

Grundelement aller faseroptischen Bauteile ist die Lichtleitfaser. Sie besteht aus einem hochbrechenden Glaskern und einem niedrigbrechenden Glasmantel. Lichtstrahlen, die an der Stirnseite in die Fasern eintreten, werden im Kern durch Totalreflexion an der Grenzfläche Kern/Mantel weitergeleitet und folgen allen Biegungen der Faser um am anderen Ende wieder auszutreten. Die wichtigsten Kenngrößen von Lichtleitfasern sind die Numerische Apertur, die optische Durchlässigkeit und der Faserdurchmesser.

Numerische Apertur (Maß für die Menge des gesammelten Lichtes)

Die Numerische Apertur einer Lichtleitfaser ist abhängig von den Brechzahlen der verwendeten Kern- und Mantelgläser. Die Beziehung

$$NA = n_o \times \sin \alpha_o = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

gilt für Lichtstrahlen, die in der Achsenschnittebene durch eine Faser verlaufen. Sie kann vereinfachend für Lichtleiter eingesetzt werden. Dabei sind

- n_o = Brechzahl des umgebenden Mediums
- n_1 = Brechzahl des Faserkerns
- n_2 = Brechzahl des Fasermantels
- α_o = Grenzwinkel zur optischen Achse

Alle Lichtstrahlen, die unter einem Winkel $\alpha \leq \alpha_o$ auf die senkrecht zur Achse polierte Stirnfläche einer Lichtleitfaser einfallen, werden weitergeleitet. Die Dispersionen von Kern- und Mantelglas bewirken geringfügig voneinander abweichende Numerische Aperturen bzw. Öffnungswinkel für verschiedene Wellenlängen

Optische Durchlässigkeit

Die optische Durchlässigkeit wird durch eine Summe von Einzelfaktoren bestimmt. Da die kreisrunden Fasern im faseroptischen Bauteil gebündelt sind, befinden sich zwischen den Fasern Zwickel, die ebenso wie das Mantelglas nicht zur Lichtleitung beitragen. Gemeinsam mit den Verlusten durch Reflexion beim Ein- und Auskoppeln ergibt sich so eine Verminderung der optischen Durchlässigkeit für faseroptische Bauteile um ca. 34%, unabhängig von der Länge. Die längenabhängigen Verluste werden verursacht durch Absorption und Streuung längs der Faser.

Die spektrale Durchlässigkeit für Lichtleiter wird wesentlich durch das verwendete Kernglas und dessen Absorptionseigenschaften bestimmt.

Faserdurchmesser

Um die Totalreflexion sicher zu gewährleisten, muss der Fasermantel für den sichtbaren Bereich eine Dicke von mindestens $2\mu\text{m}$ besitzen. Mit grösser werdendem Faserdurchmesser wird bei gleichbleibender Manteldicke der optisch wirksame Querschnitt der Lichtleiter günstiger. Zugleich nimmt aber die Flexibilität der Faser ab. Bei einem Faserdurchmesser von $70\mu\text{m}$ ergibt sich für die meisten Anwendungen ein optimales Verhältnis zwischen Durchlässigkeit und Flexibilität.