

Abstract

Systematische Optimierung der mechanischen und hygroskopischen Eigenschaften von Faserformprodukten

In Anbetracht der Tatsache, dass die weltweit vorhandenen natürlichen Ressourcen nur in beschränktem Umfang verfügbar sind, und dass der Wunsch besteht, die Produktion ständig wachsender Müllberge zu stoppen, sind regenerative Rohstoffe sehr beliebt. Ein überhöhter Energieverbrauch auf der Basis fossiler Energieträger verursacht starke Kohlenstoffemissionen, die die wichtigste Ursache der globalen Erderwärmung sind. Papierfaserstoffe gehören zu den erneuerbaren Rohstoffen, da sie aus Holz gewonnen werden. Das Faserformverfahren wird zur Herstellung dreidimensionaler Produkte auf der Basis von Papierfaserstoffen genutzt, die die Papierindustrie zur Produktion von Papier und Pappe verwendet. Papierfaserstoffe lassen sich in Primär- und Sekundärfaserstoffe unterteilen. Primärfaserstoffe sind Holzschliff und Zellstoff. Holzschliff ist mechanisch zerkleinertes, Zellstoff chemisch aufgeschlossenes Holz. Sekundärfaserstoffe sind Primärfasern, die bereits einen vollständigen Recyclingkreislauf durchlaufen haben. Im Gegensatz zur Papierherstellung, bei der das Blatt auf einem umlaufenden Endlossieb gebildet wird, entsteht das Faserformprodukt auf einem festen, dreidimensionalen Siebkörper. Die Papierfaserstoffe werden zunächst mit Hilfe von Wasser in eine pumpfähige Fasersuspension überführt. Aufgrund einer zwischen der Oberfläche des Siebkörpers und dessen Innenseite erzeugten Druckdifferenz durchströmt die Fasersuspension die Siebporen. Während das Wasser ungehindert passieren kann, legen sich die Fasern an der Sieboberfläche an und bilden einen dreidimensionalen Körper. Im Anschluss an diesen sog. Anformvorgang erfolgt eine Verdichtung und Trocknung des Faservlieses. Faserformprodukte gelten als umweltfreundlich, da sie recyclingfähig und ökologisch unbedenklich kompostier- bzw. verbrennbar sind. Ihre Anwendung beschränkt sich zurzeit fast ausschließlich auf die Verpackungsindustrie, für die bestimmte mechanische Eigenschaften der Produkte von untergeordneter Wichtigkeit sind. Sie dienen dort als Transportsicherungen oder Transportverpackungen, denen der Rohstoff Altpapier zugrunde liegt. Zur Schaffung einer Konkurrenzfähigkeit zwischen Kunststoffen, aus denen bereits technische Funktionsbauteile hergestellt werden, und Faserformprodukten, bedarf es einer Weiterentwicklung des Faserformverfahrens. Aus diesem Grund wurde eine Faserformversuchsanlage entwickelt, an der eine Analyse sowohl einzelner Anlagenkomponenten und Systemparameter durchgeführt als auch untersucht wurde, ob chemische Additive die mechanischen Eigenschaften von Faserformprodukten beeinflussen. Ziele der Untersuchungen waren sowohl ein besseres Verständnis des kompletten Fertigungsprozesses als auch eine bessere Bindung der einzelnen Fasern und demzufolge ein stärkeres Fasernetzwerk. Darüber hinaus sollten Schwachstellen und unwirksame Kennwerte der Fabrikation aufgezeigt werden. Unter Zuhilfenahme der Gesetzmäßigkeiten der statistischen Versuchsplanung war es möglich, mathematische Modelle für unterschiedliche Primär- und Sekundärfaserstoffe zu generieren, die den Zusammenhang zwischen signifikanten Einflussgrößen und der Zugfestigkeit einer Streifenprobe beschreiben, die als Zielgröße im Rahmen der Forschungsarbeit definiert wurde. Um das Faserformverfahren für technische Funktionsbauteile anwenden zu können, reichen die vorhandenen hygroskopischen Eigenschaften der Faserstoffe nicht aus. Aufgrund des hydrophilen Charakters sind unbehandelte Faserformprodukte leicht benetz- und quellbar. Dieser Nachteil lässt sich allerdings durch den Einsatz wässriger Dispersionen nanoskaliger Polymere beheben. Die vorliegende Arbeit stellt folglich eine wertvolle Grundlage zur Optimierung von Papierfaserstoffen dar, um sie für technische Anwendungen einsetzen zu können.