

STRUKTURAUFKLÄRUNG UND SIMULATION MECHANISCHER EIGENSCHAFTEN VON LEDER ALS GRUNDLAGE FÜR DEREN GEZIELTE BEEINFLUSSUNG WÄHREND HERSTELLUNG UND VERARBEITUNG

BMWi IGF 16378 BG | Laufzeit: 02.2010 – 12.2012 | Haiko Schulz, FILK Freiberg; Julia Orlik, Fraunhofer ITWM Kaiserslautern
Kategorien: Leder Kollagen

Das IGF-Vorhaben 16378 BG der Forschungsvereinigung „Verein zur Förderung des Forschungsinstitutes für Leder- und Kunststoffbahnen (FILK) Freiberg/Sachsen e. V., Meißner Ring 1, 09599 Freiberg“ wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der „Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF)“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Wir bedanken uns für die gewährte Unterstützung.

Computergestützte Berechnungsverfahren unter Nutzung von FEM- (Finite-Elemente-Methode) und CAD-Software (Computer Aided Design) existieren bereits für viele Materialien und sind für eine zeitgemäße Konstruktion unerlässlich. Für den Werkstoff Leder bestand eine derartige Simulationsmöglichkeit bislang nicht. Eine der Ursachen dafür ist, dass die Wechselwirkungen der inneren Faserbündelstrukturen des Leders miteinander und mit den äußeren Belastungen nur unzureichend bekannt sind. Eine technisch fundierte Vorhersage, wie sich ein aus Leder gefertigtes Produkt unter bestimmten Beanspruchungen verhalten wird, ist daher nur bedingt möglich. Die Kenntnis des Verhaltens im Gebrauch wird aber dringend benötigt, um die Reklamationsquote spürbar zu senken. Ziel des Forschungsvorhabens war es, die Leder herstellende und verarbeitende Industrie sowie deren Zulieferer von Chemikalien für Gerbprozess und Zurichtung in die Lage zu versetzen, die Materialeigenschaften von Leder genauer bewerten und gezielter beeinflussen zu können, in dem die grundlegenden, in der inneren Struktur des Leders ablaufenden Verformungsprozesse und deren Auswirkung auf die mechanischen Eigenschaften detaillierter aufgeklärt werden. Kern des Forschungsvorhabens war die Entwicklung eines strukturmehchanischen multiskaligen 3D-FEM-Lederstrukturmodells. Dieses Modell beinhaltet die Modellierung der Ledermikrostruktur und die Simulation des Verhaltens mit Leder hergestellter Bauteile unter typischen Belastungen. Um ein Lederstrukturmodell erstellen zu können, musste die Lederstruktur aufgeklärt werden. Dafür wurden mehrere, unterschiedlich gegerbte Leder mittels Mikro-Computertomografie (Mikro-CT) dreidimensional abgebildet. Die Mikrostruktur des Leders ist in den dreidimensionalen Bilddaten gut abgebildet; Schichtung und Faserbündel sowie Verzweigungen und Ineinandergreifen sowie die innere Struktur der Faserbündel sind erkennbar. Es zeigte sich jedoch, dass die Auflösung der Mikro-CT für die

feineren Strukturen der Papillarschicht, insbesondere im Bereich des Narbens, nicht ausreicht. Für die Strukturaufklärung dieser Bereiche wurden andere Techniken (z. B. Rasterelektronen-Mikroskopie) eingesetzt. Die Charakterisierung der geometrischen Eigenschaften der Mikrostruktur der Retikularschicht erfolgte auf der Basis der CT-Datensätze mit Hilfe der Binarisierung und quantitativen 3D-Bildanalyse. Die aus den gewonnenen Daten geplante computergesteuerte, automatische Erkennung der einzelnen Faserbündel war jedoch aufgrund der Feinstruktur der Faserbündel und des relativ geringen Faserbündelzwischenraumes nicht durchführbar. Daher musste eine zeitaufwendige, manuelle Segmentierung der Mikro-CT-Daten durchgeführt werden. Aufgrund dieser Tatsache konnten nur sehr wenige Daten aus einem sehr kleinen Volumensegment gewonnen werden. Weiterhin wurde versucht, mikromechanische Daten einzelner Lederfasern zu generieren. Für die Faserbündel wurden Zugfestigkeiten von 40 – 130 MPa und Dehnungswerte von (14 – 33) % bei Höchstzugkraft gemessen. Die Faserbündel zeigten im Relaxationsversuch ein viskoelastisches Verhalten. Diese Daten bildeten einen Teil der Erarbeitung der Elementarzelle für die Simulation. Dem schichtweisen Aufbau des Leders entsprechend wurden zwei Strukturmodelle entwickelt: Die Retikularschicht wurde als ein aus zylinderförmigen Strukturelementen (Faserbündeln) bestehendes stochastisches Netzwerk, die Papillarschicht als stochastische Baumstruktur approximiert. Das Modell für die Retikularschicht konnte an die Besonderheiten des Werkstoffes Leder (Varianz der geometrischen Parameter, Anisotropie) adaptiert werden. Durch Weiterentwicklung von Simulationsalgorithmen wurden am FEM-Modell für die Retikularschicht z. B. Verformungsprozesse während des Zugversuchs simuliert und visualisiert. Am Modell der Papillarschicht konnten noch keine Simulationen durchgeführt werden. Die durchgeführten Simulationen stellen einen ersten Schritt in der Entwicklung eines Lederstrukturmodells dar. Für ein möglichst realitätsnahes, statistisch abgesichertes Modell sind genauere Strukturdaten unbedingt notwendig. Das Ziel des Projektes wurde teilweise erreicht. [Bericht anfragen](#)