

Rheologische Modifizierung von PET-Schmelzen zur Herstellung von Garnen mit Supermikrofilamenttiten (AIF 16368 N)

Autoren Dr. Rainer Gutmann

Erschienen 06.08.2012

Zusammenfassung

Ausgangssituation

Zwischen den kommerziell erfolgreichen Mikrofasertitern, die mittels konventioneller Schmelzspinnentechnologie hergestellt werden, und den in jüngster Zeit herstellbaren Nanofasertitern, liegt ein Filamenttiterbereich von 0,1 - 0,5 dpf (dtex pro Filament), für den häufig der Begriff: Supermikrofaser (SMF) verwendet wird. Der dementsprechende Bereich für den zugehörigen Filamentdurchmesser liegt dabei je nach Dichte des eingesetzten Polymers etwa zwischen 1 μm und 10 μm . Die produktionsmäßige Erschließung dieses Titerbereichs ist bisher noch nicht in zufriedenstellender Weise gelungen, da dem entweder technische Schwierigkeiten oder wirtschaftliche Gründe entgegenstehen. So wird beim klassischen Schmelzspinnen mit kleiner werdendem Filamenttiter die Spinnbarkeit immer kritischer, d.h. die Filamentbruchrate nimmt zu und die Garnqualität entsprechend ab. Andererseits ist bei der Herstellung sortenreiner, superfeiner Filamente, die beispielsweise über ein Bikomponentenverfahren erfolgen kann, die Produktivität so gering, dass bisher nur für Produkte für Spezialanwendungen hergestellt werden. Der Forderung des Marktes nach neuen qualitativ hochwertigen Supermikrofasern sollte hier als Zielsetzung dieser Arbeit mittels Anwendung einer existierenden oder eventuell leicht zu modifizierenden Schmelzspinnentechnologie entsprochen werden.

Im Speziellen sollte durch Modifizierung der chemisch-physikalischen Eigenschaften der Polymerschmelze bzw. der chemisch-physikalischen Bedingungen bei der Fadenbildung eine entsprechende Anpassung erfolgen.

Nach dem gegenwärtigen Stand der Technik werden Polyesterendlosgarne, die eine Einzel-filamentfeinheit im Sub-mikro-Bereich besitzen, heute im Wesentlichen nach der Bikomponententechnologie mit anschließender mechanischer Trennung (Spleißen, Splitten) der Komponenten oder durch Auflösen der Matrixkomponente und Freilegung der Submikrofilamente mit Hilfe eines selektiven Lösungsmittels erzeugt [5-13]. Theoretische Überlegungen zur Beeinflussung der Fasereigenschaften durch die Spinnparameter haben schon früh zur Abschätzung von Spinnbarkeitsgrenzen für einen minimalen, erreichbaren Filamenttiter geführt [19]. Wie dabei gezeigt wurde, ist die Spinnbarkeit des jeweils kleinsten erreichbaren Filamenttiters für eine bestimmte Wickelgeschwindigkeit im Wesentlichen abhängig vom Durchsatz pro Düsenbohrung, der Schmelztemperatur, der Schmelzeviskosität, dem Spinnverzug sowie von anderen Spinnparametern wie z.B. den Abkühlbedingungen unterhalb der Spinndüse. Ein entscheidender Vorteil gegenüber dem Bikomponentenspinnen mit anschließendem Splitten ist jedoch, dass auf diese Weise sortenreine Supermikrofilamentgarne ohne die Verwendung von Lösungsmitteln produziert werden können. Unabhängig von den genannten theoretischen Überlegungen wurde in den letzten 15-20 Jahren durch technische/prozesstechnische Veränderungen an den Düsen und an den Düsenpackungen oder an den Abkühlbedingungen der Filamente nach Austritt aus der Düse eine Reduzierung der Filamenttiter z.T. bis auf 0,4 dpf erreicht [20-30].

In einer Reihe von eigenen Spinnversuchen mit kommerziellen Additiven konnten schon bei ganz geringen Zusätzen zu technischem PET, d.h. in Konzentrationen von 0,1 % und darunter, dramatische Effekte in Bezug auf die Verarbeitbarkeit der Schmelze beobachtet werden. Die beschriebenen Produkte, basieren auf Calciumseifen in Mischung mit gesättigten Fettsäureamiden, auf aliphatischen Fettsäureestern oder auf Fettsäure-Wachs-Mischungen. In unseren Versuchen sanken bei Zusatz der Hilfsmittel in den genannten Konzentrationen das Drehmoment der Extruderschnecke bzw. der Düsendruck z.T. auf die Hälfte des Wertes, der bei der Verarbeitung ohne das Additiv gemessen wurde. Zunächst wurden die ausgewählten Fließverbesserer (s. Rahmen unten) in ein technisches Polyestergranulat eingearbeitet und diese im praktischen Spinnversuch miteinander verglichen, um dabei das am besten geeignete Additiv zu ermitteln. Dessen Potential wurde dann durch Variation der Prozessparameter im Hinblick auf die Herstellung von Standard-Filamenttitern sowie von Mikro- und Submikrofasertitern ausgelotet.

Produkt	Beschreibung
PET F010	Technischer Polyester: I.V. = 0,89 dl/g
Struktol WB 222	Ester gesättigter Fettsäuren
Struktol WB 16	Gemisch aus Seifen gesättigter Fettsäuren
Struktol HT 290	Mischung aus Fettsäurederivaten und Wachsen

Vergleichende Untersuchung der Wirksamkeit kommerzieller Fließverbesserer

Um den Einfluss der drei Fließverbesserer in Bezug auf die Verarbeitbarkeit einer PET-Schmelze auch im Vergleich untereinander zu testen, wurde deren Einfluss auf die Spinnbarkeit, die Eigenschaften der hergestellten Garne und die Strukturbildung im Garn untersucht. Kriterien dafür sind neben einer möglichst langen fadenbruchfreien Laufzeit des Garns die Flusenzahl oder Zahl der Filamentbrüche, die Festigkeits- und Dehnungswerte sowie die Orientierung der Kettenmoleküle in Richtung der Faserachse (Schallmodul, Doppelbrechung). Betrachtet man bei einem Zusatz von 0,05 % zunächst den Einfluss der Additive auf das Verarbeitungsverhalten der Schmelze, so sind dabei im Vergleich zum nicht additivierten Polyester deutliche Veränderungen in der Größe des von der Schnecke aufzubringenden Drehmoments und in der Größe des bei gleichem Extruderdurchsatz resultierenden Düsendrucks zu beobachten. Die Abhängigkeit dieser beiden Variablen von der Art des Additivs und der Verarbeitungstemperatur ist in Abbildung 1 wiedergegeben.

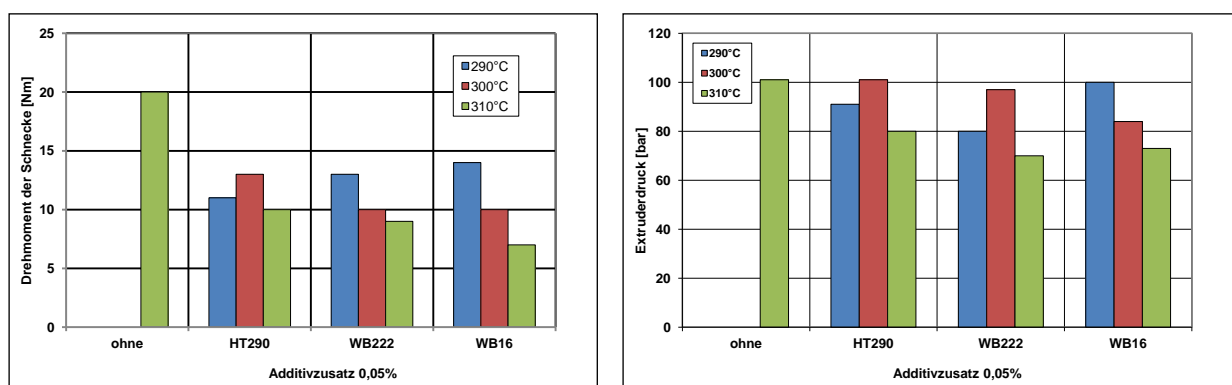


Abb. 1: Drehmoment und Extruderdruck bei Zusatz der verschiedenen Fließverbesserer in einer Konzentration von 0,05 % bei drei Verarbeitungstemperaturen

Dabei ist insbesondere am Drehmoment der Extruderschnecke die Wirkung der Fließverbesserer zu erkennen. Im Mittel geht dieses auf mehr als die Hälfte des Wertes für den reinen Polyester zurück, wobei eine klare Abstufung vom HT290 über das WB222 hin zum niedrigsten Wert beim WB16 vorliegt. Etwas weniger ausgeprägt ist der Unterschied bei Betrachtung des Extruderdrucks, wobei wiederum der Effekt für das WB16 am größten ist.

Bei der Garnherstellung wurden als wesentliche Parameter die Schmelztemperatur sowie die Abzugsgeschwindigkeit variiert und untersucht. Dadurch, dass bei allen Versuchen der Polymerdurchsatz durch den Extruder konstant gehalten wurde, ergaben sich in Abhängigkeit von der am Wickler gefahrenen Geschwindigkeit, verschiedene Spinntiter. Diese lagen jeweils bei 90 dtex, 130 dtex und 260 dtex. Durch den Einsatz einer 48-Loch Düse resultieren daraus Filamenttiter von 1,9 dtex, 2,8 dtex bzw. 5,5 dtex.

Das erste Ziel der Ausspinnung war es, eine Aussage zur Spinnbarkeit unter dem Einfluss der verschiedenen Zusätze zu erhalten. Dies konnte dadurch erreicht werden, dass fadenbruchfreie Solllaufzeit von einer halben Stunde vorgegeben wurde. Konnte diese in mehreren Versuchen nicht erreicht werden, wurde der Versuch als nicht erfolgreich gewertet, d. h. die Spinnbarkeitsgrenze war erreicht. Bereits mit dieser qualitativen Beurteilung wird deutlich, dass sich die beiden Extrusionsdaten (Drehmoment, Druck) beobachtete Abstufung in der Wirkung der Fließverbesserer in der Spinn- bzw. Wickelbarkeit der Garne widerspiegelt. Können im niederen und mittleren getesteten Spinnbereich noch alle addivierten Systeme als Garne gewickelt werden, so tritt bei höherer Wickelgeschwindigkeit eine klare Differenzierung auf. In Abhängigkeit von der Schmelztemperatur führen bei 310 °C noch alle Additive zu einem Garn, bei 300 °C gilt dies dann nur noch für das WB222 und das WB16 und bei 290 °C kann nur noch mit dem WB16-Zusatz ein Garn gewickelt werden. Parallel zu dieser Abstufung der Additive untereinander besitzen alle drei im Vergleich zum reinen PET eine ungleich bessere Spinnbarkeit, denn letzterer war nur bei 310°C und mit niedriger Spinnungsgeschwindigkeit wickelbar.

System \ Variablen	400m/min			800m/min			1200m/min		
	310°C	300°C	290°C	310°C	300°C	290°C	310°C	300°C	290°C
PET	X								
PET + 0,05% HT290	X	X	X	X	X	X	X		
PET + 0,05% WB222	X	X	X	X	X	X	X	X	
PET + 0,05% WB16	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Allein hieraus wird bereits der Vorteil von Fließverbesserern als Prozesshilfsmittel deutlich. Denn sie führen nicht nur dazu, dass weniger elektrische Energie für die Heizung des Extruders benötigt wird sondern auch dazu, dass schneller produziert werden kann ohne dass die Spinnbarkeit auf der Strecke bleibt. Beides sind Kriterien, die für eine wirtschaftliche Produktion nicht nur bei technischen Garnen von großer Bedeutung sind. Die dabei ermittelten mechanischen Daten machen zwei Effekte deutlich. Zum einen zeigt sich wie erwartet eine Abnahme der Reißdehnungswerte mit ansteigender Spinnengeschwindigkeit und zum anderen nimmt umgekehrt die Reißdehnung mit fallender Temperatur der Schmelze ab. Beide Parameter besitzen dabei in etwa die gleiche Wertigkeit. Dies zeigt sich daran, dass bei der niedrigsten Schmelztemperatur bzw. bei der größten Spinnengeschwindigkeit – bei wechselseitig konstant gehaltenem zweitem Parameter – auch in etwa gleiche Dehnungswerte realisiert werden. Ebenfalls klar zu erkennen ist die Wirkung der verschiedenen Fließverbesserer, von denen wiederum das Additiv WB 16, als wirksamster Fließverbesserer, zu einer vergleichsweise stärkeren Ausrichtung der Polymerketten in Faserachsrichtung führt als dies bei den beiden anderen Additiven der Fall ist. Die beiden letzteren besitzen bei gleichen Spinnbedingungen wie die Referenz – das reine PET-Garn – vergleichbare oder etwas höhere Dehnungswerte. Dies kann dahingehend interpretiert werden, dass in der Zeit, in der unterhalb der Spinndüse bis zur Faserverfestigung die Struktur- bildung stattfindet, die Fließverbesserer durch ihre viskositätserniedrigende Wirkung eine leichtere Beweglichkeit der Polymerketten erlauben und dadurch eine bessere Orientierbarkeit zulassen. In Abbildung 2 sind außerdem die Reißfestigkeiten wiedergegeben. Hierbei zeigt sich ebenfalls ein klarer Einfluss der Spinnengeschwindigkeit auf die erreichten Festigkeiten. Wie allgemein bekannt, ist der Einfluss der Spinnengeschwindigkeit auf Faserfestigkeit und Faserdehnung gegenläufig, höhere Festigkeiten sind mit niedrigeren Dehnungen korreliert und umgekehrt. Dies ist auch den Ergebnissen der hier dargestellten Garne zu erkennen. Die naheliegende Vermutung, dass eine ähnliche Abhängigkeit auch für den Einfluss der Spinntemperatur zu finden ist, wird durch die Messungen aber nicht ganz bestätigt. Einerseits sind die Festigkeiten der additivierten Garne vergleichbar mit der der Referenz, andererseits findet man bei allen drei Additiven für die mittlere Verarbeitungstemperatur zumindest bei den höheren Spinn- geschwindigkeiten stets die vergleichsweise höheren Werte. Bei niedriger Spinn- geschwindigkeit und höchster Schmelztemperatur ist daher immer der vergleichsweise geringste Festigkeitswert zu beobachten. Ein entscheidender Einfluss, der von der Art des Additivs ausgeht, ist bei den wenig orientierten Garnen nicht zu erkennen.

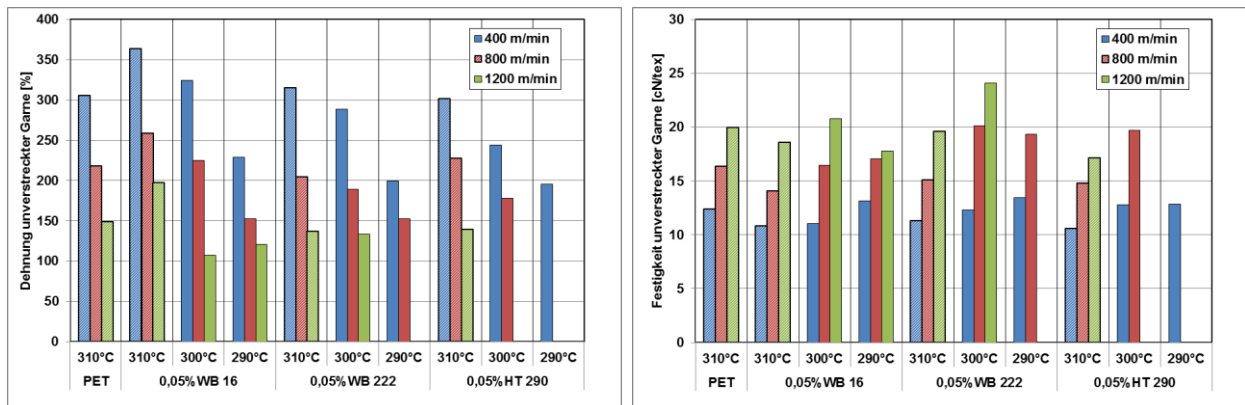


Abb. 2: Reißdehnung und Reißfestigkeit für drei Wickelgeschwindigkeiten und Schmelztemperaturen bei je 0,05 % Zusatz von verschiedenen Fließverbesserern

Betrachtung struktureller Größen

Eine einfache Methode, die im Rahmen dieser Untersuchung eingesetzt wurde, um Einblick in die Struktur einer Faser zu erhalten, ist die der Bestimmung der Schallausbreitungsgeschwindigkeit in Faserachsrichtung. Die Messung erfolgt mit dem Dynamic Modulus Tester PPM – 5R von H.M. Morgan Co. Dabei werden Ultraschallimpulse von 5 kHz durch ein Fadestück mit definierter Länge geleitet und es wird die Laufzeit dieses Signals gemessen. Aus dem Verhältnis von durchlaufener Fadenlänge und dazu benötigter Zeit berechnet sich die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Schallsignals in der Faser. Grundsätzlich ist die Laufzeit des Schallsignals neben der Art des Polymers von dessen Orientierung abhängig, d. h. von der Ausrichtung der Polymerketten in Faserachsrichtung. Neben der gemessenen Schallgeschwindigkeit (c) im Garn und dem daraus abgeleiteten Schallmodul, kann auch direkt der mittlere Orientierungswinkel θ berechnet werden, wenn für die Schallgeschwindigkeit in einer unorientierten PET-Probe der Literaturwert [53] von $c_u = 1,4 \text{ km/sec}$ eingesetzt wird. Je kleiner dieser Winkel wird – z. B. bei zunehmender Spinnengeschwindigkeit –, desto größer ist die mittlere Ausrichtung der Polymerketten in Faserachsrichtung. In der folgenden Abbildung 3 sind die durch die jeweilige Faserstruktur geprägten Veränderungen in den Garnen für den Schallmodul und den mittleren Orientierungswinkel dargestellt. Haupteinflussgröße ist dabei wie erwartet die Spinnengeschwindigkeit. Die unabhängig von der Verarbeitungstemperatur oder der Art des Zusatzes bei einer Erhöhung stets auch zu einer Zunahme des Schallmoduls führt. Da ein höherer Schallmodul bei steigender Spinnengeschwindigkeit aus einer stärkeren Ausrichtung der Polymerketten in Richtung der Faserachse resultiert, muss umgekehrt der Winkel, gebildet aus der mittleren Kettenorientierung und der Faserachse, in entsprechender Weise kleiner werden.

Dies ist auch in der Abbildung zu sehen. Die größte Änderung des Orientierungswinkels, die rund 10 ° beträgt, tritt dabei bei der niedrigsten Schmelzetemperatur von 290 °C auf und dort beim Übergang von der niedrigsten zu höchsten Spinnengeschwindigkeit. Bei den höheren Verarbeitungstemperaturen ist diese Differenzierung durch die Spinnengeschwindigkeit weniger stark ausgeprägt aber noch stets zu erkennen.

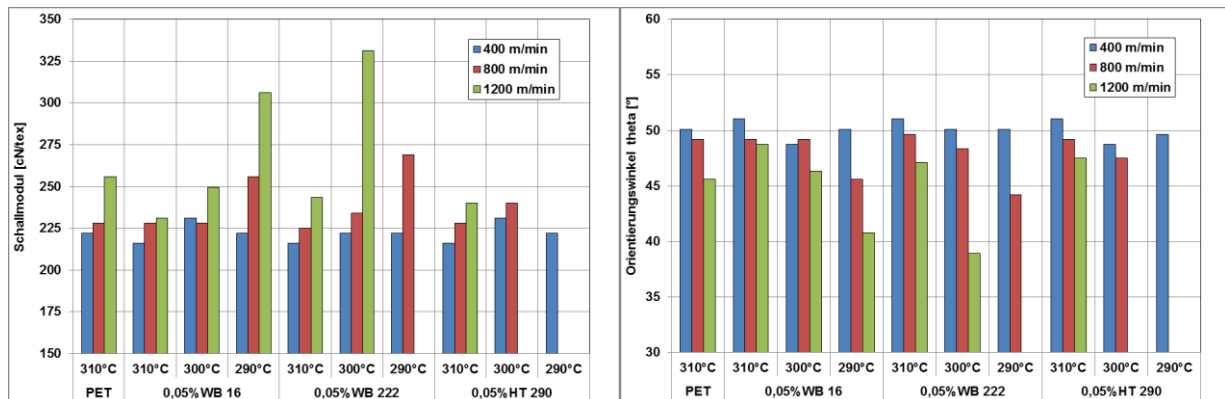


Abb. 3: Schallmodul und Orientierungswinkel für drei Wickelgeschwindigkeiten und Schmelzetemperaturen bei je 0,05% Zusatz von verschiedenen Fließverbesserern

Einfluss der Konzentration des eingesetzten Fließverbesserers

Aus den im vorangegangenen Abschnitt dargestellten Ergebnissen zeigte es sich, dass durch den Zusatz des Additivs WB16 insgesamt die größten Effekte hinsichtlich Verarbeitbarkeit sowie mechanischer und struktureller Eigenschaften erreicht werden können. Daher wurde an diesem System die Untersuchung des Einflusses vorgenommen, den die Konzentration auf die genannten Eigenschaften ausübt. Der betrachtete Konzentrationsbereich beschreibt dabei den Zusatz von 0,01% bis 0,1% WB16. Hierbei wird wiederum der schon vorher untersuchte Temperatur- und Geschwindigkeitsbereich betrachtet. Hinsichtlich der Spinnbarkeit ergeben sich dabei bereits einige Unterschiede, die sich besonders bei der hohen Dosierung und dort bei hohen Temperaturen und niedrigen Filamenttitern zeigen. Hier ist die viskositätsreduzierende Wirkung des Additivs so ausgeprägt, dass bei den höheren Wickelgeschwindigkeiten Schmelzebruch auftritt, d.h. die Kohäsion der Schmelze bis zum Erreichen des Verfestigungspunktes unter der Düse ist für eine Fadenbildung nicht mehr ausreichend. Werden höhere Filamenttiter ausgesponnen, so ist dieses Problem beseitigt und die Spinnbarkeit bei Verarbeitung des hohen Additivzusatzes unter hohen Temperaturen und Spinnengeschwindigkeiten ist wieder gegeben.

Das beobachtete Verarbeitungsverhalten wird dabei sehr gut durch die an den Schmelzen bei 290 °C ermittelten Fließkurven beschrieben, die in der Abbildung 4 wiedergegeben sind, ebenso wie durch die Reduzierung des Düsendrucks, der in den praktischen Spinnversuchen gemessen wurde.

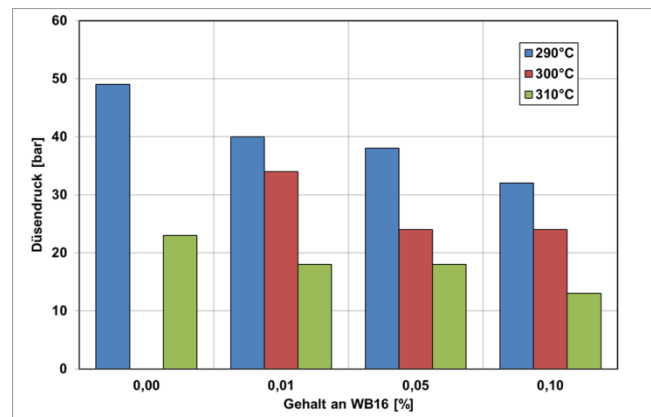
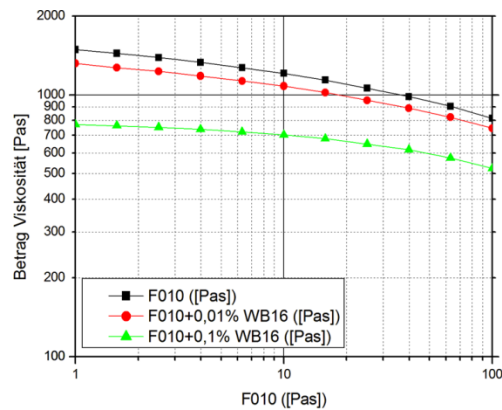


Abb. 4: Einfluss der Additivkonzentration auf die rheologisch ermittelten Fließkurven bei 290 °C sowie gemessene Düsendrücke in Abhängigkeit von der Schmelztemperatur

Herstellung von Garnen mit superfeinen Filamenttitern

Um sehr feine Filamenttiter zu erreichen, die möglichst unter 0,3 dtex pro Filament liegen, wurde ein Standard-PET (RT20) mit einer Viskosität von I.V. = 0,63 dl/g eingesetzt. Diesem wurden das WB16 zugesetzt, welches als das am besten wirksame Additiv getestet worden war. Die Anwendungskonzentrationen betragen 0,05% und 0,1%. Die mit dem niederen Spinn-titer verbundenen, zu geringen Polymerdurchsätzen im Extruder machen bei der Garnherstellung zwei Änderungen gegenüber den ersten Versuchen notwendig. Zum einen müssen die höheren Spinn-geschwindigkeiten bei höherem Durchsatz gefahren werden, was der Vorgabe, möglichst feine Filamenttiter zu erreichen, entgegenwirkt. Dies wurde aber dadurch mehr als kompensiert, dass mit höheren Lochzahlen (64 Loch bzw. 96 Loch) pro Düse gearbeitet wurde, wodurch bei erhöhtem Durchsatz dennoch feinere Filamenttiter ausgesponnen werden. Zum anderen wurden Düsen mit kleineren Bohrungsdurchmessern von 200 µm und weniger verwendet. Dadurch steigt die Strömungsgeschwindigkeit in der Bohrung und damit die Orientierung im Filament. Als Folge davon wird der Spinnverzug geringer und damit die Spinnbarkeit besser.

Unter diesen Bedingungen wird bei gleichem Polymerdurchsatz und ansonsten gleichen Spinnbedingungen ein deutlich niedrigerer Filamenttiter erreichbar, der bereits nahe bei 0,3 dtex pro Filament liegt. Der Versuch mit höheren Durchsätzen und höheren Wickelgeschwindigkeiten noch feinere Titer zu erhalten, sollte dann dadurch realisiert werden, dass die Geschwindigkeiten von 2300 m/min bis 3000 m/min beim doppelten Durchsatz gefahren wurden. Unter diesen Bedingungen wurden zwar dünnere Filamente aber auch mit geringerer Dehnung hergestellt, so dass nach dem Verstreckprozess nur Filamenttiter von 0,6 dtex bis 0,7 dtex erreicht werden. Erst nach Halbierung des Durchsatzes und Erhöhung des WB16-Gehalts auf 0,1 % konnten bei 3000 m/min wieder Garne mit ausreichend niedrigem Titer hergestellt werden, womit dann nach der Verstreckung wieder Filamenttiter von ca. 0,3 dtex realisierbar werden. Deren Festigkeiten sind hoch (Tabelle 1), ebenso wie die Doppelbrechung (delta n).

Tab. 1: Doppelbrechung und mechanische Garndaten der hergestellten Garne

unverstreckte Garne								
Versuchs Nr.	WB16 %	Düse	Temp. °C	Geschw. m/min	Dehng. %	Spinntiter dtex/fil	Festigk. cN/tex	delta n
672	--	64/200	285	2300	77	1,00	15,1	0,0513
673	--	64/200	285	2700	86	0,81	31,4	0,0639
674	0,05	64/200	280	2700	76	0,77	27,2	0,0624
675	0,05	64/200	275	3000	71	0,81	30,0	0,0741
681	0,1	64/200	290	3000	50	0,38	29,7	0,0891
verstreckte Garne								
Versuchs Nr.	WB16 %	Düse	Temp. °C	Geschw. m/min	Dehng. %	Strecktiter dtex/fil	Festigk. cN/tex	delta n
672	--	64/200	285	2300	27	0,7	36,1	0,1168
673	--	64/200	285	2700	30	0,67	33,5	0,111
674	0,05	64/200	280	2700	23	0,67	34,8	0,1257
675	0,05	64/200	275	3000	8	0,61	37	0,1229
681	0,1	64/200	290	3000	8	0,3	36,4	0,1373

Nachdem bereits beim Wechsel von der 48-Loch Düse zur 64-Loch Düse eine beachtliche Reduzierung im Filamenttiter zu erreichen war, wurde nochmals die Düsenlochzahl erhöht und zwar durch Verwendung von Düsen mit 96 Bohrungen. Bei Durchsätzen, wie sie bereits mit der 48-Loch Düse gefahren wurden, wurde die Spinnengeschwindigkeit auf 1800 m/min bis 2000 m/min zurückgenommen und es wurden Garne mit 0,05% und 0,1% WB16-Zusatz hergestellt; als Referenz dient das reine PET-Garn.

In der Darstellung der erreichten Dehnung im unverstreckten Garn und des erzielbaren Filamenttiters im verstreckten Garn fällt auf (Abbildung 5), dass der höhere Additivgehalt von 0,1 % WB16 höhere Dehnungen im gesponnenen Garn zulässt. Bei einem vergleichbaren Spinntiter liegt somit der Titer der verstreckten Einzelfilamente unter dem der Garne mit 0,05 % Zusatz an WB16. Dabei wird dann auch der Wert von 0,3 dtex unterschritten und somit die in der Zielsetzung gemachte und angestrebte Vorgabe erreicht. Deutlich unter 0,3 dtex Einzelfilamenttiter liegen die Werte dann, wenn die Spinnengeschwindigkeit nochmals leicht auf 1800 m/min zurückgenommen wird und eine Düse mit 180 µm Bohrung verwendet wird (Abbildung 5). D.h. hier wird das Ziel auch bei einem WB16-Zusatz von nur 0,05% erreicht.

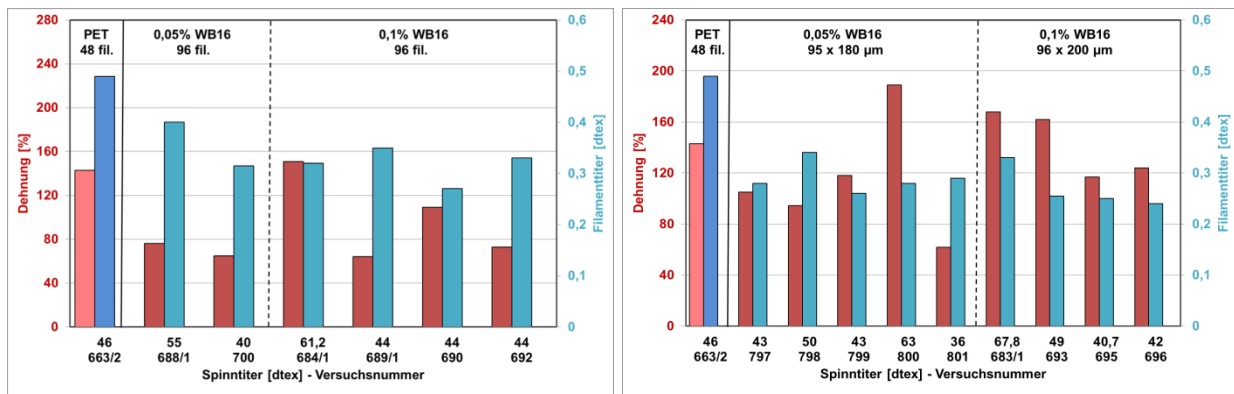


Abb. 5: Erreichbare Filamenttiter in Abhängigkeit vom hergestellten Spinn Garn mit 96 Filamenten bei 0.05% und 0,1% WB16-Zusatz und unterschiedlicher Düsengeometrie

Zusammenfassung

Bei der Bearbeitung des Themas wurde zuerst aus einer Reihe kommerzieller Additive zur Fließverbesserung von PET-Schmelzen die wirksamste Substanz selektiert. Dies geschah dadurch, dass in vergleichenden Versuchen die Wirkung dieser Verbindungen auf die Verarbeitbarkeit der Schmelze im Extruder sowie auf die Spinnbarkeit und die Faden- und Struktur- bildung unter zunehmend schwierigeren Randbedingungen beurteilt wurde. Als Mittel der Wahl, um die Randbedingungen zu verschärfen und damit die Spinnbarkeit der additivierten Systeme zu bewerten, wurden die Schmelztemperatur und die Wickelgeschwindigkeit verändert. Die Qualität der so hergestellten Garne wurde dann an ihren mechanischen Eigenschaften und an den Strukturen beurteilt, die diesen Eigenschaften zugrunde liegen.

Zur Erfassung der strukturellen Unterschiede, die durch den Einsatz der Additive in Kombination mit den Extrusionsbedingungen erzeugt wurden, dienten insbesondere Messungen des Schallmoduls. Aus der Gesamtheit der so erhaltenen Ergebnisse ergab sich eindeutig eine Präferenz für das WB16 Additiv, welches daher im zweiten großen Abschnitt des Vorhabens ausschließlich weiter eingesetzt und untersucht wurde. Dazu wurde nun neben der Variation der Spinn temperatur und der Wickelgeschwindigkeit auch der Einfluss der Konzentration an WB16 auf die Spinnbarkeit, die Eigenschaften und die Strukturen der Filamente untersucht. Die Variation für die Konzentration erfolgte hier mit 0,01 % und 0,1 %.

Schließlich wurden Untersuchungen in Richtung einer Reduzierung des Filamenttiters durchgeführt. Dazu wurden Düsen mit größerer Lochzahl (bis zu 96 Loch) und auch mit engerem Düsenbohrungsdurchmesser (bis zu 120 μm) eingesetzt. Durch Verwendung von Düsen mit erhöhter Lochzahl sinkt bei gleichbleibendem Gesamtdurchsatz der Filamenttiter, andererseits erhöht sich aber der Spinnverzug, was der Spinnbarkeit Grenzen setzt. Eine engere Bohrung wirkt dem entgegen, indem die Strömungsgeschwindigkeit in der Bohrung erhöht und dadurch der Spinnverzug geringer wird. Außerdem führt die höhere Strömungsgeschwindigkeit zu einer höheren Orientierung im Garn. Dies ist daran zu erkennen, dass die Doppelbrechungswerte, die die Ausrichtung der Polymerketten in Achsrichtung widerspiegeln, zunehmen, und in der Folge davon auch zu höheren, gemessenen Festigkeitswerten führen. Unter diesen in den Versuchen optimierten Randbedingungen ist gelungen Garne mit Filamenttitern unter 0,3 dtex herzustellen, womit neben der Verbesserung der Fließfähigkeit die zweite wesentliche Zielsetzung des Vorhabens erreicht wurde.

Literatur

- [1] T. Akita, T. Ishikawa, H. Sakakura (Mitsubishi Rayon Co.); JP 06272165: "Manufacture of ultrafine-denier polyester fibers"
- [2] K. Ozaki et al. (Teijin Ltd.); DE 27 24 164: "Wildlederähnlicher aufgerauhter Webstoff"
- [3] K. Ozaki et al. (Teijin Ltd.); DE 28 35 293: "Verfahren zur Herstellung lederartiger flächiger Materialien"
- [4] G. Clarke (Sweports Ltd.); EP 1 185 417 (DE 600 15 590): "Antimikrobielles Tuch aus Ultra-Mikrofasern"
- [5] E. Löcher, K. Klein, N. Goffing, A. Emirze (Carl Freudenberg KG); DE 10 2007 034 687: "Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung spleißfähiger Fasern und deren Verwendung"

Seite 11 von 14

- [6] J. Zo-Chun (Nan Ya Plastics Corp.); EP 1 243 675: "Microfiber and ist manufacturing method"
- [7] M. Okamoto, S. Mizuguchi, K. Watanabe S. Otsu, (Toray Industries, Inc.); DE 2 023 214: "Verfahren zur Herstellung eines extrafeinen Fadenbündels aus synthetischen Polymeren"
- [8] J. Baravian, R. Groten, G. Riboulet (Carl Freudenberg KG); EP 0 814 188 (DE 697 25 051): "Vliesstoff aus sehr feinen Endlosfilamenten"
- [9] A. Sasse, D. Pike (Kimberly-Clark Worldwide, Inc.); EP 0 910 687 (DE 679 17 275): "Verfahren zur Herstellung von feinen Fasern und damit hergestellte Textilien"
- [10] W. Dietrich, G. Reichelt, H. Renkert: "Untersuchungen zum PES-Schmelzspinnprozeß bei Abzugsgeschwindigkeiten von 5000-10000 m/min"; Chemiefasern/Textilindustrie 1982, S. 613
- [11] K. Yamashita, T. Imamura, M. Onishi (Nippon Ester Co., Ltd.); JP 10226920: "Melt spinning ultrafine polyester multifilaments through spinnerets with multiple holes at high speeds with reduced filamant-to-filament migration"
- [12] J. Sato, M. Hashimoto, H. Fushimi (Toray Industries, Inc.); JP 2007084977: "Manufacture of ultrafine polyester fibers with good productivity, by melt spinning copolyesters containing 5-sodiosulfoisophthalic acid units through unique spinneret having regulated hole arrangement and apparatus therefor"
- [13] T. Ida, H. Yamamoto, S. Okuya (Toray Industries, Inc.); JP 2007224476: "Apparatus for melt spinning ultrafine polyamide multifilaments at high speed, comprising an apparatus provided with a suctioning device for suctioning the accompanying air flow generated during the yarn running step and manufacture of polyamide multifilaments using the apparatus therefrom"
- [14] S. Okuya, T. Ida, K. Utsunomiya (Toray Industries, Inc.); JP 2007126759: "Melt Spinning ultrafine polyamide fibers with good spinnability, by melt spinning polyamides through a spinneret having holes arranged in a ring-shaped form and cooling, lubricating and interlacing the fibers"

- [15] K. Kaibuki (Nippon Ester Co., Ltd) ; JP 2008081860: “Melt spinning spinneret pack for spinning ultrafine multifilament yarns with reduced yarn breakage, comprising a rectification plate, a perforated plate and a spinneret and melt spinning ultrafine fibers using the spinneret pack therefrom”
- [16] S. Hira, J. Maeda, M. Fukuhara (Toray Industries, Inc.); JP 04136206: “Spinning packs for ultrafine synthetic fibers”
- [17] H. Osada, M. Nanjo, T. Agaki (Kuraray Co); JP 05272012: “Manufacture of ultrafine-denier polyester fibers dyeable with cationic dyes”
- [18] J. Maeda, S. Nakamura, K. Ueda (Toray Industries, Inc.); JP 07305224: “Manufacture of ultrafine polyester fibers by draw-spinning process with good spinnability”
- [19] N. Yamaguchi, K. Shibagaki (Teijin Ltd.); JP 03000809: “ Ultrafine polyamide fibers with good processability”
- [20] T. Miyazaki, K. Utsunomiya, S. Kiryu (Toray Industries, Inc.); JP 2007247118: “Melt spinning apparatus for melt spinning ultrafine synthetic fibers with improved denier uniformity and manufacture of synthetic fibers using the apparatus therefrom”
- [21] H. Sakakura, H. Kuroda, Y. Kawashima (Mitsubishi Rayon Co); JP 06346320: “Manufacture of ultrafine polyester multifilaments with good dyeing level”
- [22] H.M. Morgan; Textile Research Journal 27 (1962), S. 866

Danksagung

Das IGF-Vorhaben 16368 N der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V., Reinhardtstraße 12-14, 10117 Berlin wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Der Abschlussbericht des Forschungsvorhabens „Rheologische Modifizierung von PET-Schmelzen zur Herstellung von Garnen mit Supermikrofilamenttitern“ (AiF 16368 N) ist am Institut für Textilchemie- und Chemiefasern, Denkendorf erhältlich.

Unser Dank gilt auch dem Fördergeber und den Firmen des Projekt begleitenden Ausschusses, die das Projekt unterstützt haben.

Die finanzielle Förderung erfolgte über das



FORSCHUNGS
KURATORIUM **textil** 

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Ansprechpartner

Dr. Rainer Gutmann (rainer.gutmann@itcf-denkendorf.de)