



SIMULATION UND VORHERSAGE DER MECHANISCHEN EIGENSCHAFTEN VON LEDER

Lange Faserbündel, die sich in Netzwerke verzweigen und an vielen Stellen verwoben sind – so sieht die Mikrostruktur von Leder aus. Makroskopisch gesehen, ist Leder ein anisotropes Material. Zum Einsatz kommt es in Autositzen, Möbeln oder Kleidung. Im vorgestellten Projekt – gefördert durch die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) – dreht sich alles um die Vorhersage der Ledereigenschaften.

Die Eigenschaften von Leder hängen von der Anordnung der Faserbündel, ihrer Dicke, Länge und ihren Eigenschaften ab. Da Leder ein Naturprodukt ist, weist es gegenüber Kunststoffen und Textilien viel ungleichmäßigere Materialeigenschaften auf. Unter den Bedingungen der industriellen Massenfertigung ergibt sich die Notwendigkeit, die Produkte am Computer zu entwerfen und das Verhalten vorab zu beurteilen. Gemeinsam mit der Abteilung »Bildverarbeitung« und dem Forschungsinstitut für Leder- und Kunststoffbahnen FILK simulieren wir das Verhalten mittels Modellierungs- und Homogenisierungsmethoden auf Grundlage von Mikro-CT-Bildern der Struktur und der gemessenen viskoelastischen Eigenschaften der Faserbündel.

Mikroskopische Simulationen mit der Software FISFT

Die CT-Aufnahmen weisen darauf hin, dass das Leder aus vielen Faserbündeln besteht, deren Orientierung entlang der Schichtdicke variiert (Abb. 1). Anhand der gemessenen Eigenschaften der Faserbündel simulieren wir das Verhalten der Struktur mithilfe unserer Software FISFT. Diese ermöglicht die Berechnung von großen Fasersystemen für große Verformungen mit gleichzeitigem Kontaktgleiten an Millionen von Knotenpunkten. Dabei berücksichtigt FISFT den Einfluss der Gleitreibung in Faserbündelknoten auf das Lederverhalten.

Berechnung der Relaxationszeit von Leder

Wir untersuchen zudem, wie die Relaxationszeit des Ledermaterials mit dem Relaxationsverhalten des Faserbündels zusammenhängt. Auf Grundlage unserer bisherigen Analyseergebnisse konnten wir zeigen, dass sich das makroskopische Relaxationsverhalten berechnen lässt, indem wir das Relaxationsverhalten eines einzelnen Faserbündels mit dem rein strukturellen geometrischen Faktor multiplizieren, den wir aus den CT-Aufnahmen ermitteln. Diese Vermutung konnten wir bestätigen – anhand experimenteller Daten von Zugversuchen für Leder und Faserbündel. Wir führen außerdem makroskopische Simulationsanalysen von Ledern durch. Dabei berücksichtigen wir die Festigkeit der Garne, die Faserbündelstruktur sowie die berechneten homogenisierten Eigenschaften und lokalen Spannungen. (Abb. 2).

1 Mikro-CT-Segmentierung des Leders und seines FIFST-Modells: Die langen, gekrümmten Zylinder sind verzweigt, miteinander verwoben und an vielen Stellen gekreuzt.

2 Zugsimulation der Leder-schäden in der Nähe eines Lochs; So berechnen wir das anisotrope Wachsen eines gestanzten Loches im Leder voraus, das bei Zugbelastungen entsteht und sagen so realistische Materialbeanspruchungen vorher.

