



AUF EINEN BLICK

Standardisierte Prüfmethode zur Bestimmung von Delaminationen unter Ermüdungslasten.

Ansprechpartner:
Dr. Steffen Stelzer
steffen.stelzer@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2103



Delaminierung in Verbundwerkstoffen

Delamination in Composites

Delaminationen treten in Faserkunststoffverbunden (FKV) aufgrund ihrer Schichtstruktur und der üblicherweise geringen interlaminaren Festigkeiten auf. Obwohl Delaminationen in FKV ein bekanntes und relativ gut erforschtes Problem sind, existieren nach wie vor keine standardisierten Prüfmethode für die Bestimmung unter Ermüdungslasten. Deshalb befasst sich der Lehrstuhl Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe (WPK) mit der Durchführung zyklischer Delaminationsversuche und der Organisation von Ringversuchen, um das Potenzial derselben für eine Standardisierung zu evaluieren.

Internationale Versuchskampagnen wurden innerhalb der „American Society for Testing and Materials“ (ASTM), Subcommittee D30.06, und der „European Structural Integrity Society“ (ESIS), technisches Komitee 4, organisiert und durchgeführt. Delaminationsversuche an unterschiedlichen kohlenstofffaserverstärkten Epoxidharzen, glasfaserverstärkten Epoxidharzen und kohlenstofffaserverstärkten Thermoplasten ermöglichten laborübergreifende Vergleiche der Versuchsergebnisse. Es offenbarten sich dabei die Grenzen der Anwendbarkeit dieser Versuche, vor allem hinsichtlich der Bestimmung des Schwellenwertes sowie der Anwendbarkeit der Ergebnisse klassischer Darstellungen des Risswachstumsverhaltens auf Basis des Gesetzes von Paris und Erdogan im Design von FKV.

Die Ringversuche innerhalb von ESIS TC4 und ASTM D30.06 zeigten die Notwendigkeit, neue Auswerterroutinen für zyklische Delaminationsversuche zu finden, um erstens die Streuung der Delaminationswachstumskurven zu reduzieren, zweitens die hohen Steigungswerte der Delaminationswachstumskurven zu verringern und drittens die Schwellenwerte besser erfassen zu können. Diesen Anforderungen wurde dabei mit einer neuen Art der Datendarstellung begegnet: Die Illustration der Energiefreisetzungsrate auf Basis eines modifizierten Hartman-Schijve Ansatzes lieferte Delaminationswachstumskurven mit Steigungswerten von etwa 2. Solch niedrige Steigungswerte können Fehler bei der Vorhersage von Risswachstumsraten auf Basis von Delaminationswachstumskurven verringern und könnten so zur Verwendung dieser Daten im Design von FKV Strukturen führen.

Delamination is a common problem occurring in FRP composites because of their layered structure. Yet, there are no standards dealing with the fatigue delamination growth in composite materials. The Institute of Material Science and Testing of Polymers investigated the fatigue delamination behavior of composites in mode I and mode II. Round robin exercises were carried out to evaluate the potential of fatigue delamination tests for standardization.

Test campaigns were conducted within subcommittee D30.06 of the American Society for Testing and Materials (ASTM), and committee TC4 within the European Structural Integrity Society (ESIS). The tests were carried out on various carbon fiber reinforced epoxy composites, glass fiber reinforced epoxy composites and carbon fiber reinforced thermoplasts. The results revealed the reproducibility and inter-laboratory scatter and also highlighted the limits of fatigue delamination tests.

Round robin activities within ESIS TC4 and ASTM D30.06 emphasized the need to find new ways for data presentation in order to make the data accessible for design purposes. The three major questions are: (1) is it possible to reduce the scatter of the fatigue crack growth curves, (2) how can the slope of the Paris law curve be reduced and (3) is the detection of a threshold value feasible in composite materials? These questions were faced in recent projects by introducing a new way of data presentation. A Hartman-Schijve based approach, where the crack growth rate is dependent on the amount by which the strain energy release rate exceeds the threshold value, seems to be a reliable and physically feasible way to receive Paris like fatigue crack growth curves with slope values around 2. This is significantly less than slope values of around 10 seen in classical Paris law data presentations. With small slope values the errors in predicted crack growth rate are reduced when considering certain load cases in a composite component. This can lead to reliable lifetime predictions.