

# Kurzfassung

Moderne optische Strahlführungssysteme werden für zahlreiche Laseranwendungen benötigt. Diese Systeme können sowohl aus optischen Fasern bestehen als auch über einen Freistrahlanatz mittels mehrerer Spiegel realisiert werden. Somit kann die Übertragung von Laserstrahlung aufgrund der Fasereigenschaften räumlich flexibel und kompakt gestaltet werden bzw. zwischen zwei Spiegeln weitere für die Anwendung essentielle Optiken in den Strahlengang implementiert werden. Eine typische moderne Anwendung bestehend aus zwei Spiegeln ist die positionsgenaue Bestrahlung einer Fläche mittels eines Galvanometer-Scanners.

Unabhängig von der Anwendung müssen optische Komponenten eine möglichst lange und sichere Betriebsdauer gewährleisten, um einen ungeplanten Prozessausfall zu verhindern und den einhergehenden Kosten- und Zeitaufwand zu reduzieren. Diesbezüglich ist die Laser-induzierte Zerstörschwelle (LIDT) die wichtigste Kenngröße zur Charakterisierung einer optischen Komponente, um eine dauerhafte Prozess-tauglichkeit bei gegebenen Laserparametern abzuschätzen. Entsprechend wurden in der Vergangenheit zur Vereinheitlichung der Messroutine und des Vergleichs zwischen mehreren Institutionen geeignete Normen erarbeitet. Die rapide Entwicklung leistungsstärkerer Lasersysteme, kompakter werdende optische Systeme, steigende Komponentenqualität sowie die Anwendung alternativer Materialien führen jedoch zu Abweichungen im Zerstörverhalten und den Auswirkungen einzelner Zerstörungen, auf denen die Messprinzipien aufgebaut wurden.

Aus diesen Gründen werden in dieser Arbeit geeignete Messroutinen zur Bestimmung der LIDT präsentiert, welche insbesondere den speziellen Zerstörcharakteristiken moderner optischer Komponenten gerecht werden. Die Studien sind auf die Nanosekunden-gepulste Bestrahlung von polymeren optischen Fasern sowie die Laser-induzierte Zerstörung von optischen Spiegeln mittels Laserstrahlung mit Ausgangsleistungen im Kilowattbereich fokussiert. Diese Komponenten sind wegen ihres Zerstörverhaltens von besonderem Interesse. Die Zerstörung von Polymeren findet im Nanosekunden-gepulsten sichtbaren Bereich typischerweise im Volumen statt und führt bei optischen Fasern zur Berücksichtigung der komplexen und stetig variieren-

den Intensitätsverteilung während der Propagation. Im Gegensatz dazu ist die Zerstörung im Dauerstrichbereich auf thermische Phänomene zurückzuführen. Jedoch basieren die Näherungen zur Beschreibung des Zerstörverhaltens auf große optische Komponenten und einem vergleichsweise kleinem Strahldurchmesser, weswegen die Approximationen nur begrenzt auf die heutzutage relativ kleinen Spiegel anzuwenden sind. Die Resultate bezüglich dieser genannten wissenschaftlichen Herausforderungen und die Erarbeitung verlässlicher Messroutinen sind in der vorliegenden Arbeit detailliert dargestellt.

Eine verlässliche Bestimmung der LIDT mittels der angepassten Messroutinen und entsprechender Evaluation der Daten wurde im Rahmen dieser Arbeit für die beiden Probenarten demonstriert. Das Zerstörverhalten der polymeren optischen Fasern in Abhängigkeit der komplexen Intensitätsverteilung während der Propagation innerhalb der Faser konnte nachgewiesen werden, und die Ursache wird auf aus der Literatur bekannte Zerstörmechanismen polymerer Materialien zurückgeführt. Die Untersuchungen von Spiegeln mittels kontinuierlicher Laserstrahlung zeigten einen grundlegend thermischen Mechanismus. Aufgrund der hohen Qualität der Komponenten wird die rein intrinsische Zerstörung in Einzelfällen von der erhöhten Absorption von Fehlstellen dominiert. In praxisnahen Messungen mittels eines Galvanometer-Scanner konnten unter den kritischsten Bedingungen lokale thermische Materialänderungen, welche den Prozess nicht einschränkten, nachgewiesen werden.

**Schlagwörter:** Laser-induzierte Zerstörschwelle, polymere optische Faser, Hybridspiegel