

# Herstellung von Nanofaservliesen durch Schmelzelektrospinnen

256 ZN

Die Entwicklung neuer Hochleistungsfilter auf Basis nanoskaliger Faserstoffe war Ziel dieses Projektes. Im Vordergrund stand dabei die umweltfreundliche Herstellung von Nanofasern aus isotaktischem Polypropylen (iPP) durch elektrostatisches Spinnen aus der Polymerschmelze. Dazu mussten zunächst Methoden ermittelt werden, mit deren Hilfe die Herstellung nanoskaliger Fasern aus iPP überhaupt gelingt. Außerdem waren technische Lösungen für ein hochskalierbares Schmelzelektrospinnverfahren auf Basis theoretischer und experimenteller Untersuchungen nötig, die durch die beteiligten Institute erarbeitet wurden.

Für die Erzeugung von Nanofasern aus iPP durch Schmelzelektrospinnen muss die Viskosität der Schmelze unter 50 Pas reduziert werden. Diese Maßnahme reicht jedoch allein nicht aus. Gleichzeitig ist eine Störung der Kristallisation im Polymerjet erforderlich, um eine vorzeitige Verfestigung des Polymerjets im Abkühlbereich der Spinnzone zu verhindern. Dies würde zu einer Verstreckung des Fadens im elektrischen Feld führen und damit seiner weiteren Durchmesserreduzierung entgegenwirken.

Neben der Einstellung eines Temperaturgefälles im Spinnraum müssen deshalb die intra- und intermolekularen Wechselwirkungen in der abkühlenden Schmelze gestört werden. Eine Möglichkeit dazu bietet das Compoundieren mit einer höheren Konzentration an Na-Stearat (4 Gew.-%). Es wirkt in dieser Konzentration nicht nur als äußeres Gleitmittel, sondern stört gleichzeitig auch die Kristallitbildung. Da Nukleierungsmittel konsequenterweise diesem Prozess und damit dem Ausspinnen von Nanofasern entgegenwirken, muss dies bei der Auswahl der Polymere mit berücksichtigt werden.

Röntgenbeugungsuntersuchungen zeigten, dass die aus iPP mittels Elektrospinnen hergestellten Fasern sich aus der kristallinen  $\alpha$ -Phase und smektischen Phase aufbauen. Durch Tempern lässt sich der kristalline Anteil signifikant erhöhen, wobei die Kristallisation der smektischen Phase in einem Temperaturbereich zwischen 90 und 145 °C erfolgt. Dabei werden, die durch wechselnde Spinnbedingungen entstandenen, unterschiedlichen Ausgangskristallite des Fasermaterials angeglichen.

Die Auslegung des entwickelten Spinnpaketes erfolgte mit Hilfe der Strömungs- und Wärmesimulation. Darauf aufbauend wurden die optimale Schmelzenführung und ein gleichmäßiges Beheizungssystem erarbeitet. Mit Hilfe eines methodischen Konstruktionsprozesses wurden diese Parameter beim Aufbau einer modularen Laborspinnanlage berücksichtigt. Das so konstruierte Spinnpaket mit 64 Düsen für den Anschluss an eine Kolbenspinnanlage erfüllt alle Voraussetzungen.

Mit dieser Anlage konnte gezeigt werden, dass eine stabile Fadenbildung mit einem Mehrdüsensystem grundsätzlich möglich ist. Durch die Bewertung der resultierenden Vliesqualität anhand der mittleren Faserdurchmesser und deren Verteilung, konnten die einflussreichsten Maschinenparameter ermittelt werden. Zusätzlich bestätigte sich bei der Prozessanalyse, dass ein Stearat-Zusatz für die Herstellung nanoskaliger iPP-Fasern notwendig ist.

Bei der Herstellung von Materialverbänden aus Träger- und Nanofaservliesen mit den etablierten Verfestigungsverfahren wurde gezeigt, dass eine zerstörungsfreie Verfestigung sowie die Fixierung von Nanofaservliesen auf konventionellem Wege nicht möglich sind. Ein hochskaliertes Herstellungsverfahren ist durch Vervielfältigung der entwickelten, modularen Spinntechnik möglich. Mehrere Pakete zusammen erhöhen den Durchsatz auf Größen, in denen Extruder eingesetzt werden können. Außerdem wurde auch eine praktikable Lösung für eine kontinuierliche Faserablage mit ortsfestem Kollektor erarbeitet.

Weiterhin wurden Empfehlungen für eine elektrostatisch optimierte Auslegung der hochskalierten Spinnanlage erarbeitet. Die Düsengeometrie wurde mit FE-Experimenten untersucht und die Einflüsse der Düsen aufeinander analysiert. Dabei zeigte sich, dass die Fadenladung keinen Einfluss auf parallele Nachbarfäden hat. Zusätzlich wurden Werkzeuge zur Modellierung des stabilen und instabilen Fadenmodes analysiert und implementiert. Mit dem im Projekt entwickelten Simulations- und Auswertetool ist eine Vorhersage der Fadenablage und des Vliesradius möglich. Dieses Tool ist mit der Programmiersprache Python realisiert worden und daher ohne eine kommerzielle Softwareumgebung nutzbar.

Bearbeitet wurde das Forschungsthema von 04/07 bis 07/09 am **DWI an der RWTH Aachen e.V.**

(Pauwelsstraße 8, 52056 Aachen, Tel.: 0241/80-233-00) unter Leitung von Dr. H. Thomas (Leiter der Forschungsstelle Prof. Dr. M. Möller), an der **RWTH Aachen, Institut für Textiltechnik** (Eilfschornsteinstraße 18, 52062 Aachen, Tel.: 0241/80-95621) unter Leitung von Dipl.-Ing. Chr. Hacker (Leiter der Forschungsstelle Prof. Dr. Th. Gries) und an der **RWTH Aachen, Institut für Elektrische Maschinen** (Schinkelstraße 4, 52056 Aachen, Tel.: 0241/80-97636) unter Leitung von Dr. B. Schmölling (Leiter der Forschungsstelle Prof. Dr. K. Hameyer).

[--> TIB](#)

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

Das IGF-Vorhaben Nr. 256 ZN der Forschungsvereinigung DECHEMA, Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V., Theodor-Heuss-Allee 25, 60486 Frankfurt am Main wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages