Themenstellung

Datum: 29.10.2019

für ein/eine

- (•) SWE-Projekt (ca. 5 Studierende, 10-12 Wochen Arbeitszeit)
- ( ) Bachelor-Arbeit (1-2 Studierende, 6-9 Wochen + Einarbeitungszeit)
- ( ) Master-Arbeit (1 Studierender, ca. 22 Wochen + Einarbeitungszeit)

Betreuende Firma/Institut
(Name/Anschrift/Telefon)

FZ-Jülich, IEK-3 (14)

Ansprechpartner/Betreuer
(bei SWE-Projekten auch 'Auftraggeber')

Name: Dieter Froning

Telefon: +49 2461 61 6676

Email: d.froning@fz-juelich.de

Studierende, die das Projekt/das Thema auf jeden Fall bearbeiten sollen:

Jannik Wirtz

Titel der Themenstellung

Identifizierung von Faserkreuzungen mit Machine Learning

Inhaltliche Beschreibung

Gasdiffusionsschichten (gas diffusion layers, GDL) sind poröse Strukturen aus Carbonfasern, die im Brennstoffzellenbetrieb - unter anderem - für effizienten Abtransport des produzierten Wassers zuständig sind. Zu diesem Zweck wird die GDL mit Polytetrafluorethylen (PTFE) beaufschlagt, um die ursprünglich hydrophilen Fasern mit eine hydrohoben Schicht zu bedecken. Die Fasern haben eine Dicke von 7-10 µm und können irreguläre Mikrostrukturen bilden. Stand der Technik ist die Zuführung einer bestimmten Gesamtmenge von PTFE, über die räumliche Verteilung ist wenig bekannt.

Transportsimulationen auf Mikrostrukturen mit verschiedener räumlichen Verteilung von PTFE zeigten dessen Relevanz für verbesserten Wassertransport. [1][2]

Für weitere Untersuchungen sind die Kreuzungen der Carbonfasern von Interesse. Mikrostrukturen realer Materialien können beispielsweise aus nano-CT-Aufnahmen als Graustufenbilder generiert werden, die mit klassischen Bildverarbeitungsmethoden binarisiert (schwarz/weiß) werden. Faserkreuzungen könnten aus diesen Bilddaten mit Machine Learning (ML) extrahiert erden.

Im SWE-Projekt sollen mit Hilfe eines bestehenden stochastischen Geometriemodells Beispieldaten generiert werden, deren Kreuzungspunkte exakt berechnet werden. Damit können Trainingsdaten für die spätere Ermittlung von Faserkreuzungen aus Bilddaten generiert werden.

[1] J. Yu, Lattice Boltzmann Simulation in Components of Polymer Electrolyte Fuel Cells, Dissertation, RWTH Aachen, 2018
[2] J. Yu, D. Froning, U. Reimer, W. Lehnert, Polytetrafluorethylene effects on liquid water flowing through the gas diffusion layer of polymer electrolyte membrane fuel cells, Journal of Power Sources 438 (2019) 226975.

FH AACHEN
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Themenstellung

Datum:

Inhaltliche Beschreibung – Fortsetzung

Die zu analysierenden Bilder (schwarz/weiß, typische Größe: 512 x 512 Pixel) zeigen Fasern, die sich kreuzen. Typischer Faserdurchmesser: 5 Pixel.

Trainingsdaten können aus Geradengleichungen generiert werden, die jeweils als Hessesche Normalform vorliegen. Das können systematische Tests von Geradenpaaren sein (1. Schritt), aber auch Systeme von Geraden, deren Layout statistisch dem realen Material entspricht (2. Schritt, optional). Dazu existiert ein stochastisches Geometriemodell. Die Darstellung solcher Geraden und Weiterverarbeitung im Kontext von Transportsimulationen über Bildserien als Datenaustauschformat wurde bereits von Selke [3] und Hofer [4] außerhalb des ML-Kontextes verwendet.

Trainingsdaten können die Bildauswertung hinsichtlich zweier Fehlerarten validieren: a) Kreuzungen, die vom ML-Algorithmus nicht erkannt werden; b) Koordinaten, die vom ML-Algorithmus fälschlicherweise als Kreuzungsspunkte identifiziert werden. Die Häufigkeit der Fehler (beider Arten) können von verschiedenen Parametern abhängen. Außer der Bildauflösung gehören möglicherweise Parameter des ML-Algorithmus dazu.

In der später geplanten Anwendung wird das reale Material beispielsweise durch 26 Faserebenen mit mehr als 1000 Geraden dargestellt, dabei ergeben sich mehr als 20000 Kreuzungen [4]. Aus diesem Grund sollte die Rechengeschwindigkeit ebenfalls beachtet werden.

Es ist wünschenswert, wenn mindestens ein Teammitglied bereits erste Erfahrungen im ML-Bereich aufweist.

[3] Niklas Selke, Verteilung von Polytetrafluorethylen auf Fasern von Gasdiffusionsschichten einer Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle, Bachelorarbeit, FH Aachen, 2018.
[4] Laura Hofer, Darstellung der Ablagerung von Polytetrafluorethylen im Kreuzungsbereich der Fasern von Gasdiffusionsschichten durch statistische Verteilung regulärer Strukturen als Testwerkzeug für Transportsimulationen, Bachelorarbeit, FH Aachen, 2019.