

Fragenkatalog zur Vorlesung Optische Nachrichtentechnik 3 im Wintersemester 2004/05

Im folgenden sind Fragen aufgelistet, die Gegenstand der mündlichen Prüfung zur Optischen Nachrichtentechnik 3 sein könnten. Diese Zusammenstellung soll dazu dienen, das Niveau der Prüfungsfragen einschätzen zu können. Sie erhebt selbstverständlich keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Vielmodenfasern:

- Wie sieht der Querschnitt einer Glasfaser prinzipiell aus? Was sind typische Brechzahlen in Kern und Mantel?
- Was sind die prinzipiellen Unterschiede zwischen Vielmodenfasern und Einmodenfasern hinsichtlich ihres Aufbaus, ihrer Übertragungseigenschaften und ihrer Verwendung? Wo ist insbesondere der Einsatz von Vielmodenfasern sinnvoll?
- Was versteht man unter der numerischen Apertur bzw. dem Aperturwinkel einer Glasfaser? Geben Sie auch den formelmäßige Zusammenhang zwischen den beiden Größen an.
- Erklären Sie den Begriff der „Gruppenlaufzeitdispersion“. Was versteht man unter „chromatischer Dispersion“, was unter „(Inter)Modendispersion“?
- Erläutern Sie Abbildung 1.2. Was ist dargestellt? Was bedeuten die Zahlen ν und μ ?
- Erläutern Sie die Begriffe „longitudinale Moden“ und „transversale Moden“ und grenzen Sie diese gegeneinander ab.
- Was versteht man unter der „Kohärenzzeit“ $\Delta\tau$, was unter der „Kohärenzbandbreite“ Δf eines Zeitsignals? Stellen Sie den Zusammenhang zu den Begriffen „Kohärenzfläche“ ΔF und „Kohärenzraumwinkel“ $\Delta\Omega$ eines monochromatischen elektromagnetischen Feldes her. Wie ordnet sich das „Abtasttheorem“ in diesen Zusammenhang ein?
- Gibt es einen „Licht-Einfülltrichter“, d.h. ein verlustloses optisches System, das Licht in der Eingangsebene in einem großen Flächen- und Raumwinkelbereich sammelt (viele transversale Moden) und am Ausgang in einen kleinen Flächen- und Raumwinkelbereich abstrahlt (wenige transversale Moden)?
- Welche Annahmen liegen dem Näherungsverfahren der „Strahlenoptik“ bzw. der „geometrischen Optik“ zugrunde? Gibt es andere physikalische Formalismen, die in ähnlicher Weise miteinander in Beziehung stehen?
- Was versteht man (anschaulich) unter einer „Kongruenz“, was unter einer „Kaustik“? Wie ändert sich die Phase eines elektromagnetischen Feldes an einer Kaustik?
- Erläutern Sie Gleichung 1.28. Welche Bedeutung haben die auftretenden Größen n, \vec{r}, s ? Unter welcher weiteren Annahme kommt man auf Gleichung 1.29?
- Wie läßt sich Gleichung 1.32 anschaulich interpretieren?
- Erläutern Sie anhand der Abbildungen 1.5 und 1.6 die folgenden Begriffe: Meridionalstrahlen, windschiefe Strahlen, Helixstrahlen, tunnelnde Strahlen, geführte Moden, Strahlungsmoden, Leckwellen. Zeigen Sie die entsprechenden Bereiche für die Modenindizes der $LP_{\nu\mu}$ -Moden anhand von Abbildung 1.8 auf.

- Erläutern Sie anhand von Abbildung 1.9, unter welchen Einstrahlwinkeln in einem bestimmten Punkt der Faserendfläche ein geführter Modus, eine Leckwelle oder ein Strahlungsmodus angeregt wird.
- Was ist eine Gradientenlinse?
- Charakterisieren Sie die allgemeinste Bahnkurve, die ein Lichtstrahl in einer Gradientenlinse beschreibt. Wie ändert sich im Falle eines Gaußschen Strahles der Strahldurchmesser während der Propagation? Was versteht man in diesem Zusammenhang unter einem „angepaßten“ Gaußschen Strahl?
- Was versteht man unter „Granulationsmustern“ am Ende einer (kurzen) Mehrmodenfaser? Wie entstehen sie? Warum „verschwinden“ sie, wenn man die Faser in ein Ultraschallbad legt?
- Erläutern Sie Abbildung 1.14. Welches Brechzahlprofil erscheint vor dem Hintergrund einer maximalen Übertragungsbandbreite besonders günstig? Erklären Sie den zugrundeliegenden Effekt anschaulich anhand einer Skizze der Bahnkurve eines Lichtstrahls in einer Parabelprofilfaser.
- Welche Annahme bezüglich der Verteilung der optischen Leistung auf die einzelnen Moden wurde Abbildung 1.14 zugrunde gelegt? Wird sich das Ergebnis merklich ändern, wenn von dieser Annahme abgewichen wird?
- Erläutern Sie Abbildung 1.15. Wie hängt demnach die Leistungs-Übertragungsbandbreite einer Glasfaser von deren Länge ab?
- Was versteht man unter einem linearen System? Was bedeutet der Begriff der „Zeitinvarianz“ in der Systemtheorie? Warum sind lineare, zeitinvariante Systeme so bedeutsam?
- Was würden Sie auf die Frage „Ist eine Glasfaserstrecke ein lineares System?“ antworten?
- Ist eine Glasfaserstrecke ein lineares System, wenn man die Amplitude einer bestimmten Feldstärkeverteilung in der Anfangs- bzw. Endfläche als Ein- bzw. Ausgangsgröße betrachtet (von optischen Nichtlinearitäten des Glases sei dabei abgesehen)?
- Ist eine Glasfaserstrecke ein lineares System, wenn die (über mehrere optische Perioden gemittelte) Sendeleistung als Eingangsgröße verwendet wird und die Ausgangsgröße durch die Stromstärke des Detektorstromes bestimmt wird? Unter welchen Umständen läßt sich dieses System durch ein lineares System annähern? Erläutern Sie die Gleichungen 1.91 und 1.92 vor diesem Hintergrund.
- Erläutern Sie die Modellierung der Lichtquelle anhand von Gleichung 1.84. Welche Bedeutung haben die auftretenden Terme?
- Erläutern Sie Abbildung 1.16. Wie kann es auf verlustfreien Leitungen in Anwesenheit mehrerer modulierter Moden zu „Dämpfungspolen“ kommen?
- Wie kommt es zu der in Abbildung 1.17 gezeigten Störung des Brechzahlprofils? Nennen Sie eine weitere bei Glasfasern häufig auftretende Abweichung vom idealen Wellenleiter.
- Erklären Sie (qualitativ) den Begriff der „Stationären Modenleistungsverteilung“ und der „Stationären Modenimpulsverteilung“. Erläutern Sie vor diesem Hintergrund die Abhängigkeit der Impulsdauer von der Faserlänge anhand von Gleichung 1.108. Was versteht man unter dem „Bandbreite-Länge-Produkt“ einer Glasfaser?
- Wie entsteht eine stationäre Modenleistungsverteilung? Was muß man in diesem Zusammenhang bei Dämpfungsmessungen beachten? Wie kann man eine stationäre Modenleistungsverteilung näherungsweise anregen?

- Was sind die wesentlichen Unterschiede zwischen Lumineszenzdioden und Laserdioden? Welche Auswirkungen haben diese auf die Verwendung im Zusammenhang mit verschiedenen Fasertypen?
- Erläutern Sie den Begriff „Modenrauschen“ qualitativ.

Ausbreitung optischer Felder:

- Erläutern Sie anhand von Abbildung 2.3 die folgenden Begriffe: Strahldurchmesser, Strahltaile, Krümmungsradius der Phasenfront, Schärfentiefebereich, Divergenzwinkel.
- Was bedeuten die in Gleichung 2.23 auftretenden Größen k , z_0 , w_0 , b , $R(z)$, $w(z)$, $q(z)$?
- Erläutern Sie anhand einer Skizze eines zentriert-kollinearen optischen Systems den Formalismus der ABCD-Matrizen in der geometrischen Optik. Wie läßt sich das Verhalten von Gauß-Strahlen in einem zentriert-kollinearen System mit Hilfe des ABCD-Matrix-Formalismus kompakt beschreiben?

Kohärenz optischer Felder:

- Erläutern Sie die Bedeutung der folgenden Begriffe: Streng stationär, schwach stationär, ergodisch.
- Sind ergodische Zufallsprozesse notwendigerweise streng stationär? Wie sieht es umgekehrt aus? Nennen Sie ggf. ein Gegenbeispiel.
- Was versteht man unter zeitlicher, was unter räumlicher Kohärenz?
- Erläutern Sie die in Abbildung 3.2 eingetragenen geometrischen Größen der Polarisationsellipse (χ , ψ , a , b).
- Zeigen Sie, in welchen Bereichen von Abbildung 3.3 die Zustände vollständiger bzw. unvollständiger Polarisation anzusiedeln sind.
- Welche ausgezeichneten Polarisationszustände kennen Sie? Wie sind sie physikalisch zu interpretieren und wo auf der Poincaré-Kugel liegen sie? Was bedeutet „rechtszirkulare Polarisation“ anschaulich?
- Erläutern Sie den Begriff des „Polarisationseigenzustandes“ für ein doppelbrechendes Medium?
- Was versteht man unter dem „Polarisationshauptzustand“ eines optischen Systems?
- Skizzieren Sie den Aufbau eines Mach-Zehnder-Interferometers zur Messung der zeitlichen Kohärenz.