

Lichtausbreitung in Glasfasern

Fortgeschrittenes Praktikum

Physikalisches Institut

Fachbereich Physik

Goethe Universität Frankfurt am Main

Kontaktdaten des Betreuers

Matthias Wiecha

Büro: _0.215

Tel.: 069/798 47209

Email.: wiecha@physik.uni-frankfurt.de

Arbeitsgruppe: Prof. Dr. Roskos

Praktikumsraum: 1.213

Einleitung

Im vorliegenden Versuch soll der prinzipielle Aufbau und die Funktionsweise von Lichtwellenleitern nahe gebracht werden. Es soll das Auftreten verschiedener Moden erklärt werden und zudem die Funktionsweise von bikonischen Faserkopplern untersucht werden.

Versuchsvorbereitung

Zur Vorbereitung auf den Versuch machen Sie sich bitte mit folgenden Themen vertraut, die vor dem Versuch mit dem Betreuer besprochen werden:

- Aufbau und Funktionsweise eines Glasfaserkabels (Lichtwellenleiter)
- Entstehung der LP-Moden im Lichtwellenleiter
- Faserparameter V und dessen Einfluss auf die auftretenden Feld-Moden
 - Einwelligkeitsgrenze
 - Cut-Off-Wellenlänge
- Aufbau und Funktionsweise eines bikonischen Faserkopplers
- Bedeutung verschiedener Spezifikationen für Kopplerstrukturen
 - Insertion loss (dB)
 - Return loss (dB)
 - Directivity (dB)
 - Excess loss (dB)

Zur Vorbereitung werden Ihnen Kopien aus folgendem Lehrbuch zur Verfügung gestellt:

- H.-G. Unger und U. Unrau, *Optische Wellenleiter*. Heidelberg: Hüthig, 1990.

Diese Kopien sind für die Versuchsdurchführung gedacht und wir bitten Sie aus urheberrechtlichen Gründen die Kopien nicht weiter zu verteilen oder zu veröffentlichen.

Versuchsdurchführung

Teil 1: Visualisierung verschiedener Moden mit Hilfe eines CCD-Chips

Theoretische Vorüberlegungen

In diesem Versuchsteil sollen Sie zunächst bestimmen, wie viele Moden Sie in dem vorliegenden Aufbau anregen können.

Sie arbeiten mit einer Standardfaser SMF-28, welche eine Cut-off-Wellenlänge von 1260 nm aufweist. Sie arbeiten außerdem mit einem Laser der Wellenlänge 655 nm.

Gehen Sie von der Formel für den Faserparameter aus und bestimmen Sie mit der Einwelligkeitsgrenze $V=2.405$ den Faserparameter, der für die benutzte Laserwellenlänge vorliegt.

Mit Hilfe der Ihnen zur Verfügung gestellten Kopien bestimmen Sie bitte die anregbaren Moden in Ihrem Aufbau.

Praktische Überprüfung

Ihnen liegt ein Aufbau vor, bei dem der Laser über eine Kopplungslinse direkt in die Faser eingespeist wird und mit Hilfe des CCD-Chips einer konventionellen Webcam die Intensitätsverteilung der transmittierten Strahlung aufgenommen werden kann.

Versuchen Sie über die Variation des Einstrahlwinkels bzw. durch die gezielte Herbeiführung von Biegeverlusten in der Faser, die von Ihnen bestimmten möglichen Moden nacheinander einzeln darzustellen. Erkennen Sie Unterschiede, wie wahrscheinlich die Moden auftreten?

Teil 2: Funktionsweise von bikonischen Faserkopplern

Materialien und Geräte

- Laser LDS1550 (1550 nm)
- Laser LDS1310 (1310 nm)
- Laser LDS1630 (1630 nm)
- 1x Single Mode Wavelength Division Multiplexer, 1330/1550 nm (Thorlabs WD202B-APC)
- 1x Single Mode Coupler 2x2, 1310/1550 nm, 50:50 Split (Thorlabs 10202A-50-APC)
- 1x Single Mode Coupler 2x2, 1310/1550 nm, 90:10Split (Thorlabs 10202A-90-APC)
- Powermeter

Durchführung

In diesem Versuchsteil sollen Sie drei verschiedene Koppler charakterisieren und mit den theoretischen Spezifikationen vergleichen.

Ihnen stehen drei Laser mit den Wellenlängen 1310 nm, 1550 nm und 1630 nm zur Verfügung, die Sie bitte direkt mit den Kopplern verbinden. Der Ausgang, den sie vermessen möchten verbinden Sie bitte mit dem Powermeter. Die Ausgangsleistung sollte bei $P=0.5$ mW liegen. Sollte dies nicht der Fall sein, können sie mit dem Drehschalter die Leistung nachregulieren.

Bitte schalten Sie die Strahlung der Laser erst an, wenn auf dem Auslass ein Koppler aufgeschraubt ist und alle offenen Enden des Kopplers entweder mit dem Powermeter oder mit einer Kappe abgeschlossen sind.

Achten Sie ferner darauf, dass beim Verbinden der Konnektoren die kleine Nase am Ring des Kopplers in der Aussparung sitzt, bevor sie den Ring fest schrauben. Nur so sitzen die Enden der Glasfasern korrekt aufeinander.

Bei dem Single Mode Wavelength Division Multiplexer benutzen sie bitte die Faser auf der Seite mit nur einem Ende als Eingang und vermessen nacheinander die übrigen Ausgänge mit dem Powermeter.

Bei den beiden 2x2-Kopplern benutzen Sie bitte eine Seite als Eingang und eine Seite als Ausgang. Vermessen Sie bitte beide Fasern der Eingangsseite, indem sie eine Faser an den Laser anschließen und die übrigen drei Enden mit dem Powermeter vermessen. (Rückstreuung im anderen Eingangsarm). Anschließend verwenden Sie bitte die andere Faser, um die Symmetrie der beiden Fasern zu überprüfen.

Alle Messungen führen Sie bitte mit zwei Lasern durch (1310 nm und 1550 nm). Funktioniert der 1630nm-Laser mit den zur Verfügung stehenden Fasern?

Achten Sie beim Ablesen des Powermeters darauf, dass die Anzeige selbstständig zwischen pW, nW, μ W umschaltet.

Zur Auswertung

Berechnen Sie bitte aus den gemessenen Werten die folgenden Größen:

- Insertion loss (dB)
- Return loss (dB)
- Directivity (dB)
- Excess loss (dB)

Im Anhang dieser Anleitung finden Sie die theoretischen Spezifikationen des Herstellers.

Bitte vergleichen Sie die Werte (falls vorhanden) mit Ihren errechneten Größen und diskutieren Sie, in wie weit Ihre Werte mit den Spezifikationen übereinstimmen.

Diskutieren Sie mögliche Fehlerquellen, wobei Sie bitte ebenfalls berücksichtigen, in wie weit die Verwendung der 0.5 mW Leistung als Referenzleistung gerechtfertigt ist oder nicht.

Strahlenschutz

Die verwendeten Laser sind Laser der Strahlenschutz-Klasse 3.

Für den 1. Versuchsteil stehen Ihnen Schutzbrillen zum Schutz Ihrer Augen zur Verfügung. Im zweiten Versuchsteil achten Sie bitte darauf, dass alle freien Enden einer Glasfaser durch einen Verschluss bedeckt sind, wenn Sie die Strahlung einschalten und die Strahlung auch nur während einer Messung ein geschaltet ist.

Sehen Sie nie direkt in den Laser oder in auftretende Reflexe und passen Sie auf mit Schmuck oder anderen reflektierenden Dingen.

Das Protokoll kann gerne per Email im .doc oder .pdf Format an die Adresse

wiecha@physik.uni-frankfurt.de gesendet werden.