

## Kurzfassung

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde erstmalig die Verarbeitungstechnik zur Entwicklung und Herstellung von Microfibrillaren Composites (MFCs) im Bereich der resorbierbaren Polymeren angewandt. Ziel war die Herstellung eines polymeren MFC-Knochennagel-Implantats aus den zwei biodegradierbaren Werkstoffen Polylaktid und Polyglykolid, um eine Verbesserung der mechanischen Eigenschaften gegenüber den Ausgangswerkstoffen zu erzielen. Die biodegradierbaren MFCs wurden schließlich bzgl. ihres mechanischen Leistungspotentials gegenüber der alternativen Herstellungstechnik „Solid-State-Extrusion“ bewertet.

Die vier verschiedenen Polylaktide, Poly-L-laktid (PLLA), Polylaktid (PLA), Poly-DL-laktid (PLDLA), Poly-LDL-laktid (PLDLLA) und der Werkstoff Polyglykolid (PGA) bildeten vier Werkstoffpaarungen für die MFC-Versuchsreihen. Für die Solid-State-Extrusion standen die vier Polylaktide aus der MFC-Serie sowie mehrere kompatible Polylaktidmischungen zur Verfügung.

Innerhalb der Untersuchungen wurde zuerst das Verfahren der Solid-State-Extrusion optimiert, da es hier auch Überschneidungen in den MFC-Verarbeitungsetappen gab. Um den MFC-Prozess optimieren zu können, wurden theoretische Überlegungen und schematische Modellansätze aufgestellt, die dann durch mikroskopische Beobachtungen bestätigt und verifiziert wurden. Aus der entwickelten Modellvorstellung konnten Lösungsansätze hergeleitet werden, welche die von Fakirov et al. aufgestellten MFC-Bedingungen erweiterten und eine Herstellung von resorbierbaren Microfibrillaren Composites ermöglichten.

Die 3-Punkt-Biegeuntersuchungen der MFC-Werkstoffpaarung zeigten für eine PGA/PLA 30:70-Mischung eine Erhöhung der mechanischen Steifigkeit um 30 % und der Festigkeit um 20 % gegenüber dem reinen Polylaktid. Die initiale Leistungssteigerung mittels der Solid-State-Extrusion fällt mit über 120 % Steigerung deutlich stärker aus als die der MFCs, jedoch reduziert sich der Gewinn unter Berücksichtigung eines Umformprozesses auf ca. 50 %. Weiterhin konnten die MFCs mittels dem Spritzgießverfahren in komplexe Geometrien geformt werden. Abschließend wurde für den MFC-Prozeß ein Verarbeitungsfenster hergeleitet.

## Abstract

This thesis aimed at developing and producing bioresorbable Microfibrillar Composites (MFCs) for polymer bone nails. The main goal was to create a complete resorbable Microfibrillar Composite made from the two common commercial polymers polylactide (PLA) and polyglycolide (PGA). The mechanical strength and stiffness of this new composite should be significantly higher in comparison to the native materials. To evaluate their mechanical potential, the produced MFCs were compared to the alternative technique of solid-state-extrusion.

Four different polymer blends in different component ratios were developed and investigated for the MFC series. These blends were made of four different polylactides, two amorphous and two partially crystalline polylactides, together with polyglycolide as the reinforcing material. For the solid-state-extrusion, four native polylactides from the MFC series and several miscible polylactide blends were produced.

Following the experimental studies, the process of solid-state-extrusion was optimized first. Furthermore a theoretical model was developed for optimizing the MFC process. This model was proved by experimental data and microscopy investigations. Due to the model it was possible to develop solutions for the MFC-processing. In addition the basic rules developed by Fakirov et al. were extended.

The mechanical properties were evaluated by 3 point bending tests. An increase of 30 % for the stiffness and 20 % for the bending strength in comparison to the native polylactide was reached by a MFC-PGA/PLA 30:70. For the solid-state-extrusion, a significant increase of 120 % was possible. But considering an additional forming process, the mechanical properties dropped to 50 % of the initial values. Furthermore, regarding the MFC-process, it was possible to get complex shapes like the bone nails by injection molding. In conclusion a processing window was established for the MFC-process.