

**Projekttitel:** KIQS – KI basiertes Qualitätssicherungssystem zur Klassifizierung von Drapierfehlern

**Partner:** MABRI.VISION GmbH  
Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V. (GFaI)

**Laufzeit:** 01/2021 – 12/2022

**Förderträger:** BMBF: KMU innovativ (DLR, Berlin)

Univ.-Prof.  
Prof. h.c. (MGU)  
Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing.  
Thomas Gries  
Direktor

Florian Brillowski  
Wiss. MA

21.01.2021

### Mission Statement

Leichtbautechnologien werden bereits seit vielen Jahren erfolgreich in den Bereichen der Luft- und Raumfahrttechnik, dem Energiesektor sowie des Automobilbaus eingesetzt und weiterentwickelt. Im Zuge der Hightech-Strategie der Bundesregierung werden sie aufgrund ihrer Relevanz für die Themen Ressourceneffizienz, Nachhaltigkeit und Klimawandel zu den Schlüsseltechnologien der Zukunft gezählt. Eine in diesem Kontext besonders vielversprechende Werkstoffgruppe sind die faserverstärkten Kunststoffe (FVK).

Während der Produktion von FVK-Bauteilen können vor allem bei der dreidimensionalen Formgebung (Drapierung) unterschiedliche Fehler entstehen, die das Bauteil in der späteren Anwendung aufgrund mangelhafter mechanischer Eigenschaften oder ästhetischer Mängel unbrauchbar machen. Um den dadurch entstehenden Material- und Bauteilausschuss vermeiden zu können, ist eine ausgiebige und robuste prozessbegleitende Qualitätssicherung (QS) von besonderer Bedeutung.

Derzeit kommerziell erhältliche Qualitätssicherungssysteme sind jedoch darauf beschränkt, die Faserorientierungen der äußeren Lagen durch eine 2D-Bildanalyse der sichtbaren Kanten zu erfassen. Im Zuge einer Grauwertanalyse werden die Textilinformationen aus Einzelbildern ermittelt und in Histogrammen ausgegeben (Abb. 1, rechts).

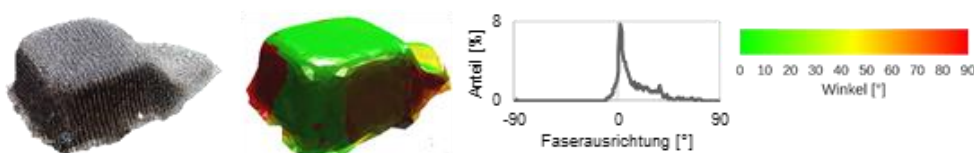


Abb. 1: Beispielhafte Auswertung eines Preforms

Weichen Faserorientierungen in einem Bereich ab, deutet dies auf das Auftreten eines Fehlers hin (Abb. 1, Mitte, rot). Jedoch kann daraus nicht abgeleitet werden, welcher konkrete Fehler (z. B. Falte, Gasse, Ondulation) vorliegt und ob dieser kritisch für die Bauteileigenschaften ist. Daher muss zusätzlich eine manuelle, subjektive Sichtprüfung auf Basis von firmeninternen Richtlinien erfolgen. Eine allgemeingültige Entscheidungsgrundlage oder Normen zur Fehlerbewertung existieren nicht.

Eine vielversprechende Möglichkeit, auftretende Fehler direkt und zuverlässig zu klassifizieren, bieten Ansätze des Machine Learning (ML). Mit Hilfe dieser ist es möglich, unterschiedliche Fehlerklassen trotz variierender Fehlerausprägung zu bestimmen. In Vorversuchen am Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen konnte die generelle Anwendbarkeit von ML-Ansätzen zur Klassifizierung von Drapierfehlern nachgewiesen werden. Jedoch müssen die Fehler bei klassischen ML-Ansätzen für jede Material-Textilvariation (z. B. Glas/Gewebe/Köper/245 g/m<sup>2</sup> oder Carbon/Gelege/Franse/400g/m<sup>2</sup>) mit einem manuell klassifizierten, großen Datensatz (1.000 - 5.000 Bilder pro Fehlerart) neu angelern werden.

Das **Ziel des Forschungsvorhabens KIQS** ist die Entwicklung eines Prüfsystems zur automatisierten Detektion und Klassifizierung von Drapierfehlern unterschiedlicher Fasermaterialien. Dazu werden Transfer- und Curriculum Learning-Ansätze erstmalig angewendet sowie anwendungsgerecht neu entwickelt.

### Lösungsweg

Ausgehend von eigenen Voruntersuchungen und Erfahrungswerten wird ein prototypisches Qualitätssicherungssystem zur automatisierten Fehlerdetektion und -klassifizierung von Faserverbundbauteilen entwickelt. Die Definition der Fehlerklassen erfolgt anhand einer bisher nicht vorhandenen, objektiven und zu im Vorhaben zu entwickelnden Methodik, die erstmalig eine Unterscheidung zwischen relevanten Drapierfehlern und unkritischen Merkmalen zulässt. Hierzu werden Größe, Art und Ort des Fehlers mit in die Entscheidung einbezogen und ein Grenzmusterkatalog entwickelt, der die einzelnen Fehlerarten voneinander differenziert.

Darüber hinaus erfolgt die automatisierte Fehlerdetektion durch Ansätze des Machine Learning. Eine Reduzierung des benötigten Datenbedarfs durch Transfer und Curriculum Learning wird untersucht, um der Problematik von

häufig nur unvollständig vorliegenden oder zu kleinen Datensätzen in Produktionsumgebungen entgegen zu wirken. Das neuartige Zusammenwirken von ML-Ansätzen und objektiver Bewertungsmethodik bildet den wesentlichen Innovationscharakter des Vorhabens.

### Danksagung

Die Autoren bedanken sich für die Unterstützung beim Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen des Forschungsvorhabens „KIQS“ (FKZ: 01IS20089C)



### Kontakt

Florian Brillowski, M. Sc.

[florian.brillowski@ita.rwth-aachen.de](mailto:florian.brillowski@ita.rwth-aachen.de)

+49 (0) 241 / 80 27662