

Bewertung von Defekt- und Oberflächeneinflüssen auf das Ermüdungsverhalten additiv gefertigter Werkstoffe und Strukturen

M. Teschke¹, D. Klemm¹, F. Stern¹, M. Merghany¹, M. Zimpel¹, M. Awd¹, J. Tenkamp¹, **F. Walther¹**

¹ TU Dortmund, Lehrstuhl für Werkstoffprüftechnik (WPT), Dortmund, Nordrhein-Westfalen, Deutschland

Neben der Mikrostruktur bestimmen die Defekte und Rauheit von additiv gefertigten Werkstoffen und Strukturen das Ermüdungsverhalten in technischen Anwendungen, wie Flugzeugturbinen und medizinischen Implantaten. Geeignete Prüfstrategien und Messtechniken ermöglichen eine genaue Überwachung der prozessbedingten Einflüsse auf das Ermüdungsverhalten. Durch intermittierende Ermüdungsprüfung kann die Wechselwirkung zwischen Mikrostruktur, lokaler Porosität und Rissinitiierung bis in den Bereich sehr hoher Lastspielzahlen (VHCF) untersucht werden. Es wurden die Metalllegierungen 316L, AlSi10Mg, Ti6Al4V, TNM (TiAl) und IN718 hinsichtlich der Auswirkung von Defekten, Baurichtungen und Spannungsverhältnissen auf die Ermüdungsfestigkeit bewertet, die mit Hilfe des Murakami-Noguchi-Konzepts mit der Härte und effektiven Defekt- oder Porengröße relativ zur Belastungsrichtung korreliert wurden (Abb. 1a). Die Untersuchungen belegen das Potenzial zur Verbesserung der Ermüdungslebensdauer und Schadenstoleranz auf der Grundlage grundlegender Prozess-Struktur-Eigenschaft-Beziehungen, die in einheitliche Ansätze zur Schadenstoleranz integriert werden. Zur Berücksichtigung lokaler Knochenstrukturen und zur Minimierung der Spannungsabschirmung kann die Steifigkeit von medizinischen Implantaten durch die Verwendung additiv gefertigter zellulärer Gitterstrukturen individuell angepasst werden. Mit Hilfe von intermittierenden μ CT-Scans und digitaler Bildkorrelation wurde das Ermüdungsversagen lokalisiert und ein Verständnis über die komplexe Schädigungsevolution von Gitterstrukturen aufgebaut (Abb. 1b).

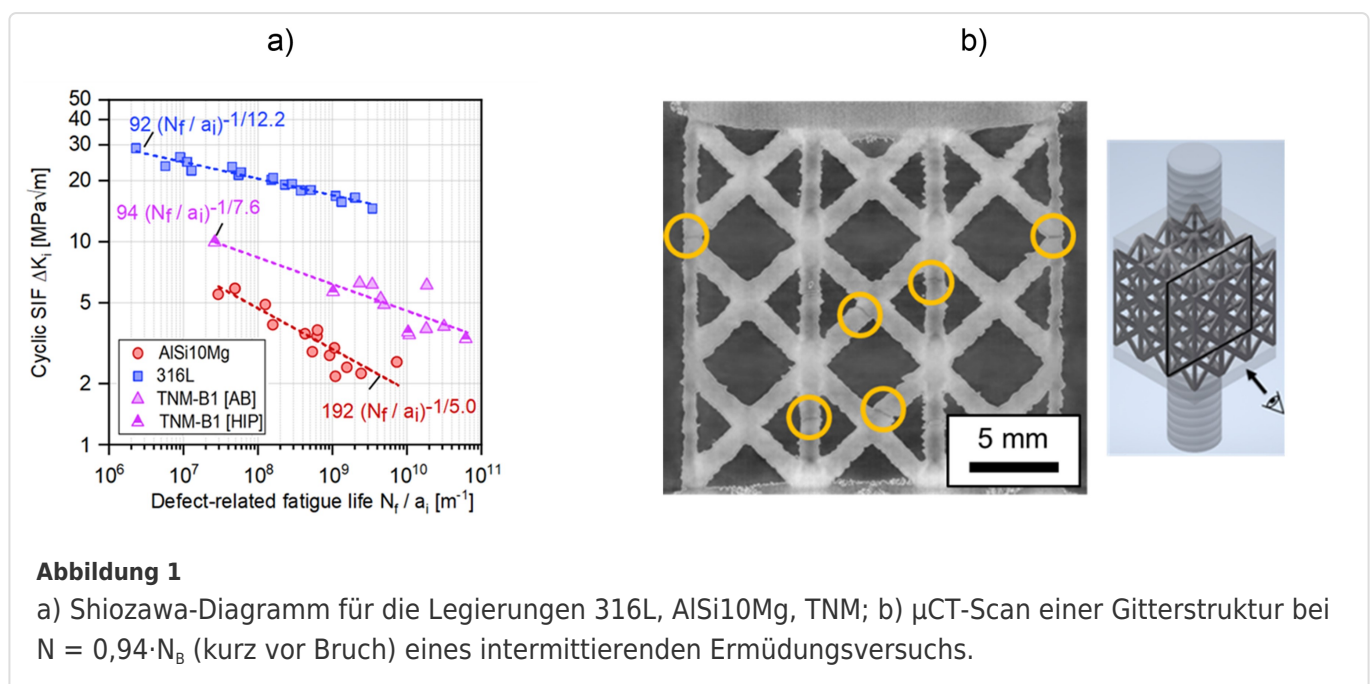


Abbildung 1

a) Shiozawa-Diagramm für die Legierungen 316L, AlSi10Mg, TNM; b) μ CT-Scan einer Gitterstruktur bei $N = 0,94 \cdot N_B$ (kurz vor Bruch) eines intermittierenden Ermüdungsversuchs.

