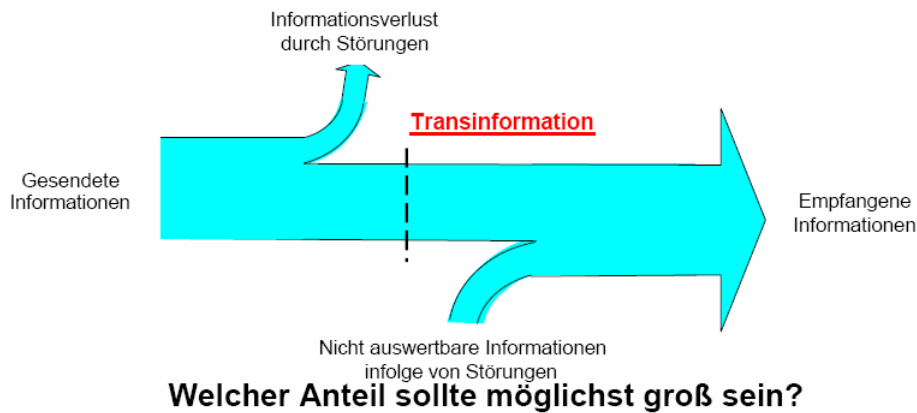


# TG-Ausarbeitung

## 1. Was ist Transinformation? (inkl. Skizze)



Sie ist die gegenseitige Information, welche ein Zufallsprozess über einen anderen enthält und umgekehrt. Verschwindet die Transinformation, dann sind die beiden Zufallsprozesse statistisch unabhängig, andernfalls gibt es Abhängigkeiten

## 2. Was sind zeit und ortsabhängige Signale?

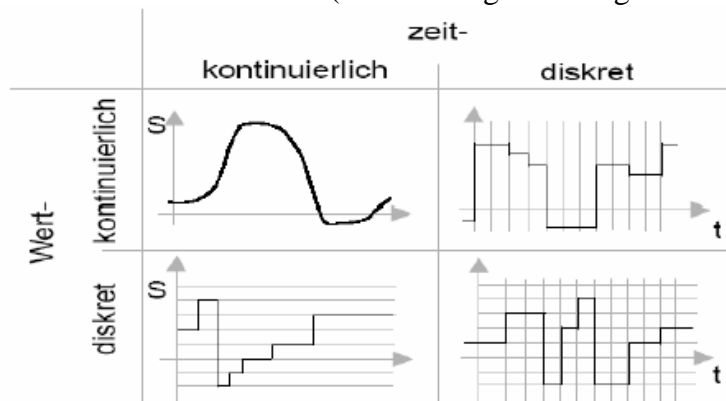
Ortsabhängige räumliche Signale: für Speichern von Daten (Optischer Speicher, beschriebenes/bedrucktes Papier, Optische Platten- CD-R, DVD, Magnetischer Speicher)

Zeitabhängige Signale: für Verarbeiten und Übertragen von Daten

## 3. In welcher Weise können Signale klassifiziert werden (inkl. Grafischer Darstellung, mehrere Klassifikationsmöglichkeiten)?

Signale (zeit/wert-diskret/kontinuierlich) können auch wie folgt klassifiziert werden:

- Deterministische Signale: Der Signalverlauf ist grundsätzlich vorhersagbar
  - Periodische deterministische Signale (Rechteckschwingung, Dreieckschwingung, Harmonische Schwingung)
  - Nichtperiodische deterministische Signale (Pulse, Sprünge)
- Stochastische Signale: Der Signalverlauf bzw. die Signaleigenschaften wird mit statistischen Methoden beschrieben (z.B.: Sendesignale, Rauschen, ...) → dies ist der eigentliche Kernbereich der modernen Nachrichtentechnik (man benötigt allerdings viel Mathematik!!)



#### 4. Was versteht man unter Aliasing?

Aliasing entsteht durch Sampling, Sampling = Abtasten analoger Daten

Die Erscheinung, dass auf Bildschirmen und Druckern, die nach dem Raster- bzw. Matrixverfahren arbeiten, schräg verlaufende Linien stufig dargestellt werden (man spricht auf vom "Treppenstufen- Effekt"):

Eine mögliche Abhilfe besteht darin, benachbarte Bildpunkte durch Farbverläufe anzugleichen: siehe *Anti-Aliasing*

#### 5. Was besagt das Abtasttheorem?

Das **Abtasttheorem** besagt, dass ein kontinuierliches Signal mit einer Maximalfrequenz  $f_{\max}$  mit einer Frequenz größer als  $2 \cdot f_{\max}$  abgetastet werden muss, damit man aus dem so erhaltenen zeitdiskreten Signal das Ursprungssignal ohne Informationsverlust wieder rekonstruieren kann:

*Zusatz: In der Praxis bedeutet das, dass man vor der Digitalisierung die maximale Frequenz kennen oder herausfinden muss (zum Beispiel mit Hilfe der Fourier-Analyse eines hochfrequent abgetasteten Signals) und dann das Signal zwecks Digitalisierung mit mindestens der doppelten Frequenz abgetastet werden muss. Eventuell enthaltene Signalanteile mit einer Frequenz größer der halben Abtastfrequenz müssen vor der Digitalisierung mit einem (analogen) Tiefpass-Filter aus dem Signal herausgefiltert werden, da es sonst zu Artefakten kommt.*

#### 6. Welche Arten der Signalquantisierung kennen Sie?

Lineare Quantisierung:

Bei der linearen Quantisierung wird der maximale Amplitudenbereich in eine vorgegebene Anzahl gleich großer Amplitudenbereiche (Quantisierungsintervalle) unterteilt und jedem dieser Bereiche wird ein Wert zugeordnet (Quantisierungsstufe).

Nicht lineare Quantisierung:

Hier erfolgt eine Unterteilung des maximalen Amplitudenbereiches in Intervalle, deren Größe nicht mehr konstant ist. Kleinere Spannungsproben aus einem Fernsprechsinal werden mit einem kleineren Fehler zurückgebildet, d.h. auch Signale mit kleinen Amplituden heben sich noch deutlich vom Geräusch ab.

#### 7. Was ist Quantisierungsrauschen?

Quantisierungsrauschen ist die Differenz zwischen kontinuierlichem und quantisiertem Signal

#### 8. Was ist der Vorteil der logarithmischen Quantisierung?

Logarithmische Quantisierung nutzt die Tatsache aus, dass die Quantisierungsfehler bei leisen Tönen (Abtastwert nahe Null) relativ klein sind im Vergleich mit .

D.h. es fallen die Quantisierungsfehler bei kleinen Signalwerten nicht so ins Gewicht => Weniger Quantisierungsrauschen.

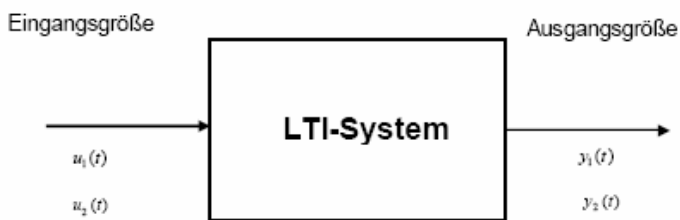
## 9. Was ist Dynamikkompensation?

Bei der Digitalisierung mit Dynamikkompensation ist die Wertigkeit des niedrigsten Bits variabel. Sie ist hoch im Bereich großer Signalgesamtamplituden, niedrig im Bereich kleiner Gesamtamplituden. Man spricht von nichtlinearer Quantisierung.

## 10 Was ist ein LTI-System? (mit Skizze, Gleichungen)

LTI Systeme sind die einfachsten dynamischen Systeme

- Linear (Homogenität, Superposition) = L
- Zeitinvariant = TI
- Unterscheidung in zeitkontinuierlich und zeitdiskrete LTI Systeme



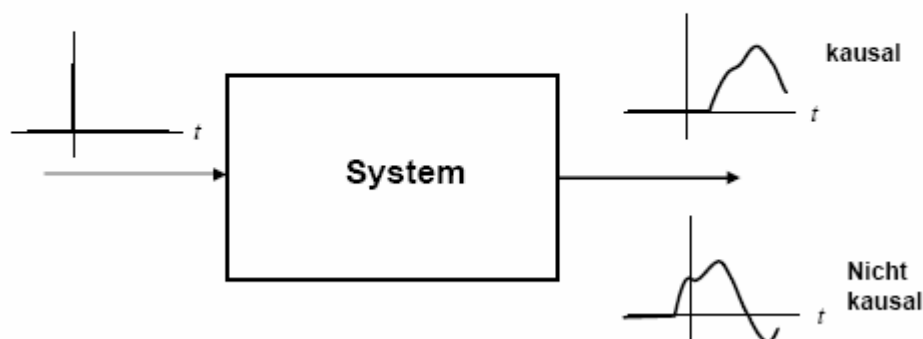
$$\begin{aligned}
 u_1(t) &\rightarrow y_1(t); & u_2(t) &\rightarrow y_2(t) \\
 u(t) &= a_1 \cdot u_1(t) + a_2 \cdot u_2(t) \\
 &\rightarrow y(t) = a_1 \cdot y_1(t) + a_2 \cdot y_2(t) \\
 &\forall a_1; a_2
 \end{aligned}$$

## 11. Was ist ein kausales LTI-System? (mit Skizze)

Bei kausalen Systemen steht die Wirkung des Systems (Ausgangsgröße) stets in einem kausalen

Zusammenhang mit der Ursache (Eingangsgröße), d.h. die maximale Ausbreitungsgeschwindigkeit von Information ist die Lichtgeschwindigkeit. Für räumlich nicht ausgedehnte Systeme bedeutet dies, dass die Impulsantwort eines Systems für  $t < 0$  verschwinden muss. Alle realen Systeme (mit Ausnahme von Wahrsagern, z.B. Frau Rogers) sind stets kausal!

## Kausale/ Nichtkausale LTI Systeme



## 12. Was ist ein stabiles LTI-System?

### Stabile/ Nichtstabile LTI Systeme:

Grundsätzlich gibt unterschiedliche Stabilitätsbegriffe (Ljapunovstab., lineare Stab., Spektrale Stab., Nekhoroshev Stab., ...). Grundsätzlich wächst bei stabilen Systemen die Ausgangsgröße nicht über alle Grenzen, wenn die Eingangsgröße beschränkt ist. Entwickler müssen stets darauf achten, dass die Systeme stabil sind, sonst z.B. Resonanzkatastrophe bei der Takomabücke

## 13. Wie reagiert ein LTI wenn es mit harmonischen Größen mit der Frequenz $f$ angeregt wird?

Ein LTI reagiert harmonisch mit der gleichen Frequenz.

## 14. Worauf stützt sich die große Bedeutung der Fouriertransformation bei LTI-Systemen?

LTI Systeme werden i.a. durch lineare, gewöhnliche (partielle) Differentialgleichungen (bzw. Differenzgleichungen) mit konstanten Koeffizienten beschrieben.

Werden die Eingänge eines LTI Systems mit einer harmonischen Größen erregt, so reagieren die Ausgänge ebenfalls harmonisch mit der gleichen Frequenz! Dies gilt nur für harmonische Größen- nicht für Rechteck, ....

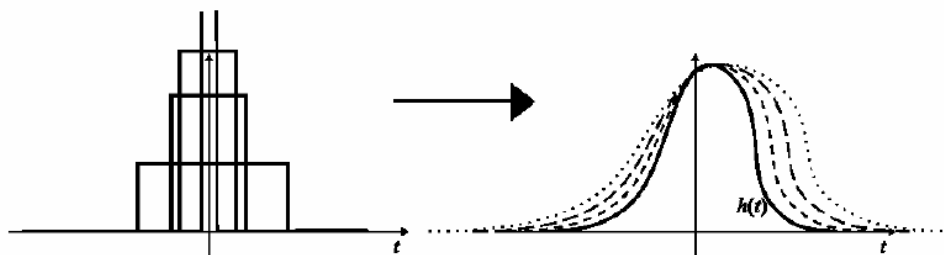
Deshalb hat die harmonische Analyse (Fourier...) bei LTI Systemen eine enorme Bedeutung!

## 15. Nennen Sie Beispiele für LTI-Systeme?

- Elektrische **Netzwerke** aus Spulen, Kondensatoren, Widerständen, ...
- Elektrische Leitung, auf der sich ein elektrisches Signal (z.B. Audio, Video) ausbreitet
- Raum, der ein akustisches Signal in charakteristischer Weise verändert
- Sender- Empfänger (Gelände, Berge)
- Mechanische Systeme
- Optische Systeme
- Manche Algorithmen

## 16. Was versteht man unter Impulsantwort eines LTI-Systems (inkl. Skizze)?

# LTI Systeme- Impulsantwort



Zeitliche Lokalisierung der Information: Dirac-Stoß  $\delta(t)$

## 17. Wie hängen Eingangsgröße und Ausgangsgröße eines LTI-Systems im Zeitbereich zusammen?

???? Faltung SG1

Inkl Faltungsformel

$U(t) * h(t)$

Oder Faltung 3 WAS im kastl ist

## 18. Wie hängen Eingangsgröße und Ausgangsgröße eines LTI-Systems im Frequenzbereich zusammen?

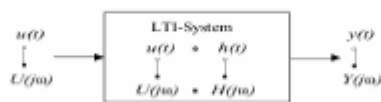
???? Multiplikation SG1

Inkl Formel

Folie LTI Systeme 2

Das was im kastl ist folie faltung (3)

## 19. Was versteht man unter Faltung? (inkl. Formel)



$$y(t) = h(t) * u(t) = \int_{-\infty}^{\infty} d\tau h(t - \tau) u(\tau) \xleftrightarrow{\text{Fourier}} Y(j\omega) = H(j\omega) \cdot U(j\omega)$$

Beschreibt den Zusammenhang zwischen Eingangsgrößen Ausgangsgrößen und Impulsantwort des Systems!!!! Sicher richtig FAM

Für zwei auf dem reellen Intervall  $D$  definierte Funktionen  $f, g: D \rightarrow \mathbb{C}$  wird die Faltung von  $f$  mit  $g$  als  $f * g$  notiert und ist definiert als das Integral über das Produkt von  $f$  mit einer gespiegelten verschobenen Version von  $g$ :

## 20. Welche Eigenschaft muss ein Signal haben damit sein Fourierspektrum diskret ist?

- Periodische diskrete Signale besitzen ein periodisches diskretes Spektrum oder

Damit ein Signal ein diskretes Spektrum besitzt muss es im Zeitbereich periodisch sein.

## 21. Welche Eigenschaft muss ein Signal haben damit sein Fourierspektrum kontinuierlich ist?

- es darf keinesfalls periodisch sein

## 22. Welche Eigenschaft muss ein Signal haben damit sein Fourierspektrum periodisch ist?

- (Periodische Signale besitzen ein s.g. Linienspektrum)

Zeitdiskret

### 23. Welche Medien zur Informationsübertragung kennen Sie?

- Elektrische Übertragungsmedien- Kabel: gut geeignet für analoge Signale, mit Einschränkungen auch für digitale Signale (Reichweite)
- Optische Übertragungsmedien: gut geeignet für digitale Übertragung
- Freiraumbausbreitung (Funk)

### 24. Was ist der Vorteil von verdrehten Kabeln gegenüber nicht verdrehten Kabeln?

Die Störungen sind geringer

- **Verdrillte Kabel, meist Kabelpaare**

(engl.: *twisted pair*)

- ⇒ preiswert
- ⇒ max. Übertragungsrate ca. 100 Mbit/s auf 100m (mit „Tricks“)
- ⇒ Beispiel: Telefonleitungen, lokale Computernetze

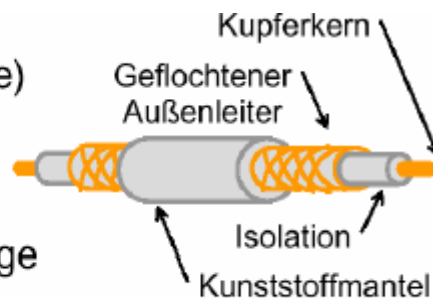


### 25. Was ist der Vorteil von Koaxialkabeln gegenüber verdrehten Kabeln?

- **Koaxialkabel**

(für sogenannte Breitbandnetze)

- ⇒ max. Übertragungsrate ca. 2 Gbit/s auf 2 km
- ⇒ Beispiel: Fernsehantenne, Kabelfernsehen, breitbandige Computernetze



### 26. Wo wird die elektromagnetische Energie in einem Koaxialkabel übertragen?

**Im Plastik-Dielektrikum zwischen Innen- und Außenleiter!!!**

Zwischen Innen und Außenleiter

### 27. Was ist der Wellenwiderstand einer Leitung?

Der Wellenwiderstand ist der Widerstand, den eine Leitung der Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle entgegenbringt. Der Wellenwiderstand ist die Kenngröße einer Leitung, die angibt, mit welchem Ohmschen Widerstand eine Leitung abgeschlossen werden muss, damit Anpassung erfolgt.

### 28. Was ist der Reflexionsfaktor?

$$r = \frac{Z - Z_w}{Z + Z_w}$$

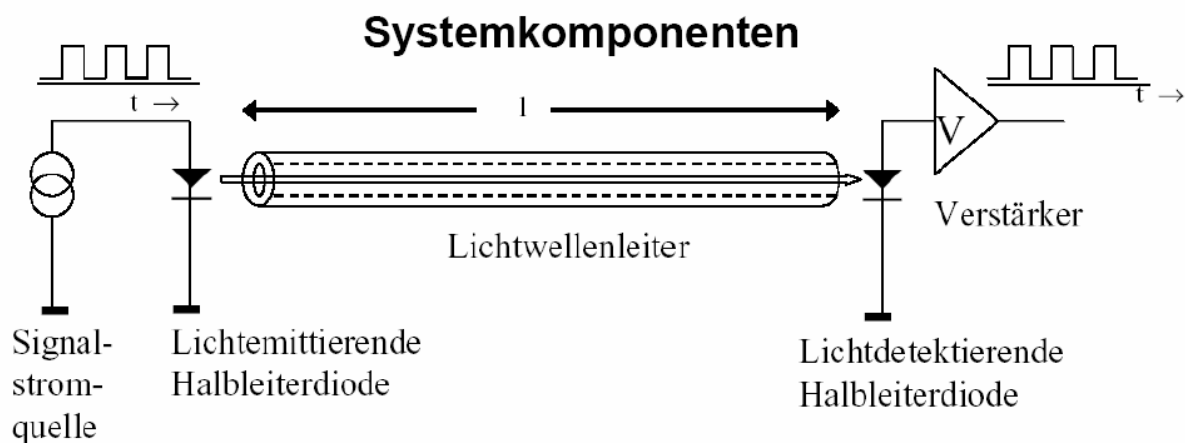
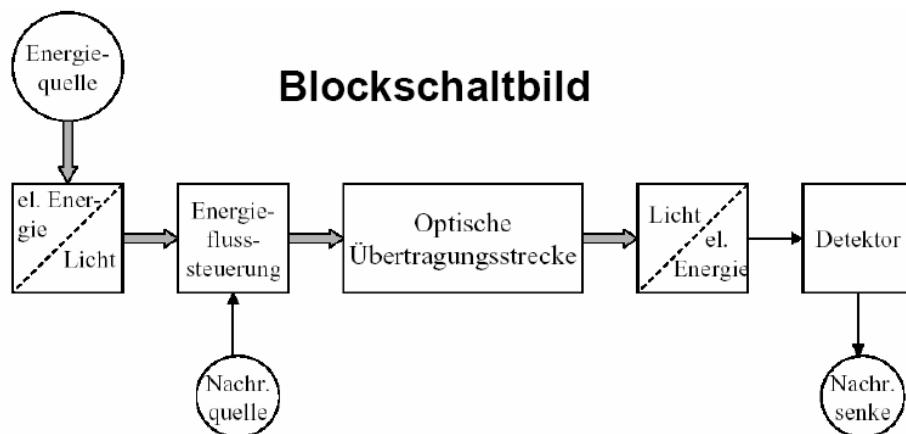
## 29. Warum ist es wichtig Leitungen mit dem Wellenwiderstand abzuschließen?

Um keine Reflektion auf der Leitung auftritt; wenn Störungen keine Datenfluss und wird gestört

## 30. Was sind die Vorteile von photonischen Netzen?

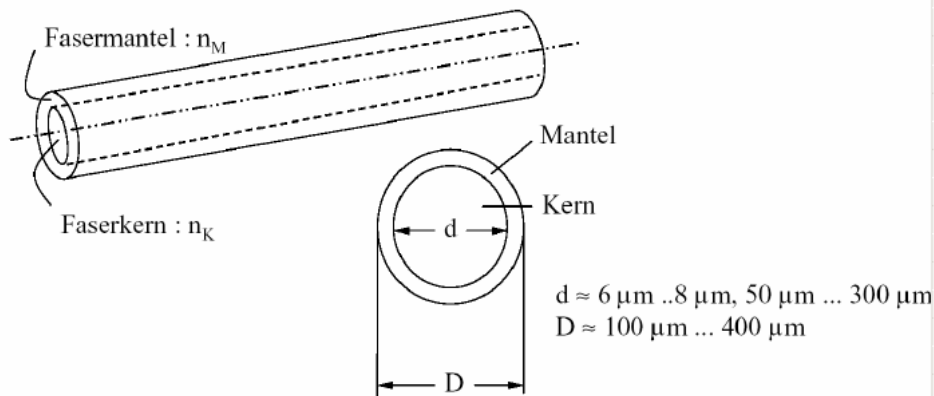
- Geringe Störungsanfälligkeit bezüglich elektrischer und magnetischer Felder
- Geringe Dämpfung
- Gigantische Übertragungskapazität
- Verhältnis Bandbreite zu Bandmittenfrequenz ist relativ klein (Weniger Auswirkung der Dispersion)

## 31. Skizzieren sie ein optisches Übertragungssystem!



### 32. Wie ist ein Lichtwellenleiter aufgebaut?

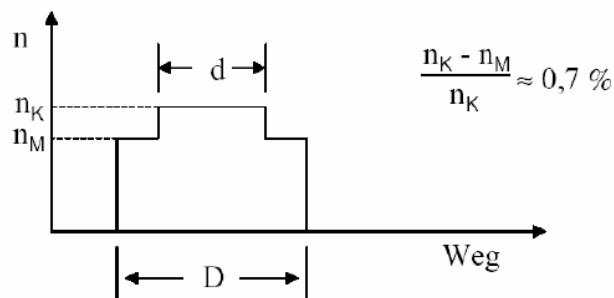
- Kern (Core) besteht aus Quarzglas, Mantel (Cadding) aus Kunststoff
- bis zu einigen Kilometern lang



### 33. Erklären Sie Stufenindexfaser und Gradientindexfaser. Skizzieren Sie jeweils den Strahlengang in der Faser.

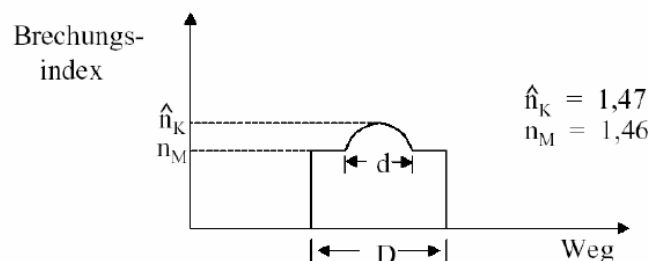
#### Stufenindexfaser

- Brechungsindex  $n$  gibt Verhältnis der Ausbreitungsgeschwindigkeiten an:  $n=c_0/v_L$  ( $c_0=2,998 \cdot 10^8$  m/s)
- Beispiel Quarzglas ( $\text{SiO}_2$ ):  $n_M=1,453$ ,  $n_K=1,463$  (Erhöhung des Brechungsindizes durch Zugabe von  $\text{GeO}_2$ )
- Einfachster Fall: Stufenindexfaser



#### Gradientindexfaser

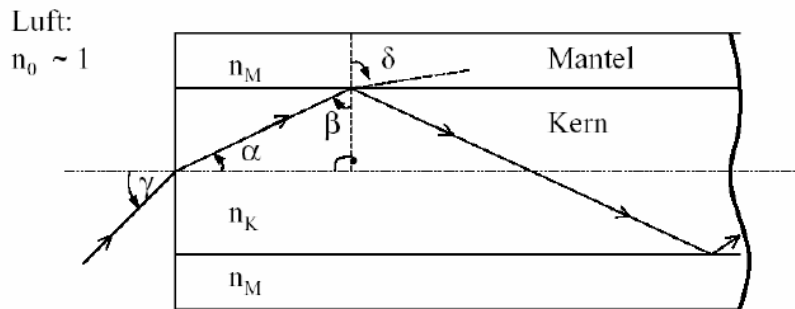
- Kontinuierliche Änderung des Brechungsindizes von innen nach außen
- Dadurch Ausbreitungsgeschwindigkeit der Moden höherer Ordnung ("weiter außen") schneller  
=> Verringerung der Laufzeitunterschiede



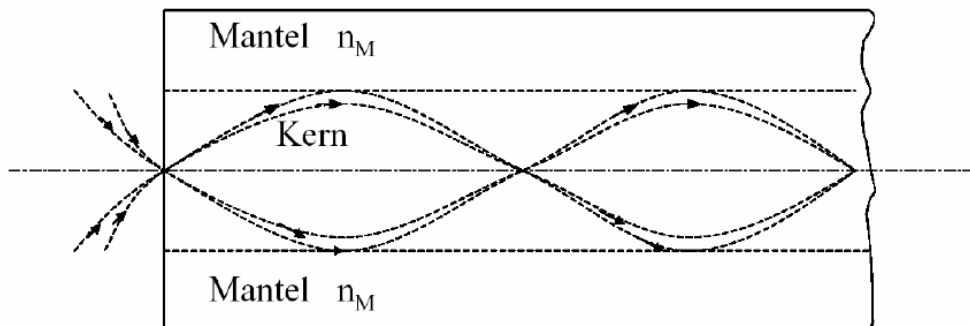


## Strahlengang im Lichtwellenleiter Strahlenindexfaser

- Voraussetzung für Anwendung der geometrischen Optik:  $d/\lambda \gg 1$
- Führung des Lichtes aufgrund fortlaufender Totalreflexion an den Grenzschichten



## Strahlengang im Lichtwellenleiter Gradientindexfaser



### 34. Warum ist im Zentrum des Lichtwellenleiters der Brechungsindex größer als am Rand?

Damit der Lichtstrahl geführt wird.

### 35. Welche optischen Sendeelemente kennen Sie?

- Laser Diode
- Leuchtdiode

### 36. Welche optischen Empfangselemente kennen Sie?

- Photodioden
- Phototransistoren

### 37. Welche Bedeutung haben die optischen Fenster bei photonischen Netzen?

Sie haben die geringste Dämpfung

### 38. In welcher Weise können Funksysteme klassifiziert werden?

Werden unterschieden in

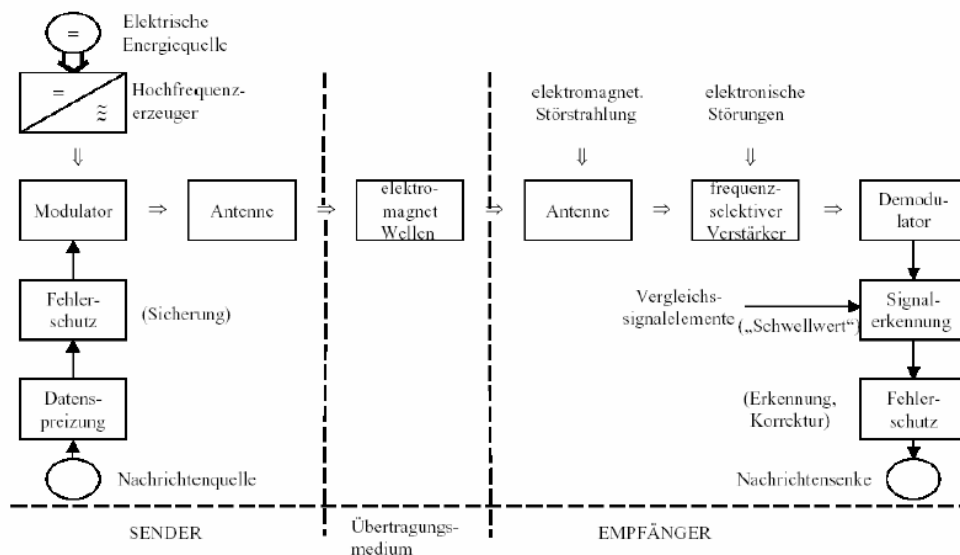
- Richtfunk
- Rundfunksysteme

Unterscheidung in

- Einseitig (Simplex)
- Zweiseitig (Duplex)

gerichtete Funkverbindungen.

### 39. Skizzieren Sie ein Schema für Funkübertragung.



### 40. Was zeichnet Richtfunksysteme aus?

Der Richtfunk zeichnet sich besonders in der Übertragungsqualität aus, denn die wetterbedingte Verfügbarkeit liegt bei entsprechend geplanten Verbindungen bei über 99,99%. Ein weiterer Pluspunkt der Richtfunkverbindungen ist ihre kurze Realisationszeit. Man benötigt in der Regel nur sechs bis acht Wochen.

**Sendet nur in eine bestimmte Richtung (für Radio nicht geeignet)**

### 41. Was ist ein geostationärer Satellit? Was ist charakteristisch für diesen?

Umkreisen die Erde mit Erddrehungsgeschwindigkeit in einer Flughöhe von etwa 36.000 km über dem Äquator. Aus Erdsicht scheinen sie immer am selben Ort stillzustehen. Für weltweite Funkabdeckung reichen wenige Satelliten (drei bis vier)

#### 42. Was verstehen Sie unter Modulation?

Unter Modulation versteht man die Veränderung der Parameter eines s.g. Trägersignals in Abhängigkeit des Informationssignals. Modulation ist ein wichtiges Signalaufbereitungsverfahren um Signale über das Übertragungsmedium zu übertragen, dadurch ist es möglich die resultierenden End to End Übertragungseigenschaften wesentlich zu verbessern.

Modulation dient zur Anpassung an den physikalischen Kanal sowie zur mehrfachen Ausnutzung des Kanals. Bei der Demodulation wird das Informationssignal zurück gewonnen. Ein Modem kombiniert von Modulator und Demodulator. Der Träger ist ein Hilfssignal und trägt keine Information

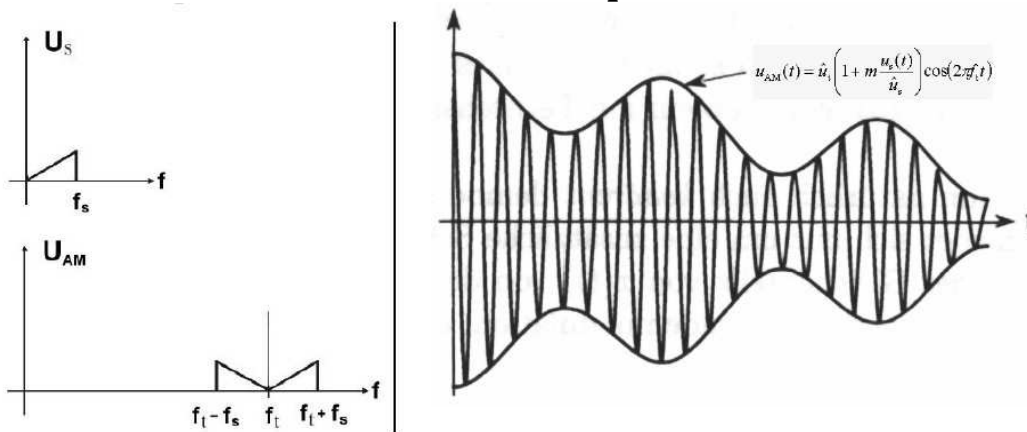
#### 43. Welche analogen Modulationsverfahren kennen Sie?

	Amplitude	Frequenz	Phase	Dauer
Sinus-Träger	AM	FM	PM	-
Puls-Träger	PAM	PFM	PPM	PDM

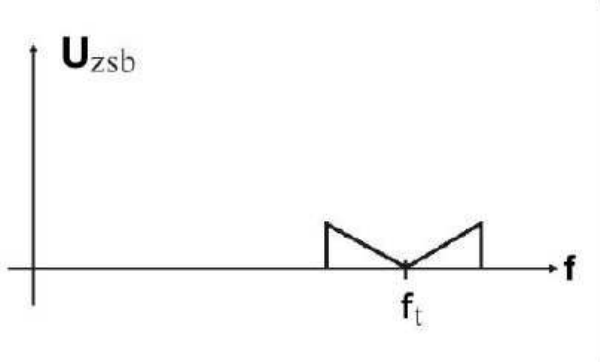
#### 44. Welche analogen Modulationsverfahren mit harmonischen Trägern kennen Sie?

- Amplitudenmodulation AM
- Zweiseitenbandmodulation ZSB
- Einseitenbandmodulation ESB (OSB/USB)
- Restseitenbandmodulation RSB
- Frequenzmodulation FM
- Phasenmodulation PM
- Quadraturmodulation QM

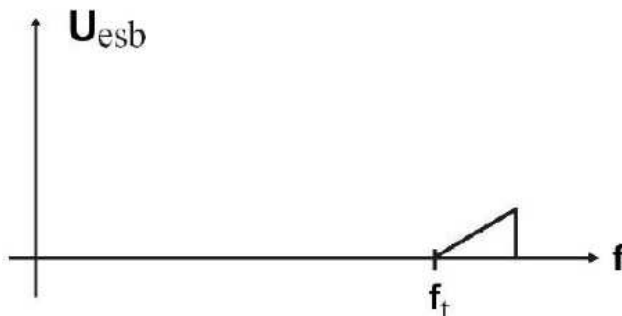
**45. Erklären Sie AM im Zeit- und Frequenzbereich!**



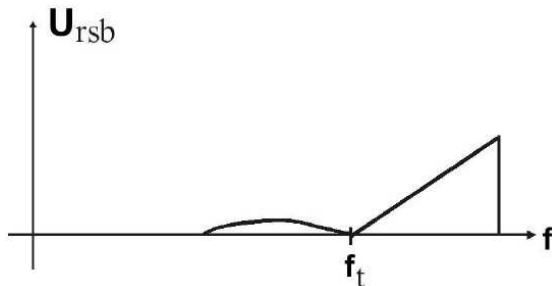
**46. Erklären Sie ZSB im Zeit- und Frequenzbereich!**



**47. Erklären Sie ESB (OSB/USB)!**



**48. Erklären Sie RSB!**



Filter technisch nicht realisierbar (deswegen nicht komplett unterdrückbar)

**49. Gegeben sei das Spektrum des Informationssignals, wie sieht das Frequenzspektrum des AM-modulierten (bzw. ZSB, ESB, OSB, USB) Signals aus?**

**50. Was entsteht bei der Faltung von zwei rechteckigen Impulsen der gleichen Länge?**

Eine Dreieckswelle

**51. Wofür eignet sich MATLAB besonders gut?**

Für mathematische Ausdrücke und Berechnungen  
Berechnung von Formeln und Matrizen  
Fourier Transformation  
Zeitdiskrete Faltung

**52. Was ist ein MATLAB-Script?**

Folge von Befehlen für mathematische Ausdrücke

Folge von matlab befehlen.

**53. Wie werden Kommentare in MATLAB gekennzeichnet?**

Die Kommentare werden mit einem %-Zeichen gekennzeichnet