

<p><b>Praktikum</b></p> <p><b>Optische Nachrichtentechnik</b></p> <p><b>Versuch 4</b></p> <p><b>Übertragungstechnik, Koppler, Filter, Empfänger</b></p>	<p>Versuchsdatum:.....</p> <p>Semester:.....Gruppe:.....</p> <p>Teilnehmer:.....</p> <p>.....</p> <p>Email:.....</p>
---	--

**Inhalt und Ziel:** Sie lernen die Funktionsweise einer mehrkanaligen optischen Übertragungstrecke kennen. Sie studieren die einzelnen Komponenten in Bezug auf ihre optischen und elektrischen Eigenschaften. Dazu zählt der Koppler bzw. Demultiplexer, dessen Teilverhältnis und Kanaltrennung Sie bestimmen. Sie ermitteln die optische Leistung der Sender, die Dämpfung der Komponenten, sowie die Empfindlichkeit des Empfängers und berechnen daraus den Pegelplan (ggf. die maximal zu überbrückende Entfernung). Sie studieren die Funktion des Gesamtsystems, indem Sie zwei Nutzsignale (Audio / Video-Signale) über einen gemeinsamen LWL senden.

### Einführung

Wellenlängenmultiplex begegnet dem Anwender üblicherweise in LWL-Übertragungssystemen mit Singlemodedfasern und einem Wellenlängenbereich um 1550nm. Diese Systeme erlauben die Übertragung von Datenraten bis zu 20Gbit pro Kanal bei einem Kanalabstand von kleiner 1 nm.

Damit stehen dem Nutzer dutzende optische Kanäle und somit eine hohe Übertragungsbandbreite zur Verfügung. Diese Vorteile sind nur mit einem sehr hohen Aufwand in Bezug auf die Einzelkomponenten möglich. So müssen die verwendeten Laser nicht nur sehr schmalbandig (DFB-Laser), sondern auch extrem wellenlängenstabil sein. Darüber hinaus werden hohe Anforderungen an die optischen Multiplexer und Demultiplexer hinsichtlich ihrer Einfügedämpfung und Kanaltrennung gestellt.

Neben diesen hochbitratigen Systemen setzen sich, im „Homebereich“ zunehmend preiswertere Systeme durch, die Kunststofffasern (POF) als Übertragungsmedium nutzen. Die hiermit erzielten Bandbreiten von 10-100Mbit pro Kanal reichen aus, um sowohl analoge Videosignale, als auch IP-basierte Digitaldaten (im LAN) zu übertragen.

Bei dem vorliegenden Versuch wird die Funktion eines mehrkanaligen Übertragungssystems sehr anschaulich mithilfe zweier Kameras als Signalquellen studiert.

### Testfragen und Vorbereitung

- Erläutern Sie die Funktionsweise und den Einsatzbereich eines optischen Multiplexers
- Welche Rolle spielt das Übersprechen bei der Beurteilung der Übertragungsqualität? Was sind mögliche Ursachen des Übersprechens?
- Welche Arten von Kopplern verwendet man?
- Erläutern Sie den Unterschied zwischen grob- und engmaschigem Wellenlängenmultiplex. Welche Kanalabstände sind hier üblich?
- Wie sind optische Empfänger aufgebaut? Welche Effekte begrenzen die zu übertragende Bandbreite?
- Was ist bei der Pegelanpassung am Eingang von optischen Empfängern zu beachten? Wozu führt „Übersteuerung“ in Bezug auf die Signalqualität?

#### Allgemeine Hinweise:

Lesen Sie die ausliegenden Sicherheitshinweise für den Umgang mit Lasern!

Skizzieren Sie den jeweiligen Messaufbau!

Notieren Sie alle wichtigen Parameter in den jeweiligen Messungen (Gerätetypen, Leitungslängen, Wellenlängen, ...)!

## Versuchsdurchführung

1. Messung der maximalen Ausgangsleistung der Quellen sowie Bestimmung des Arbeitsstromes bei halber Ausgangsleistung zur Ermittlung des optimalen Arbeitspunktes.
  - Messen Sie die maximale Ausgangsleistung der beiden Quellen. ( in dBm und  $\mu\text{W}$ )
  - Verändern sie den Strom beider Quellen, bis Sie die halbe Leistung erreicht haben und notieren Sie diesen.
  
2. Charakterisierung der Multiplexer
  - Bestimmen Sie das Teilverhältnis und die Einfügedämpfung der Koppler für beide Wellenlängen (Multiplexer und Demultiplexer). Beachten Sie , dass bei den POF Kopplern jeweils drei Ports zur Verfügung stehen (ein Eingang und zwei Ausgänge)
  - Fertigen Sie eine sinnvolle Skizze der Messanordnung und des Kopplers an.
  - Notieren Sie in der Skizze oder tabellarisch Ihre Messwerte (Ein- und Ausgangsleistung, Teilverhältnis, Einfügedämpfung) – achten Sie auf Übersichtlichkeit.
  - (NUR bei Singlemode-Kopplern) Beachten Sie, dass die Messanordnung über drei Koppler verfügt, wobei ein Koppler nicht wellenlängenselektiv ist und zwei Koppler selektiv sind. Messen Sie die Kanaltrennung des Demultiplexers sowie die Selektivität des Multiplexers. Welcher Unterschied besteht zwischen dem Koppler 1 und dem Koppler 2? Wo finden die Koppler jeweils Verwendung?
  
3. Charakterisierung der Filter (NUR BEI POF)
  - Messen Sie die Einfügedämpfung und die Kanaltrennung der Filter, indem Sie jedes Filter mit beiden Quellen vermessen. Benutzen Sie zur Referenzmessung ein kurzes POF Faserstück.
  - Stellen Sie die Kanaltrennung sowie Dämpfung im Durchlass- und Sperrbereich tabellarisch dar.
  
4. Bestimmung der Faser- und Steckerdämpfung
  - Beziehen Sie auch die Ergebnisse der Versuche 1 und 2 mit ein.
  - Messen Sie die Dämpfung der Faser nach dem Einfügeverfahren bei beiden Wellenlängen und geben Sie den Dämpfungsbelag in dB/km an.
  - Messen Sie exemplarisch die Dämpfung von 2-3 Steckverbindungen. Geben Sie den statistischen Mittelwert der Dämpfung je Steckverbindung in dB an.
  
5. Untersuchung des Empfängers
  - Verbinden Sie mithilfe eines kurzen LWL-Kabels, Sender A mit den Empfängern. Messen Sie mit einem Multimeter den Signalpegel an jedem Empfänger. (Beim POF System sind drei Empfänger vorhanden: zwei mit Filter, einer ohne)
  - Wie groß darf die zusätzliche Dämpfung im System sein, damit der Signalpegel noch gerade 100mV beträgt?
  - Welche Entfernung ließe sich überbrücken, wenn man einen LWL mit der unter Punkt 4 ermittelten Dämpfung verwendet?

- (NUR bei Singlemode-Empfängern)  
Überprüfen Sie, ob der Empfänger evtl. übersteuert ist, indem Sie das Ausgangssignal bei maximaler und halber Laserleistung messen. Können Sie Änderungen im Ausgangssignal feststellen? Wenn nicht, liegt Übersteuerung vor. Verwenden Sie ggf. das Dämpfungsglied zur Pegelanpassung.
6. (NUR POF)  
Übertragung eines Videosignals über das System. Beurteilung der Signalqualität und des Übersprechens.
- Verbinden Sie Quelle und Empfänger mit Hilfe der Koppler und verwenden Sie als Signalquelle eine Videokamera.
  - Studieren Sie die Funktion des Systems, indem Sie die beiden Kanäle über einen Lichtwellenleiter übertragen.
  - Beurteilen Sie die Signalqualität und das Kanalübersprechen, indem Sie nacheinander die einzelnen Signale zu- oder abschalten und beobachten Sie den Einfluss auf die Bildqualität
7. (Nur Singlemode)  
Übertragen eines Digitalsignals.
- Stellen Sie den Sender auf „externe Modulation“ und schließen Sie einen Rechteckgenerator mit TTL Ausgang an.
  - Beobachten Sie das Ausgangssignal am Empfänger und das Eingangssignal. Was geschieht, wenn Sie die Sendekanäle vertauschen?  
Wie wirkt es sich auf die Übertragung aus, wenn die Empfänger direkt (ohne Faserspule, Koppler und Dämpfungsglieder ) mit den Sendern verbunden werden?
  - Bestimmen Sie die Kanaltrennung.

## Versuchsauswertung

Stellen Sie sämtliche Messergebnisse übersichtlich (ggf. tabellarisch) dar.

- Fertigen Sie eine Skizze der gesamten Übertragungsstrecke an und zeichnen Sie einen Pegelplan. (Literatur: Jansen, Optoelektronik S.202 YET Jans)  
Der Pegelplan sollte beinhalten: Quellenpegel, Steckerdämpfung, Faserdämpfung, Koppler/ Filterverluste, Empfängersättigung (Nur SI) Empfängerempfindlichkeit.
- Geben Sie an, welche Entfernung bei direkter Verbindung von Quelle und Empfänger mittels LWL überbrückbar ist.