

Zusammenfassung

IGF-Vorhaben-Nr.: 19345 BG

Zerstörungsfreie Prüfung mittels automatisierter Shearografie zur bedienerunabhängigen Fehlerdetektion in Faserverbundkunststoffstrukturen (Auto-Shearografie)

Die Shearografie als zerstörungsfreies Prüfverfahren von FKV ist bisweilen nur im akademischen Umfeld weit verbreitet. Zur Messvorbereitung, Datenaufbereitung und Ergebnisinterpretation ist für dieses hochpräzise und nahezu werkstoffunabhängige ZfP-Verfahren fundiertes Fachwissen erforderlich. Daher war das Ziel dieses Forschungsprojektes in Kooperation zwischen dem Kunststoff-Zentrum SKZ und dem Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) der Universität Dresden die Verbesserung der Benutzerfreundlichkeit und Automatisierung der Ergebnisinterpretation.

Zu Beginn des Vorhabens wurden verschiedenste Teststrukturen definiert. Um die hohe Variationsvielfalt in Verbundstrukturen zu begrenzen, wurden in erster Linie ebene Teststrukturen gewählt und der Fokus auf die unterschiedlichen Fehlstellenarten und -ausprägungen sowie Bauteildicken gelegt. Einerseits wurden Delaminationen durch die Schädigung gekerbter Proben gezielt eingebracht. Andererseits konnte eine prozesstechnische Lösung mittels der Applikation eines Treibmittels zur Herstellung von Poren bzw. trockenen Stellen entwickelt werden.

Auf Basis der experimentellen Grundcharakterisierung dieser Referenzbauteile wurden signifikante Einflussparameter der Shearografie auf die Messgenauigkeit abgeleitet. Es konnten Handlungsempfehlungen zur Wahl der entsprechenden Anregungsmethoden und zur Handhabung erstellt werden. Mittels Korrelationsanalysen wurde fundiertes Wissen zum Einfluss von Geometrie und Messparametern auf die Ausprägung der typischen Merkmalsmuster bzw. auf die Detektierbarkeit von Fehlstellen generiert.

Weiterführend auf diesen gewonnenen Erkenntnissen wurde eine Automatisierung sowohl in Hardware als auch in Software der zwei unterschiedlichen Messsysteme an den beiden Forschungseinrichtungen durchgeführt. Das SKZ konnte mittels der Integration eines Stellmotors sowie der Entwicklung eines Algorithmus in der Bildverarbeitung und -auswertung eine automatisierte Fokussierung des eingesetzten SE-2 Systems der Firma isi-sys GmbH erarbeiten. Basierend auf der gezielten Filterung von Frequenzen im Fourierspektrum einer shearografischen Messung können scharfe und qualitativ hochwertige Aufnahmen automatisiert erfasst werden. Mittels der softwaretechnischen Ansteuerung der Shearografiesysteme durch das erworbene software development kit, konnte das SKZ eine automatisierte Regelung des Shearbetrages und -richtung in den Messablauf integrieren.

Der große Fokus des ILKs bestand in der Datenverarbeitung und -auswertung von shearografischen Messungen. Es konnten Methoden zur Evaluierung von Qualitätsmerkmalen von Messungen wie Specklegröße oder Signal-Rausch-Verhältnis in der proprietären Software Umgebung MATLAB® programmiert werden. Auch trotz qualitativ hochwertiger Messungen führt die Detektion mittels konventioneller Methoden der

Bildauswertung wie Schwellenwertbestimmung, Kantendetektion, Maxima-Lokalisierung etc. zu fehlinterpretierten Aussagen. In shearografischen Aufnahmen von Faser-Kunststoff-Verbunden können Fehlstellen wie auch Materialcharakteristiken wie der Geweberapport gleiche Merkmalsmuster hervorrufen. Daher wurden Methoden der künstlichen Intelligenz genutzt, um eine automatisierte Fehlstellendetektion zu realisieren. Im Speziellen wurde eine Objektdetektion basierend auf einer Netzwerkarchitektur des Deep Learnings auf die Shearografie übertragen. Mittels der Methode des Transfer Learnings konnten gute Ergebnisse des entwickelten Algorithmus und der angepassten Netzwerkarchitektur erhalten werden. Diese Ergebnisse konnten in eine grafische Benutzeroberfläche überführt werden, um die Anwendung in KMU zu erleichtern.

Danksagung und Bestellhinweis

Das IGF-Vorhaben 19345 BG der Forschungsvereinigung Kunststoff-Zentrum wurde über die Arbeitsgemeinschaft industrielle Forschungsvereinigungen (AiF) im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Die gesamten Forschungsergebnisse können einem umfangreichen Forschungsbericht entnommen werden, der über SKZ bestellt werden kann.