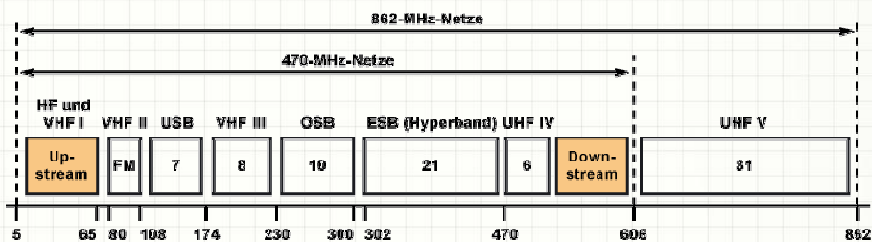


2.3 Breitbandkommunikationsanlagen (BK-Anlagen)

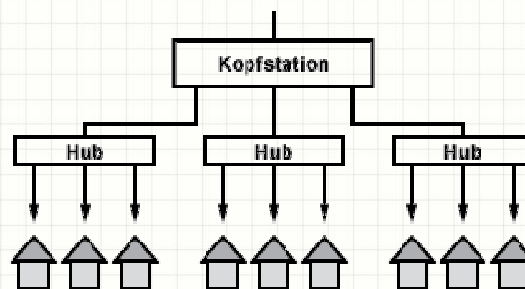
- Kabelnetze (Koaxialkabel oder Lichtwellenleiter Kabel (LWL-Kabel))
- Übertragung von Radio- und Fernsehprogrammen
- Frequenzbereich von 47 MHz bis 862 MHz
- bidirektionale Datenübertragung (Telefon, Internet)
- Endgeräte benötigen einen Receiver (DVB-C) für Rundfunkempfang
- ein Router wird für Datenübertragung benötigt (liefert meist der Anbieter)
- störungsfreier Empfang und hohe Datenübertragungsgeschwindigkeit unabhängig der Wetterlage
- nicht überall verfügbar



USB – unterer Sonderkanalbereich
 OSB – oberer Sonderkanalbereich
 ESB – erweiterter Sonderkanalbereich

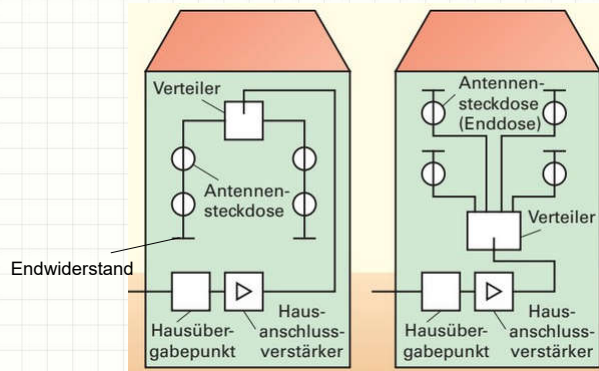
Frequenzen
 siehe Tabellenbuch S. 368

2.3.1 Aufbau und Struktur



- kombinierte Baum- und Sternstruktur
- Hub ist eine Verstärker, der das Signal gleichzeitig an alle Teilnehmer schickt
- bis zum Hub wird Glasfaserkabel verwendet
- ab dem Hub wird Koaxialkabel genutzt
- ein Hub kann bis 5000 Teilnehmer bedienen

- bis Hausübergabepunkt ist der Anbieter verantwortlich
- ab Übergabepunkt der Hausbesitzer
- es folgt ein Hausanschlussverstärker
- Leitungsverteilung sollte von oben nach unten erfolgen
- sternförmige Leitungsführung empfohlen



2.3.2 Normen und Kabelarten

- Twisted-Pair-Kabel
 - Norm IEEE 802

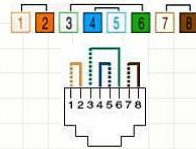
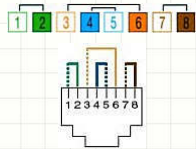


Kategorie	Max. Übertragungsgeschwindigkeit	Max. Frequenz	Max. Kabellänge
Cat3	10 MBit/s	16 MHz	100 m
Cat5	100 MBit/s	100 MHz	100 m
Cat5e	1 GBit/s	100 MHz	100 m
FastCat5e	1 GBit/s	350 MHz	100 m
Cat6	1 GBit/s	250 MHz	100 m
Cat6a	10 GBit/s	500 MHz	100 m
Cat7	10 GBit/s	600 MHz	100 m
Cat7a	100 GBit/s	1.000 MHz	100 m

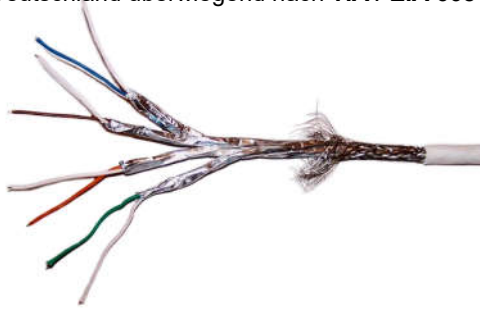
- Twisted-Pair-Kabel mit RJ 45 Stecker

Kabel-Paarzuordnung Cat 5 - 7 nach
TIA / EIA 668 A

Kabel-Paarzuordnung Cat 5 - 7
nach TIA / EIA 668 B



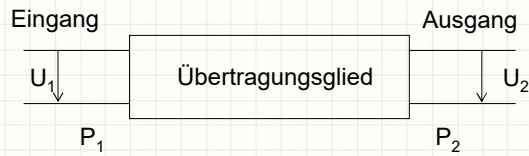
Es wird in Deutschland überwiegend nach **TIA / EIA 668 B** aufgelegt



2.3.2 Vergleich zwischen Terrestrischen, Satelliten und Breitband-Empfang

	Terrestrischer Empfang	Satellitenempfang	Breitbandempfang
Empfangsvolumen (was kann empfangen werden)	- Radio - Fernsehen (wenige Sender)	- Radio - Fernsehen	- Radio - Fernsehen - Gespräche - Daten
Aufwand des Aufbaus	gering bei Einzelanwendung	hoch	hoch
bidirektionale Übertragung	nein	nein	ja
Zuverlässigkeit	gering	mittel	hoch
monatliche Kosten	keine	keine	ja

2.4 Übertragungselemente und ihre Kennwerte



Aktives Übertragungsglied	Passives Übertragungsglied
- Antennenverstärker	- Kabel (Koaxialkabel) - Verteiler - Abzweigungsdosen - Durchgangs- und Enddosen
verstärkendes Verhalten $U_1 < U_2, P_1 < P_2$	dämpfendes Verhalten $U_1 > U_2, P_1 > P_2$
Verstärkungsmaß $G_U = 20 \cdot \lg \frac{U_2}{U_1} \quad [G_U] = \text{dB}$	Dämpfungsmaß $A_U = 20 \cdot \lg \frac{U_1}{U_2} \quad [A_U] = \text{dB}$

dB – Dezibel

ist eine logarithmische Verhältnissgröße unter Verwendung des Zehnerlogarithmus (\lg).

Der Vorteil der logarithmischen Angaben ist, dass man sie einfach addieren und subtrahieren kann.

$$G_{\text{ges}} = G_1 + G_2 + G_3 + \dots \quad G_{\text{ges}} \quad \text{Gesamtverstärkungsmaß}$$

$$A_{\text{ges}} = A_1 + A_2 + A_3 + \dots \quad A_{\text{ges}} \quad \text{Gesamtdämpfungsmaß}$$

Spannungs- und Leistungspegel

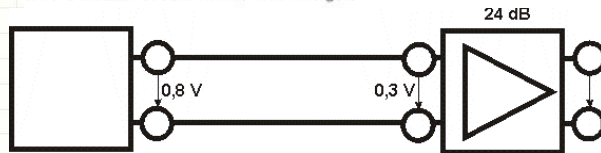
$$L_U = 20 \cdot \lg \frac{U}{U_0} \quad [L_U] = \text{dB}\mu\text{V}$$

$$L_P = 10 \cdot \lg \frac{P}{P_0} \quad [L_P] = \text{dBmW}$$

L_U Spannungspegel in $\text{dB}\mu\text{V}$
 U Spannung in μV
 U_0 Bezugsspannung $1 \mu\text{V}$ an 75Ω
 L_P Leistungspegel in dBmW
 P Leistung in mW
 P_0 Bezugsleistung 1mW

Beispiel:

Die Eingangsspannung an einer Antennenniederführung beträgt 0,8 mV. Am Ende dieser Leitung wird eine Spannung von 0,3 mV gemessen. Das Ausgangssignal wird dann in einem Antennenverstärker um 24 dB erhöht. Berechnen Sie **a)** das Spannungsdämpfungsmaß A_U des Antennenniederführungskabels, **b)** die Signalspannung U_2 am Verstärkerausgang und **c)** das Gesamtverstärkungsmaß G_{ges} .



 Taste:
lg oder log

$$\text{a) } A_U = 20 \cdot \lg \frac{U_1}{U_2} = 20 \cdot \lg \frac{0,8 \text{ mV}}{0,3 \text{ mV}} = 8,52 \text{ dB}$$

$$\text{b) } G_U = 20 \cdot \lg \frac{U_2}{U_1} \Rightarrow U_2 = U_1 \cdot 10^{\frac{G_U}{20}} = 0,3 \text{ mV} \cdot 10^{\frac{24 \text{ dB}}{20}} = 4,75 \text{ mV}$$

$$\text{c) } G_{\text{ges}} = G_1 + G_2 = -A_U + G_2 = \text{a) } A_U = 20 \cdot \lg \frac{U_1}{U_2} = 20 \cdot \lg \frac{0,8 \text{ mV}}{0,3 \text{ mV}} = 8,52 \text{ dB}$$

Der **Antennenpegel** ist ein Maß für die Größe der Empfangsspannung. Er wird mit einem **Pegelmessgerät (Bild 2, Seite 425)** in dB μ V gemessen. Als Bezugsspannung ist 1 μ V am Bezugswiderstand von 75 Ω festgelegt: Dies entspricht 0 dB μ V. Der Spannungspegel L_U gibt an, um wie viel dB die gemessene Antennenspannung über der Bezugsspannung von 1 dB μ V liegt.

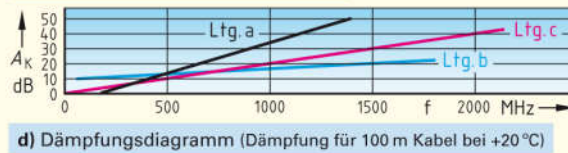
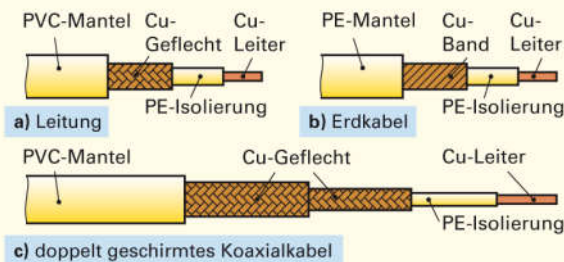
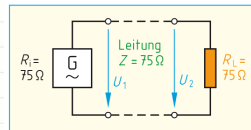


Beispiel:

An einer Antennensteckdose wird mit einem Pegelmessgerät eine Spannung von 14,8 mV gemessen. Berechnen Sie den Spannungspegel L_U .

$$\begin{aligned} L_U &= 20 \cdot \lg \frac{U}{U_0} = 20 \cdot \lg \frac{14,8 \text{ mV}}{1 \mu\text{V}} = 20 \cdot \lg \frac{14800 \mu\text{V}}{1 \mu\text{V}} \\ &= 20 \cdot \lg 14800 = 20 \cdot 4,17 = 83,4 \text{ dB}\mu\text{V} \end{aligned}$$

2.4.1 Passive Übertragungsglieder



- **Antennenleitungen (Koaxialkabel)**

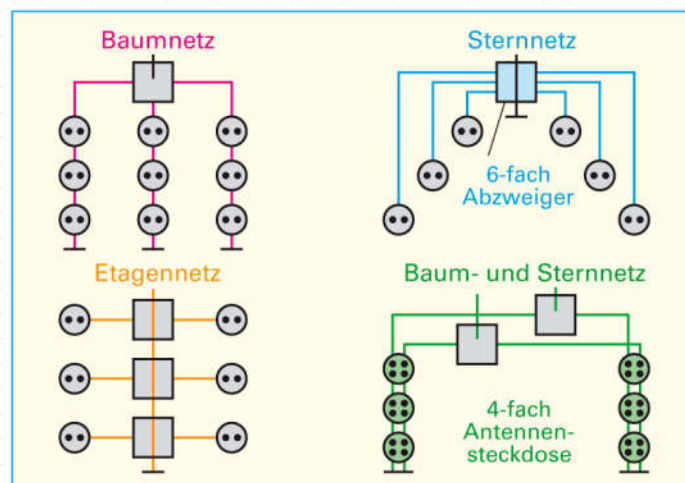
- Übertragen Rundfunk- und Fernsehsignale
- Wellenwiderstand 75Ω (lässt sich nicht mit einem Widerstandsmessgerät bestimmen)
- Dämpfung A_K wird vom Hersteller in dB/100 m angegeben und ist Frequenzabhängig
- jeder Strang muss mit einem Abschlusswiderstand von 75Ω abgeschlossen werden
- Antennenleitungen sollen beim Verlegen einen Mindestabstand von 10 mm zu spannungsführenden Leitungen haben (DIN EN 60728-11; VDE 0855-1)

- **Antennenverteiler**

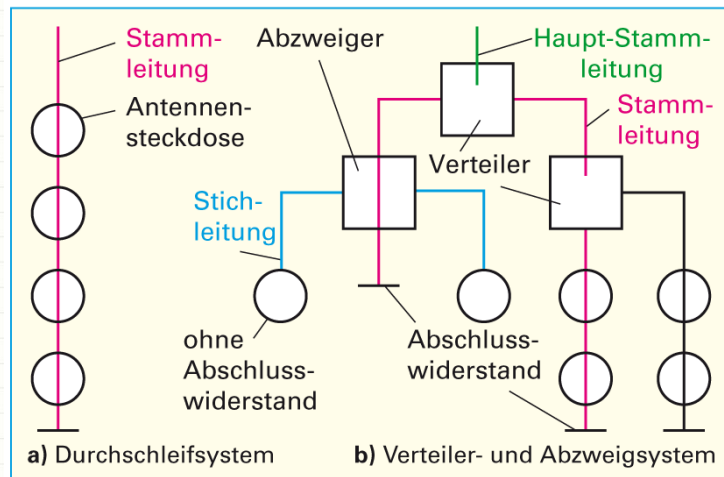
- Verteilen das Signal der Hauptstammlleitung auf mehrere Stammlleitungen

- **Antennenabzweiger**
 - Benötigt man zum Anschließen von ein- oder mehreren Stichleitungen an die Stammleitung
- **Antennenweichen**
 - werden zum Zusammenführen oder Auftrennen von Signalen genutzt
z.B. von Satellitensignal 950 – 2150 MHz und terrestrischen Signal 47 – 862 MHz)
- **Antennensteckdosen**
 - dienen zum Anschluss der Endgeräte
z.B. für Sat- und terrestrischen Empfang

- **Netzstrukturen**



- Verteilungsnetze mit Komponenten



2.4.2 Aktive Übertragungsglieder

- Antennenverstärker

- Erhöhen das Empfangssignal und bereinigen es von Störsignalen
- sollen die Dämpfung des Verteilungsnetzes ausgleichen
- es gibt Mehrbereichs- und Kanalverstärker
- benötigt eine Energiequelle

3. Planung einer Empfangsanlage

3.1 Pegel für störungsfreien Empfang

Bereich, System	Frequenzbereich	Mindestpegel L_{min}	Hchstpegel L_{max}
UKW (Stereo)	87,5 ... 108 MHz	50 dB μ V	70 dB μ V
FI, FIII, FIV/V	47 ... 862 MHz	60 dB μ V	80* dB μ V
DVB-S2, SAT-ZF	950 ... 2150 MHz	47 dB μ V	77 dB μ V
DVB-C	47 ... 862 MHz	47** dB μ V	74** dB μ V
DVB-T	174 ... 230 MHz 470 ... 862 MHz	35** dB μ V	74 dB μ V
DVB-T2 HD	470 ... 690 MHz	35** dB μ V	74 dB μ V

* 77 dB μ V bei mehr als 20 Kanälen

** Je nach Modulation und/oder Code-Rate evtl. andere Werte

3.2 Schrittfolge für die Planung einer Empfangsanlage

1. Ermitteln aller Empfänger Anschlusspunkte mit genauen Standort
2. Antennenstandort auswählen
3. Verteilerstruktur festlegen (Reihennetz, Baumnetz, Sternnetz usw.)
4. Anlagenplan mit genauen Längen der Leitungsabschnitte zeichnen
5. Auswahl der passiven Übertragungselemente
6. Ermittlung der ungünstigsten und der günstigsten Antennen-Anschlussdose hinsichtlich der zu erwartenden Pegel (Mindest- und Höchstpegel)
7. Berechnung der Anlagendämpfung A_{Ges}
8. Berechnung der Mindestverstärkungspegel G_{Min}
9. Übersteuerungskontrolle für günstigste Antennen-Anschlussdose
10. Kompletzeichnung der Anlage und Stückliste erstellen