

Intrinsisch überwachte Kohlenstofffaserverbunde durch Nutzung elektrischer Eigenschaften

Patrick Scholle

Technische Universität Braunschweig, Institut für Mechanik und Adaptionik

Motivation

Faserverstärkte Kunststoffverbunde bieten vor dem Hintergrund ihrer geringen Dichte bei gleichzeitig hoher Steifigkeit und Festigkeit eine hervorragende Möglichkeit zur Gewichtsreduzierung hochbelasteter Strukturen. Im Vergleich zu metallischen Ingenieurwerkstoffen resultiert die geringe Duktilität von Faserverbunden allerdings in einer verminderten Schadenstoleranz gegenüber Schlagbeanspruchungen. Neben verschiedenen Ansätzen zur Verbesserung der Schadenstoleranz des Materials wird aus diesem Grund aktiv nach Möglichkeiten gesucht, den aktuellen Belastungs- und Schadenszustand des Bauteils zu überwachen.

In verschiedensten Forschungsprojekten werden daher Sensoren entwickelt und getestet, mit denen Bauteilbelastungen und -schädigungen beobachtet werden können. Integrierte Sensoren stellen allerdings immer einen Fremdkörper im Material dar, der den Kraftfluss im Bauteil stören und Delaminationen hervorrufen kann.



Abb. 1: Ein solches pultrudiertes Bauteil könnte in Zukunft per Self Sensing überwacht werden

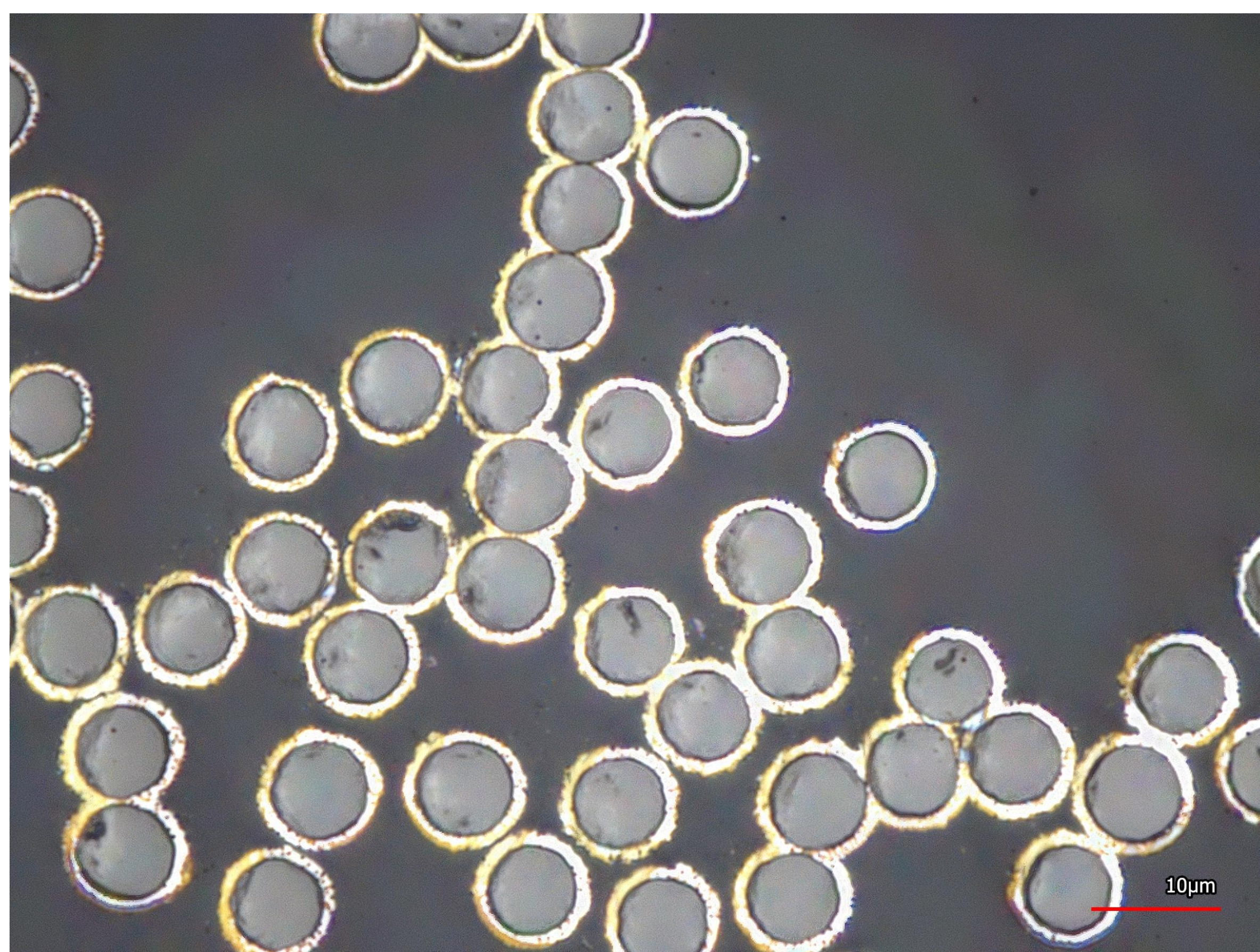


Abb. 2: Die Galvanisierung ermöglicht eine verbesserte elektrische Kontaktierung von Kohlenstofffasern

Vision

Kohlenstofffaserverbunde sind elektrisch leitfähig. Zum Ende des 20. Jahrhunderts ist aus dieser Erkenntnis die Idee entstanden, diese elektrische Leitfähigkeit zur Überwachung eines Bauteils zu nutzen. Aus dem hochbelastbaren Kohlenstofffaserverbund wird dadurch ein multifunktionales Material, das neben lasttragenden Aufgaben auch sensorische Aufgaben übernimmt. In diesem Forschungsfeld mit dem Namen **Self Sensing** entwickeln wir also Materialien, die sich selbst überwachen können.

Die Messung der elektrischen Impedanz eines faserverstärkten Bauteils kann Aufschluss über eine Vielzahl von Informationen geben. Bauteil deformierungen zeigen sich als reversible Änderung der Impedanz nach dem Prinzip der Piezoresistivität. Faserrisse und Delaminationen führen zu irreversiblen Erhöhungen der Impedanz verschiedenster Leitungspfade.

Forschungsfelder am IMA

- Multifunktionale Nutzung der lasttragenden Kohlenstofffaser, insbesondere zur Überwachung von Bauteil deformierungen
- Herstellung von Faserverbunden mit integrierter Sensorik
- Charakterisierung verschiedener Kohlenstofffasern hinsichtlich ihrer Eignung als intrinsisch überwachte Kohlenstofffaserverbunde
- Entwicklung von zuverlässigen Verfahren zur elektrischen Kontaktierung von Kohlenstofffasern und ihrer Verbunde
- Simulation des Stromflusses in elektrisch anisotropen Bauteilen
- Herstellung von Kohlenstofffaserverbunden mit minimaler Faserondulation zur gleichzeitigen Optimierung von sensorischen und mechanischen Eigenschaften

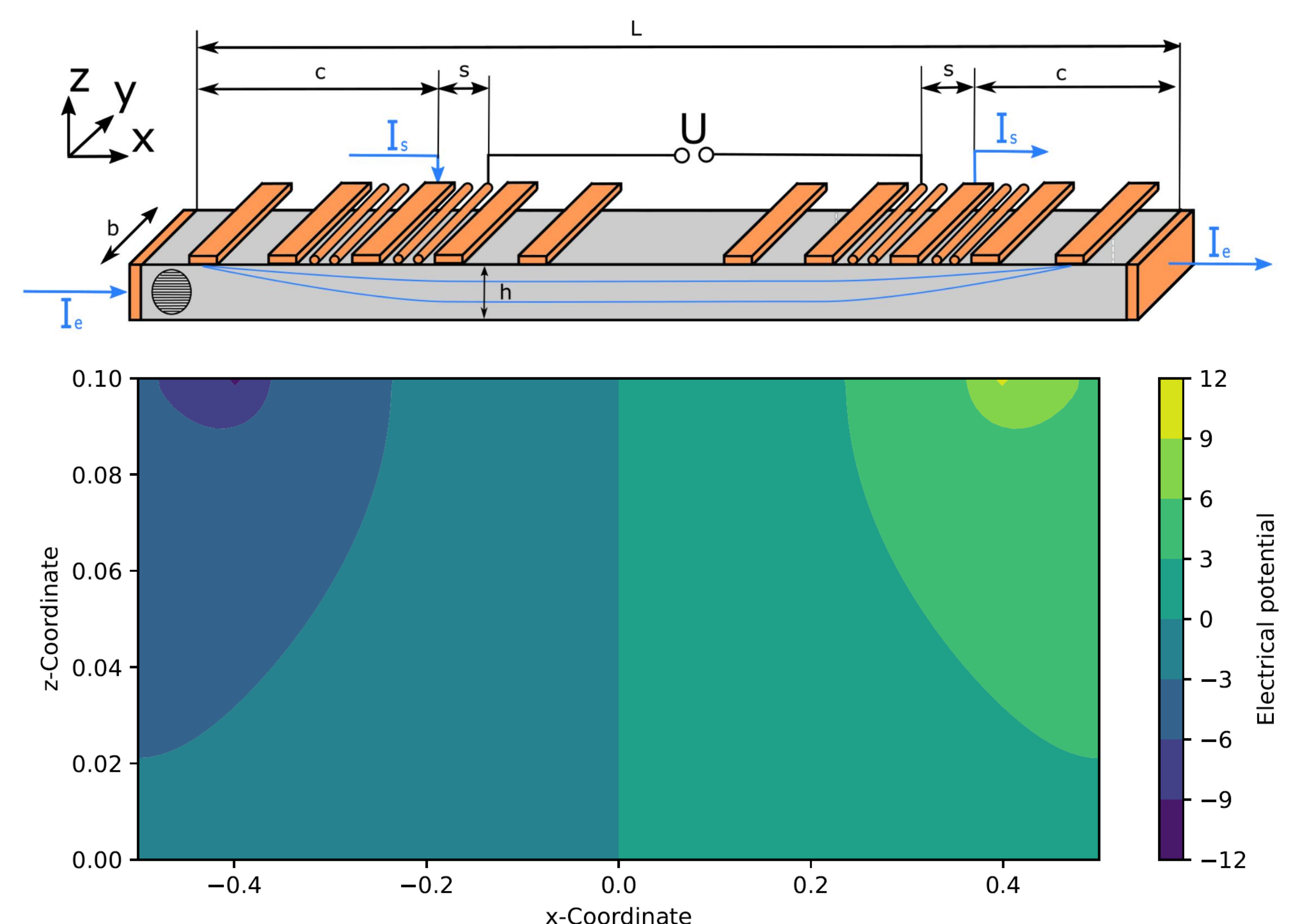


Abb. 3: Der Stromfluss in Faserverbunden ist aufgrund ihrer Anisotropie stark inhomogen, kann aber mit numerischen Methoden visualisiert werden