

FACHBEITRAG

FACHBEITRAG

Juli 2020 || Seite 1 | 5

KI in der Fasertechnologie: Texturen mit Zeilenkameras analysieren

Die Online-Prüfung von Fasern ist für Messtechnikanbieter kein leichtes Unterfangen. Nun haben Fraunhofer-Forschende eine Lösung gefunden: Den Mitarbeitenden des Fraunhofer IGCV ist es zusammen mit Industriepartnern gelungen, Faserdefekte in der Produktion zuverlässig zu erkennen. Dazu nutzen sie hochauflösende Kamerasysteme und optimierte neuronale Netze.

Autor: Andreas Margraf, Fraunhofer IGCV

Flugtaxi, Helikopter, Passierflugzeuge: Die Einsatzmöglichkeiten von Carbonfasern in der Luftfahrt sind vielfältig. Leichtbau war hier schon immer ein Thema – und wird es nicht zuletzt aufgrund des Klimawandels weiter bleiben. Der zunehmende Einsatz von Carbonfasern stellt die Industrie jedoch auch vor Herausforderungen:

1. Produktion einer Faser mit hohen spezifischen Eigenschaften, wie Steifigkeit Festigkeit,
2. gute Verarbeitbarkeit für unterschiedliche Fertigungsprozesse, beginnend beim Flechten direkt von der Rovingspule, über mit Harz getränkte Towpregs für Wickel- und automatisierte Legeverfahren bis hin zu Geweben und Gelegen, die manuell oder roboterbasiert drapiert werden und dabei
3. die hohen Sicherheitsanforderungen der Luftfahrtindustrie einzuhalten.

Die Suche nach Lösungen läuft. Seit 2011 entwickelt SGL Carbon eine europäische hochleistungsfähige luftfahrttaugliche Carbonfaser. Entwickelt wird sie an der Pilotanlage, die das Unternehmen an seinem Standort in Meitingen betreibt. Die Anlage ist Kernbestandteil des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderten Projektes »AirCarbon«, in dessen Rahmen Industriepartner unter Federführung der SGL Group erstmals in Europa hochfeste Carbonfasern für den Einsatz in der Luftfahrt entwickeln. Seit 2014 im Rahmen des Projekts AirCarbon II mit an Bord: Das Fraunhofer-Institut für Gießerei, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV.

Vollständige und lückenlose Erfassung von Faserdefekten

Im Rahmen des aktuell laufenden Projekts AirCarbon III wird die Herstellung von Fasern nun auf ein neues Level gehoben. Dazu kooperiert das Fraunhofer IGCV mit dem auf Zeilenkameras spezialisierten Hersteller für industrielle Bildverarbeitungssysteme, Chromasens GmbH. Gemeinsam entwickeln die Partner für die neuen Materialien ein

Redaktionskontakt

Elke Brown | Fraunhofer-Institut für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV | Telefon +49 821 90678-169 |
Am Technologiezentrum 10 | 86159 Augsburg | www.igcv.fraunhofer.de | elke.brown@igcv.fraunhofer.de |

spezielles optisches Messsystem für SGL Carbon: Es ermöglicht, Mikrodefekte lückenlos zu überwachen und potenzielle, negative Prozesseinflüsse früh zu erkennen und dadurch Prozessstörungen – etwa Wicklerbildung oder Tauabrisse – zu vermeiden. Darüber hinaus liefert das System Daten und Erkenntnisse, mit denen sich die Prozessstabilität in der Carbonfaserfertigung deutlich verbessern lässt. **[Abb. 1]**

FACHBEITRAG

Juli 2020 || Seite 2 | 5

»Lernendes« neuronales Netz prüft vor- und nachgelagerte Prozesse

»Die automatische Erkennung besonders von sehr kleinen Faserdefekten in der C-Faser-Herstellung ist noch immer nicht vollständig gelöst«, so Kristina Klatt, Leiterin der Carbonfaserentwicklung bei SGL Carbon. »Die einheitliche Farbgebung von Fasern und Faserdefekten macht es für Optik und Software besonders schwer, gute Ergebnisse zu erzielen.« Bisherige Lösungen beschränken sich beispielsweise auf das Prüfen von Gelegen, die durch die Wirkfäden einen Kontrast im Material aufweisen, der Abweichungen leichter erkennbar macht.

Das Fraunhofer IGCV geht hier neue Wege: Einerseits wird mit einer Zeilenkamera im Prozess eine lückenlose und kontinuierliche Überwachung der Oberfläche gewährleistet. Dies geschieht online, also im laufenden Betrieb. Andererseits wird durch den Einsatz eines angepassten neuronalen Netzes eine deutlich höhere Flexibilität in der Bildverarbeitung erreicht. So können auch vor- und nachgelagerte Prozesse wie das PAN-Spinnen oder das Faserspreizen mit der neuen Technologie überwacht werden – und das bei einem minimalen Transfer- und Konfigurationsaufwand. Das vortrainierte Netz wird in kurzer Zeit und mit wenig annotierten Bildern auf die neuen Bedingungen angepasst – es »lernt« sozusagen, die Fehler auch in abweichenden Strukturen zu finden. **[Abb. 2]**

Semantic Segmentation ermöglicht das exakte Lokalisieren von Defekten

Die neuronalen Netze erkennen sehr zuverlässig, ob es sich bei einem Bauteil um ein Gut- oder Schlechtteil handelt. Die Trefferquoten liegen bei deutlich über 90 Prozent. »Dies ist jedoch nur bei Mustern realistisch, die besonders heterogen erscheinen, z. B. bei gewebten Fasern«, erläutert Andreas Margraf, Projektleiter Teilprojekt Opima 2.0 im Bereich Online-Prozess-Monitoring beim Fraunhofer IGCV.

Bei den Fasern hat man es jedoch mit sehr unterschiedlichen Fehlern zu tun, die zudem variierenden Umgebungsbedingungen unterliegen. Außerdem interessiert die Forschenden und den Industriepartner SGL, wie häufig und wo die Defekte in den einzelnen Abschnitten vorkommen. Dies lässt sich mit einer Erweiterung der bisherigen

neuronalen Netze erreichen, der sogenannten pixelbasierten Segmentierung bzw. »semantic segmentation«. Dabei wird jedes einzelne Pixel eines Bildes klassifiziert und mit einem entsprechenden Label versehen (»gut« (=nicht defekt), bzw. »schlecht« (=defekt)). So können Anomalien auf dem Faserteppich erkannt werden, indem größere Gruppen von Pixeln (=Bildbereichen) als »schlecht« klassifiziert werden.

FACHBEITRAG

Juli 2020 || Seite 3 | 5

Mit Hilfe dieser Technologie lassen sich in den von der Zeilenkamera aufgezeichneten Bildern zuverlässig defekte Fasern auf der Oberfläche identifizieren. Durch die hohe Auflösung des Systems wurden Objekte auf dem Faserteppich sichtbar gemacht, die das menschliche Auge nicht wahrnimmt. »Der Detailgrad, den wir online anbieten, wäre so nur noch im Labor unter dem Mikroskop zu übertreffen«, sagt Margraf.

Hohe Bildqualität trotz extremer Lichtsituation

Da sie extrem viel Licht absorbieren, lassen sich tiefschwarze Materialien wie Carbonfasern in der Bildverarbeitung nur schwer sichtbar machen. Die besonders dunkle Oberfläche der Fasern erfordert deshalb eine spezielle Industriebeleuchtung. Sie sorgt dafür, dass auf dem Sensor ein kontrastreiches Bild erzeugt wird. Mit einer Corona-II-Beleuchtung des Projektpartners Chromasens werden Bilder in hoher Qualität bereitgestellt, die Fasermonitoring ermöglichen. Dabei erlaubt es die hohe Auflösung des Sensors, Defekte bis beinahe auf Filamentniveau (bis zu 10µm) sichtbar zu machen. So können selbst kleinste Anomalien erkannt werden.

Eine Demonstrator-Software inklusive Defekterkennung und pixelbasierter Lokalisierung wird aktuell an der Industrieanlage erprobt. Die Software wird für die Carbonfaser-Herstellung eingesetzt. Die angrenzenden Prozesse, das PAN-Spinnen und Faserspreizen, wurden daraufhin mit wenigen Daten angelern. Ziel ist es, die Software nun mit verschiedenen Anlagenparametern zu testen und auf kurze Sicht an die Bedingungen der Produktion heranzuführen. In Zukunft wird die europäische Faserherstellung auf eine übergreifende Technologie in der Prozessüberwachung zurückgreifen können.

- Ende -

(6.800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Über den Autor

Herr Andreas Margraf nahm 2014 nach seinem erfolgreich abgeschlossenen Masterstudium in Informatik und Informationswissenschaft an der Universität Augsburg seine Tätigkeit als Informatiker am Fraunhofer IGCV auf (bis 2016 Projektgruppe Funktionsintegrierter Leichtbau (FIL) am Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT). Praktische Erfahrung mit Bildverarbeitung sammelte er bereits als studentische Hilfskraft. Seit 2018 beschäftigt sich er sich als Doktorand mit maschinellem Lernen und evolutionären Algorithmen für Monitoring-Anwendungen. Zudem ist er als Projektleiter für das Teilprojekt des Fraunhofer IGCV »AirCarbon III« zuständig. Er ist Autor verschiedener wissenschaftlicher Publikationen.

FACHBEITRAG

Juli 2020 || Seite 4 | 5

Über das Fraunhofer IGCV

Das Fraunhofer IGCV steht für anwendungsbezogene Forschung mit Schwerpunkt auf effizientem Engineering, vernetzter Produktion und intelligenten Multimateriallösungen. Das Institut ermöglicht Innovationen auf der Ebene der Fertigungsprozesse und Materialwissenschaften, der Maschinen und Prozessketten sowie der Fabrik und Unternehmensnetzwerke.

Mit dem Bestreben, das Wissen aus Forschung und Entwicklung in industrielle Anwendungen zu transferieren, generieren die knapp 160 Mitarbeitenden individuelle Lösungen für die deutsche Industrie. Unser Alleinstellungsmerkmal sind dabei interdisziplinäre Lösungen für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik. In Form von kurz-, mittel- und langfristigen Forschungsprojekten unterstützen wir unsere Partner als Teil des Fraunhofer-Verbunds Produktion, um langfristig die nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands und Europas zu sichern.

Illustrationsvorschläge (Bilddateien werden separat geliefert)

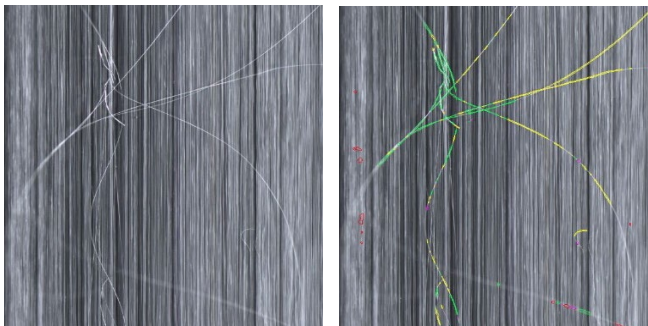


Abb. 1: Aufnahme eines Faserbündels auf Carbonfaserteppich. Links: Originalaufnahme. Rechts: Segmentierter Defekt (© Fraunhofer IGCV)

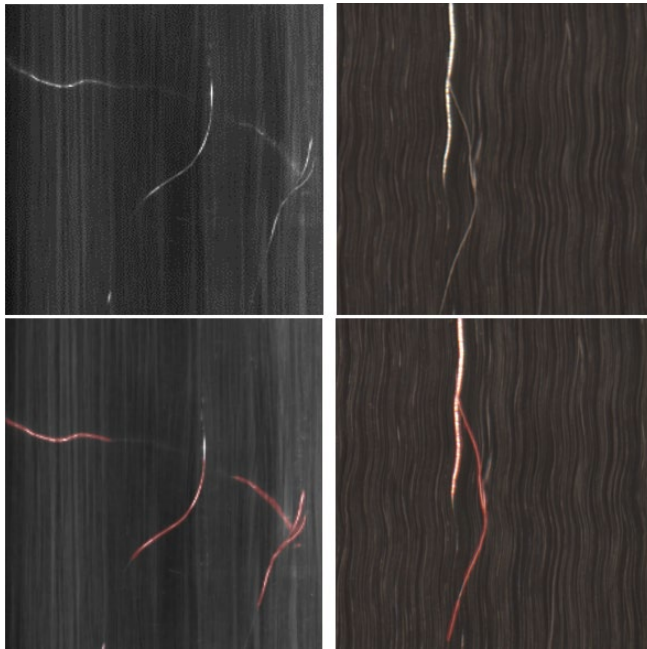


Abb. 2: Illustration der Oberfläche von PAN-Fasern (links) und Carbonfasern nach dem Spreizen (rechts) (© Fraunhofer IGCV)