebnisse findet man fast ausschließlich die Bestnote 5 des Graumaßstabs, und selbst für die Naßreibechtheiten wurde keine Note schlechter als 4-5 gemessen, also auch hier ist ein sehr gutes Abschneiden zu konstatieren. Statt der vielen Einzelergebnisse soll deshalb eine summarische – wenn auch nicht wissenschaftliche – Darstellung der Reibechtheitsergebnisse, in Form eines mathematischen Mittelwertes aller Graumaßstabsnoten bei einem PET/PBT-Mischungsverhältnis, das insgesamt sehr gute Echtheitsverhalten verdeutlichen. Dabei wurde nicht hinsichtlich der Einflüsse der verschiedenen Spinnengeschwindigkeiten oder der beiden Färbetemperaturen differenziert. Deren Effekte auf die Reibechtheit waren aber vergleichsweise noch geringer als der des PET/PBT-Mischungsverhältnisses.

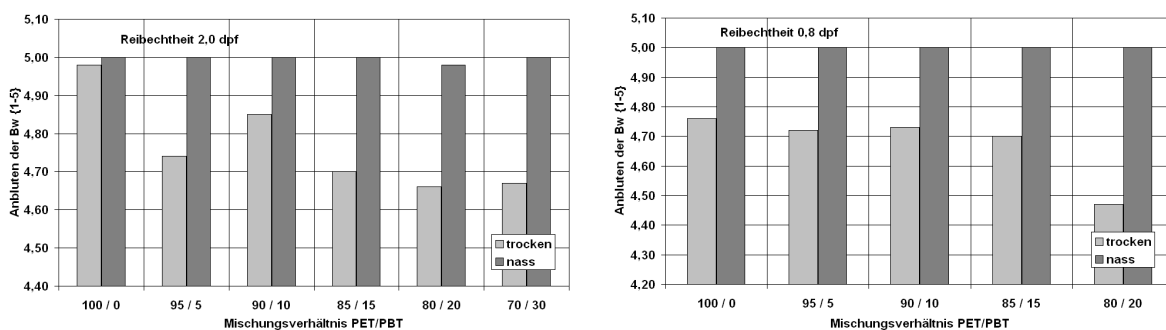


Abb. 7: Reibechtheit nach DIN (summarischer Mittelwert); Standardgarn (links), Mikrofaser (rechts)

Mit der Prüfung der Trockenhitzeffixierbarkeit sollen in etwa die Bedingungen simuliert werden, die in der Praxis durch extreme Bedingungen beim Bügeln der gefärbten Textilien auftreten können. Durch diese Behandlung kann es zu Farbstoffverlusten auf dem Ausgangsmaterial kommen, die sich zum Teil auf den ungefärbten Begleitproben wiederfinden können. Um die bei der Einwirkung von trockener Hitze auf die gefärbten Proben und die dabei übergehenden Farbstoffmengen erfassen zu können, wurde die DIN-Norm nach der geprüft wurde in der Form abgewandelt, daß zur Beurteilung der Echtheitsergebnisse nicht der Graumaßstab verwendet wurde, sondern daß alle Proben nach der Prüfung mit Hilfe der Farbmeterik (K/S-Wert) beurteilt wurden. Da außerdem unter den in der DIN festgelegten Prüfbedingungen speziell für die Färbungen mit Disperse Blue 139 keine Veränderungen festzustellen waren, wurde hier die Fixiertemperatur auf 230°C erhöht. Aus der Menge an Echtheitsergebnissen, die in ihrer Gesamtheit auch für diese Echtheitsprüfung als sehr gut zu bezeichnen sind, soll aus Gründen der Überschaubarkeit, am Beispiel der mit 3000 m/min hergestellten und bei 130°C mit Disperse Red 60 gefärbten Garne, der Einfluß der verschiedenen Herstellungsparameter exemplarisch dargestellt werden. Betrachtet man im gewählten Beispiel den Einfluß der Prüftemperatur auf das Echtheitsverhalten eines Standardgarns und einer Mikrofaser, so ist für beide mit zunehmender Fixiertemperatur eine entsprechende Abnahme der Farbtiefe auf dem Ausgangsmaterial festzustellen. Ist die Größe des Ausgangs-K/S-Werts für die verschiedenen Filamenttiter und die verschiedenen Mischungszusammensetzungen auch unterschiedlich, so kann man dennoch erkennen, daß durch die Anteile an PBT – die ja für die leichtere Färbbarkeit verantwortlich sind – keine stärkeren Farbstoffverluste verursacht werden als im Vergleich dazu bei einer reinen PET-Faser. Außerdem sind die Farbstoffverluste bei den Mikrofasergarnen insgesamt nicht größer als beim Standardgarn. Die Betrachtung der Ergebnisse für die beiden Begleitmaterialien zeigt, daß nur im Falle der dargestellten, höchsten Fixiertemperatur deutliche Farbstoffmengen übergehen, wobei keine Unterschiede zwischen den beiden verschiedenen Begleitproben zu erkennen sind. Das heißt ein reines PET-Begleitgewebe und das jeweils entsprechende, ungefärbte Begleitgestrick nehmen vergleichbare Farbstoffmengen auf.

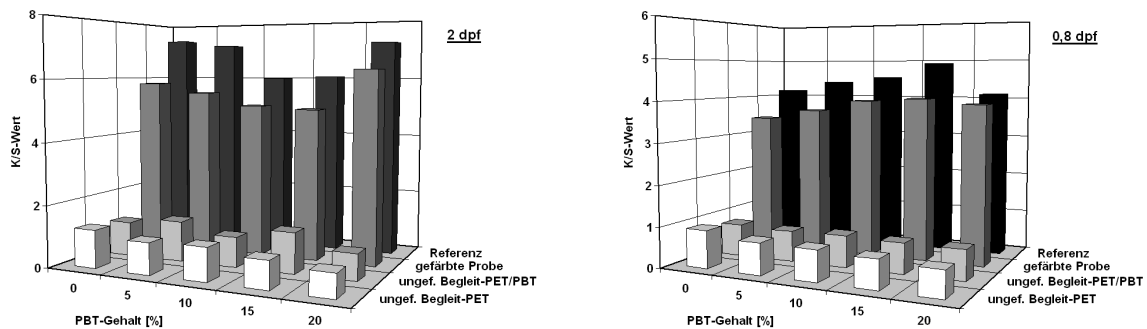


Abb. 8: Trockenhitze-fixierbarkeit nach DIN bei 210°C für HT-Färbungen mit Disperse Red 60

4 Zusammenfassung

Aus PET konnten unter Zusatz von PBT und unter industrienahen Bedingungen POY-Garne mit Standard- und Mikrofasertitern hergestellt werden. Die dabei möglichen Spinnengeschwindigkeiten lagen im Bereich von 2800-4500 m/min. Die hergestellten Garne zeigen mit steigender Spinnengeschwindigkeit erwartungsgemäß eine Festigkeitszu- und eine Dehnungsabnahme. Bei niedrigen PBT-Zusätzen und POY-Geschwindigkeiten sind die Festigkeiten Mischfasern aber mit reinen PET-Fasern vergleichbar. Generell geht die Farbstoffaufnahme mit steigender Spinnengeschwindigkeit etwas zurück, wird aber bereits durch niedrige PBT-Zusätze mehr als ausgeglichen. Hinsichtlich des Echtheitsverhaltens konnte schließlich an diesen Färbungen gezeigt werden, daß die gute Färbbarkeit der PBT-haltigen Garne nicht zu einer Verschlechterung der Wasch-, Trockenhitze-fixier- oder Reibecktheit führt.

Danksagung

Wir danken dem Forschungskuratorium Textil für die finanzielle Förderung dieses Forschungsvorhabens (AIF-Nr. 12463), die aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) über einen Zuschuß der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AIF) "Otto von Guericke" erfolgte.

Literatur

- [1] N.N.; Chemiefasern/ Textilindustrie 40/92 (1990), S. 832
- [2] M. Laufer, Textilveredlung 28 (1993), S. 96-101
- [3] Heidenreich, H. Ninow, Melliand Textilberichte 72 (1991), S. 971-977
- [4] B. Bönigk, Vortrag 28. Int. Chemiefasertagung in Dornbirn 1989
- [5] H. Herlinger, R. Gutmann, K. Jiang, Chemiefasern/Textilindustrie 2/1987, S. 144-150
- [6] R. Gutmann, H. Herlinger, J. Appl. Polym. Sci.: Appl. Polym. Symp. 47 (1991), S. 199-221
- [7] D. Fiebig, S. Frick, R. Gutmann, Textilveredlung 7/8 1998, S. 20-23
- [8] F. Jakob, Chemiefasern/Textilindustrie 1972, 388-396
- [9] S. Mishra Veena, I.K. Varma, D.S. Varma, Angew. Makromol Chemie 82 (1979), S. 63-78
- [10] S. Müller, Melliand Textilberichte 10/1981 S. 795-800
- [11] Y. Yu, K.J. Choi, Polymer Engineering and Science 37 (1997), S. 91-95
- [12] D. Wiegner, Chemiefasern/Textilindustrie 41/93(1991), S. 148-152
- [13] D. Wiegner, Melliand Textilberichte 73 (1992), S. 743-745
- [14] W. Griesser, H. Tiefenbacher, Textilveredlung 28 (1993), S. 88-96
- [15] H.A. Bardole, AATCC Int. Conference Book of Papers 1994, S. 48-57
- [16] J.-C. Dupeuble, Chemiefasern/Textilindustrie 40/92 (1990) S. 986-989
- [17] E. Bohrer, Vortrag Sympotex 1992
- [18] H.U. van der Eltz, Textilveredlung 25 (1990), S. 243-246
- [19] T. Nakamura, S. Ohwaki, T. Shibusawa, Textile Research Journal 65 (1995), S. 113-118