

## Kurzfassung

Die mechanischen Eigenschaften von Verbundwerkstoffen und Werkstoffverbunden werden in erheblichem Maß durch die Eigenschaften der Grenzfläche bestimmt. Oftmals ist die Grenzfläche sogar das schwächste Element. Eine zuverlässige Beschreibung der mechanischen Grenzflächenqualität ist von großer Bedeutung für die Wahl optimaler Werkstoffkombinationen und Kontaktbildungsverfahren. Bei mechanisch-technologischen Charakterisierungsmethoden unterliegen die Zielgrößen, wie etwa die Grenzflächenscherfestigkeit, oftmals einer starken Streuung. In der vorliegenden Arbeit wird deshalb das Konzept der linear-elastischen Bruchmechanik zur Grenzflächencharakterisierung herangezogen. Für die dazu notwendige Spannungsanalyse des Prüfkörpers mit einem öffnungsdominierten Grenzflächenriß werden FE-Modelle erstellt. Im Nachgang zu Experiment und Datenreduktion werden die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit des linear-elastischen Konzeptes verifiziert.

Da die Grenzflächenzähigkeit  $G_c$  empfindlich von der Zweiachsigkeit  $\psi$  des örtlichen Beanspruchungszustandes abhängt, wird eine Belastungseinrichtung konzipiert, mit der  $\psi$  im gesamten, der linear-elastischen Bruchmechanik zugänglichen Mixed-Mode-Intervall stufenlos variiert werden kann. Ergänzend zur Bestimmung der  $G_c(\psi)$ -Grenzflächenbruchkurve wurde das Rißwachstum lichtmikroskopisch verfolgt und der Einfluß thermischer Eigenspannungen abgeschätzt.

An nicht-linearen FE-Modellen wird der Einfluß des Rißuferkontaktes sowie des plastischen Fließens als Kleinbereichstörung auf die Modenabhängigkeit der Grenzflächenbruchenergie untersucht. In beiden Beispielen wird durch Annahme von Verzerrungskriterien im Inneren der jeweiligen Nichtlinearitätszone eine Verbindung zwischen Festigkeitslehre und Bruchmechanik hergestellt. Für den Fall der Kleinbereichplastizität werden außerdem die Ligamentnormalspannungen im Rahmen eines *weakest-link*-Modells für rißbehaftete Körper bewertet. Es zeigt sich, daß die U-Gestalt der  $G_c(\psi)$ -Grenzflächenbruchkurve qualitativ nachvollzogen werden kann, wenn man die Ligamentnormalspannungen als rißtreibende Kraft bewertet.

## Abstract

The performance of material compounds and composite materials may be highly influenced by the mechanical properties of the interface between the adjoining materials. Many times the interfaces is even the system's weakest element. A reliable assessment of the interface's mechanical properties is crucial for the optimum choice of materials and joining methods. Characterisation methods based on a strength of materials approach often are subject to considerable scatter. Therefore, in the present work interfacial characterisation is based on a fracture mechanical approach. The stress analysis of the bimaterial sample with an open, i.e traction-free interfacial crack is performed with FEM. In a second step based on experimental data, the applicability of the linear-elastic fracture mechanical concept is verified *a posteriori*.

Since interfacial toughness appears to be highly dependent of the biaxiality angle  $\psi$  of the local stress state, a loading device has been designed, which allows to continuously vary  $\psi$  within the full range accessible to LEFM. In addition, the propagation of the interfacial crack was tracked with an optical microscope. Finally, the influence of thermal residual stress on the U-shaped  $G_c(\psi)$  interfacial fracture toughness curve is estimated.

Beyond linear-elastic FE modelling, the relation between small scale crack face contact as well as small scale plasticity and the mode dependence of interfacial fracture toughness is explored. In both cases a deformation failure criterion is assumed on a structural level situated well within the respective nonlinearity zone in order to explore the way, how local stress redistribution due to contained geometric and material nonlinearity effects might translate itself into the mode-dependence of interfacial fracture toughness measured on the structural level of the enclosing linear-elastic K-dominance zone.

For small scale plasticity, in addition, the role of the elastic-plastic ligament normal stresses is considered within the framework of the *weakest link model*. It turns out, that the U-shape of the  $G_c(\psi)$ -curve may be reproduced qualitatively, if one assumes the ligament normal stresses to be the dominant crack driving forces.