



- 1 *Metallische Garne*
- 2 *Simulation der mechanischen Spannung in der Mikrostruktur*
- 3 *Effektive Spannungs-Dehnungskurven des Textils*

MODELLIERUNG UND SIMULATION MECHANISCHER EIGENSCHAFTEN VON TEXTILIEN MIT INTEGRIERTER SENSORIK

Im Fokus dieser Forschung und Entwicklung stehen die Mehrskalenmodellierung und -simulation von Textilien mit heterogener Mikrostruktur unter besonderer Berücksichtigung des Kontakts zwischen den einzelnen Fäden. Das Problem wird dabei durch die unterschiedlichen geometrischen Längenskalen so komplex, dass eine direkte numerische Simulation nicht mehr möglich ist. Für eine effektive Berechnung ist statt dessen ein Mehrskalenzugang erforderlich.

Die zur Anwendung kommende asymptotische Homogenisierungsmethode wurde daher für die mechanische Analyse von Kontaktproblemen in einer textilen Mikrostruktur erweitert und leitet nun hierfür ein effektives phänomenologisches Materialgesetz her. Dieses effektive Konstitutivgesetz wird über eine Reihe von periodischen Hilfskontaktproblemen auf einer Einheitszelle aus der Textilmikrostruktur ermittelt.

Bei der numerischen Umsetzung der entsprechenden Berechnungsalgorithmen für die Mehrskalenprobleme wird ausgenutzt, dass der Quotient aus Durchmesser und Länge der Fasern und Garne in den Textilstrukturen sehr kleine Werte annimmt. Zusammen mit der Einführung weiterer asymptotischer Betrachtungen hinsichtlich des Garndurchmessers lassen sich die ursprünglich dreidimensionalen periodischen Hilfskontaktprobleme auf der Textilmikrostruktur in der Dimension reduzieren und auch die Gesamtverformung lässt sich letztlich als Superposition von Zug, Biegung und Torsion eindimensionaler Balken berechnen.

Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM

Fraunhofer-Platz 1
67663 Kaiserslautern
Germany

Kontakt

Dr. Julia Orlik
Telefon +49 631 31600-43 30
julia.orlik@itwm.fraunhofer.de

www.itwm.fraunhofer.de

Effiziente und hochgenaue Mehrskalensimulation

Als Werkzeug zur Simulation einer repräsentativen Strukturzelle eines Textils kann die Finite-Element-Methode dienen, die mit Balkenelementen umgesetzt und für die Behandlung von Fadenkontaktproblemen in dem speziell am Fraunhofer ITWM entwickelten Softwarepaket FiberFEM erweitert und implementiert wurde. Als Eingangsgrößen benötigt FiberFEM neben der Mikrostrukturbeschreibung des betrachteten Textils die Faserquerschnittsgeometrie sowie mechanische Faserparameter wie Zugsteifigkeit, Festigkeit, Lebensdauer und Reibung. Als Output werden die effektiven mechanischen Textilgrößen zurückgegeben.

Neben der Berechnung der effektiven mechanischen Materialeigenschaften für eine Vielzahl bereits existierender gewebter und gestrickter Textilien aus technischen und medizinischen Anwendungen bietet der Ansatz auch das Potenzial zur gezielten Auslegung neuer Textilien mit vorgegebenem Eigenschaftsprofil. Dabei kann auch der Einsatz metallischer oder speziell beschichteter Garne modelliert und simuliert werden. Insbesondere kann hierfür auch die Kopplung von Effekten aus Elektrostatik, Wärmeleitung und Mechanik berücksichtigt werden. Diese Ansätze werden durch Anwendung multiskaliger Methoden zusammen mit kommerziellen FE-basierten Softwarepaketen wie z. B. Comsol oder ANSYS ermöglicht. Es ließe sich somit beispielsweise eine optimale Verteilung von leitfähigen, beschichteten oder metallischen Garnen im Gesamtgewebe hinsichtlich des Tragekomforts (Biegesteifigkeit) des Textils vorab im Rechner bestimmen.

Neben der Integration spezieller Garnmaterialien spielt im Umfeld des Topics »Textil und Sensorik« natürlich auch die Integration und Befestigung flächiger Sensoren im Textil eine wichtige Rolle. Wiederum unter Zuhilfenahme multiskaliger Ansätze lassen sich beispielsweise geeignete Modelle zur Beschreibung von Adhäsions- und Ablöseeffekten bei Verklebungen aufstellen.

Bei einer weiteren perspektivischen Entwicklung der Hightech-Textilien hin zu echten »Smart Textiles« spielen dann natürlich auch Aspekte der Sensor- und Aktuatorplatzierung sowie der Auswahl geeigneter Regelstrategien eine wichtige Rolle. Auch hierzu liegt am Fraunhofer ITWM ein profundes Wissen vor.