

Vliesstoffe sind ein wichtiger Bestandteil in diversen Produkten mit verschiedenen Anwendungsgebieten, z.B. Hygieneprodukte, Dämmstoffe oder Filter. In der Regel werden sie auf einer Reihe großer Anlagen hergestellt; daher gestalten sich experimentelle Designstudien zur Optimierung dieser Vliesstoffstrukturen sehr aufwändig.



© ITWM

Einfluss Designparameter

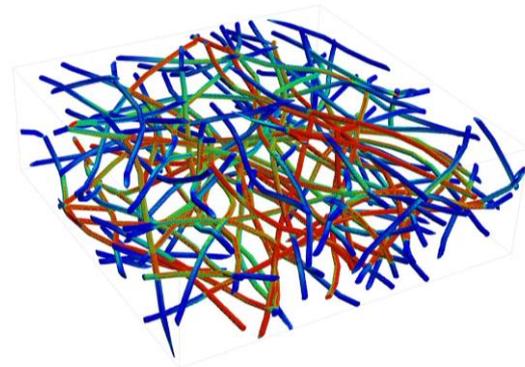
Es gibt sehr viele Designparameter, wie z.B. Fasern, Flächengewicht oder Vliesverfestigungstyp, welche die Vliesstoffeigenschaften beeinflussen. Zum Austausch eines einzelnen Parameters, beispielsweise des Fasermaterials, muss der vollständige Produktionsprozess vom Faserspinnen über die Faserablage bis hin zur Vliesverfestigung umgestellt werden.

Im Anschluss an die Produktion eines solchen Prototyps wird eine aufwändige experimentelle Charakterisierung der Vliesstoffeigenschaften benötigt. Aufgrund dieser kostenintensiven Produktion und Charakterisierung sind detaillierte Studien mit mehreren Designparametern unwirtschaftlich.



© ITWM

Im Computer generiertes Mikrostrukturmodell eines Vliesstoffes mit einer typischen anisotropen Faserrichtungsverteilung.



© ITWM

Berechnete lokale Spannungen in den Fasern (rot: hohe Spannung, blau: niedrige Spannung), wenn der Vliesstoff zusammengedrückt wird. Diese Spannungen beeinflussen wesentlich die Vliesstoffeigenschaften.

Daher werden bei uns im Projekt mikromechanische Simulationsmodelle entwickelt. Mithilfe dieser Modelle können die effektiven Vliesstoffeigenschaften numerisch für verschiedenste Designparameter vorhergesagt werden. Zum virtuellen Austausch einzelner Parameter werden in diesem Ansatz lediglich die entsprechenden Eingangsgrößen im Modell angepasst.



Schnelle Vorhersagen möglich

Der Fokus der numerischen Vorhersagen liegt hierbei vor allem auf dem zeitabhängigen Verhalten der Vliesstoffe. Die dynamischen Eigenschaften können durch numerische Nachbildung von zyklischen Messungen bestimmt werden. Dabei wird eine gute Übereinstimmung von Simulation und Messungen erzielt.

Im Gegensatz zu Experimenten verlängert sich die benötigte Simulationszeit für das Verhalten bei niedrigen Frequenzen nicht. Somit sind durch die numerischen Modelle schnelle Vorhersagen für das Langzeitverhalten (Monate bis Jahre) und die entsprechende Resilienz von Vliesstoffen möglich. Sehr viele Varianten können innerhalb weniger Stunden simuliert und studiert werden.

Ein weiterer Vorteil des mikromechanischen Ansatzes besteht darin, dass nicht nur effektive (makroskopische) Vliesstoffeigenschaften berechnet werden, sondern auch lokale Größen wie Spannungsverteilungen in Binder und Fasern bestimmt werden. Somit trägt die Simulation zum besseren Verständnis von Vliesstoffeigenschaft bei.

Zukünftige Entwicklungen beschäftigen sich mit der Erweiterung der Modelle in Richtung der Simulation des Herstellungsprozesses. Dies ermöglicht eine vollständige digitalisierte Auslegung von Vliesstoffen vom Herstellungsprozess bis hin zur Optimierung der Funktionalität.

Quelle: Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM