

Kurzfassung

Um das Leichtbaupotenzial von Faserkunststoffverbunden voll ausschöpfen zu können, ist ein detailliertes Wissen über ihr fortschreitendes Versagensverhalten unter Last erforderlich. Die Schallemissionsanalyse bietet in diesem Zusammenhang eine Methode, um die zugrundeliegenden Mechanismen näher untersuchen zu können. Durch die Erfassung und Analyse akustischer Wellen, die bei Rissinitiierung und -wachstum emittiert werden, können Ort und Art der Schädigung über den Versuchsverlauf hinweg beschrieben werden. Eine große Herausforderung liegt dabei in der Unterscheidung von faserverbundtypischen Schädigungsereignissen wie Faser- oder Matrixbrüchen auf Grundlage ihrer akustischen Emissionen.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem Einfluss von zwei Parametern, die sich maßgeblich auf die akustischen Merkmale von Schädigungsereignissen auswirken können. Dazu zählen die Tiefe, in der das Schädigungsereignis stattfindet (Quellentiefe) sowie der laterale Abstand, den die akustische Welle von der Quelle bis zum Sensor zurücklegen muss (Quelle-Sensor-Abstand). Um ein Verständnis für die Wirkweise beider Parameter zu gewinnen, stellt die Arbeit die Eigenschaften von geführten Wellen in Faserkunststoffverbunden als entscheidend heraus. Durch die Analyse künstlicher Schallquellen und akustischer Emissionen realer Schädigungsereignisse macht die Arbeit deutlich, dass mit Änderungen der Quellentiefe und des Quelle-Sensor-Abstandes, starke Änderungen im Moden- und Frequenzgehalt der akustischen Emissionen einhergehen können. Diese Änderungen können sogar dazu führen, dass ein Faserbruch fälschlicherweise als Matrixbruch eingestuft wird und umgekehrt. Für zuverlässigere Ergebnisse bei der Quellenidentifizierung muss daher der Einfluss der Quellentiefe und des Quelle-Sensor-Abstandes berücksichtigt werden. Dem Einsatz der modalen Schallemissionsanalyse spricht die Arbeit in diesem Zusammenhang großen Nutzen zu, um die zugrunde liegenden Phänomene zu verstehen und darauf aufbauend robustere Bewertungsmethoden zu entwickeln.

Abstract

In order to exploit the full lightweight potential of fibre-reinforced plastics (FRP), a detailed knowledge of their progressive failure behaviour under load is required. In this context, acoustic emission analysis offers a method to characterize the underlying mechanisms in more detail. By detecting and analysing acoustic waves emitted during crack initiation and growth, the location and type of damage can be described over the course of the test. A major challenge thereby is the differentiation between FRP specific damaging events, such as fibre and matrix fractures, on the basis of their acoustic emissions.

The present work deals with the influence of two parameters which can have a significant impact on the acoustic characteristics of damaging events. These include the depth in which the damaging event occurs (source depth) and the lateral distance the acoustic wave has to travel from the source to the sensor (source-to-sensor distance). In order to gain an understanding of the effects of both parameters, the work highlights the properties of guided waves in fibre-reinforced plastics as crucial. By analysing artificial acoustic emission sources as well as acoustic emissions from real damaging events, the work demonstrates that changes in source depth and source-to-sensor distance can be accompanied by strong changes in the modal and frequency content of the acoustic emissions. These changes can even lead to a fibre break being mistakenly classified as a matrix break and vice versa. Consequently, for more reliable results in source identification, the influence of source depth and source-to-sensor distance must be considered. In this context, the use of modal acoustic emission analysis can be of great benefit in understanding the underlying phenomena and developing more robust evaluation methods.