



12.3 Antennen- und Verteilanlagen

Um Fernseh- und Radioprogramme (Hörfunk) zu empfangen, sind Antennen- und BK-Anlagen notwendig. Dabei unterscheidet man:

- Fernsehempfangsanlagen und
- Hörfunkempfangsanlagen.

Die Übertragung der Fernseh- und Hörfunkprogramme erfolgt meist über Antennen oder BK-Anlagen. Dafür gibt es mehrere Möglichkeiten:

- **Satellitenübertragung**, z. B. nach dem Standard DVB-S2¹, Empfang von Programmen über eine Parabolantenne (**Seite 427**).
- **Terrestrische Übertragung**, z. B. nach dem Standard DVB-T2 HD², Programme werden über Dipolantennen (**Seite 427**) empfangen.
- **Kabelnetz**, z. B. nach dem Standard DVB-C2³, Programme werden zentral an einer Kopfstation in ein Kabelnetz (BK, **Seite 434**) eingespeist und verteilt.
- **Lokales Netzwerk**, z. B. nach dem Standard Sat>IP⁴, über einen IP-Server werden die Satellitensignale aus dem LNB einer Parabolantenne in IP-Daten umgewandelt und in einem lokalen Netzwerk (LAN oder WLAN) verteilt, z. B. an einen Sat>IP-Receiver.

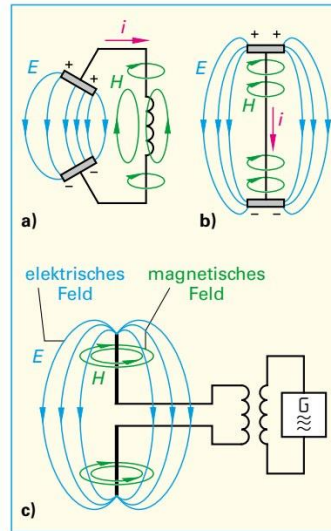


Bild 1: Offener Schwingkreis

12.3.1 Wirkungsweise der Antennen

Antennen ermöglichen die drahtlose Übertragung von Ton- und Bild-daten mithilfe elektromagnetischer Wellen.

Entstehung elektromagnetischer Wellen. Im Parallelschwingkreis pendelt die Energie fast verlustlos zwischen Kondensator und Spule hin und her. Abgesehen von den Randzonen befindet sich das elektrische Feld nur zwischen den Kondensatorplatten, das magnetische Feld beim geschlossenen Schwingkreis nur in der Spule und in deren nächster Nähe. Denkt man sich die Kondensatorplatten mehr und mehr auseinandergezogen, so verlaufen die elektrischen Feldlinien zunehmend im freien Raum (**Bild 1a**). Aus dem geschlossenen Schwingkreis wird ein offener Schwingkreis (**Bild 1b**), ein elektrischer Dipol (Dipolantenne).

Der elektrische Dipol ist ein offener Schwingkreis.

Erregt man einen gestreckten Dipol mit einer hochfrequenten Wechselspannung (**Bild 1c**), so bewegen sich die freien Elektronen des Dipolstabes im Rhythmus der Erregerfrequenz hin und her. In der Dipolmitte ist die Elektronenbewegung am größten und die Spannung am geringsten (**Bild 2, Seite 427**).

Elektromagnetische Wellen sind wandernde magnetische und elektrische Felder, die senkrecht zueinander verlaufen, aber den gleichen Raum mit Lichtgeschwindigkeit durchdringen. Elektromagnetische Wellen breiten sich nahezu mit Lichtgeschwindigkeit $c \approx 300\,000\text{ km/s}$ im freien Raum aus.

Die Reichweite elektromagnetischer Wellen wächst in Bodennähe (**Bild 2**) mit der Wellenlänge. Raumwellen kurzer Wellenlänge, z. B. Kurzwellen (KW), werden an ionisierten Luftschichten (Ionosphäre) reflektiert. Satelliten strahlen elektromagnetische Wellen im GHz-Bereich aus. Diese sehr kurzwelligen Strahlen erfordern eine direkte Verbindung zwischen dem Satelliten (Sender) und dem Empfänger (**Bild 2**).

¹ DVB, Abk. für: Digital Video Broadcasting (engl.) = Digitales Fernsehen, S, Abk. für: Satellit, 2 für: 2. Generation

² T, Abk. für: terrestrisch (lat.) = die Erde betreffend, erdgebunden,

HD, Abk. für: High Definition (engl.) = hochauflösend

³ C, Abk. für: Cable (engl.) = Kabel

⁴ Sat>IP, Abk. für: Satellit > Internet Protocol (Sat over IP); Protokoll zur Übertragung von Satellitensignalen über IP-Netze, z. B. ein lokales Netzwerk (LAN)

Schwingkreis: Seite 150

Wellenlänge

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad [\lambda] = \frac{\frac{\text{m}}{\text{s}}}{\frac{1}{\text{s}}} = \text{m}$$

λ Wellenlänge
 c Ausbreitungsgeschwindigkeit
 300 000 km/s
 f Frequenz

Beispiel:

Ein UKW-Sender sendet mit einer Frequenz $f = 88\text{ MHz}$. Wie groß ist die Wellenlänge λ ?

Lösung:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{300\,000\text{ km/s}}{88\text{ MHz}} = 3,41\text{ m}$$

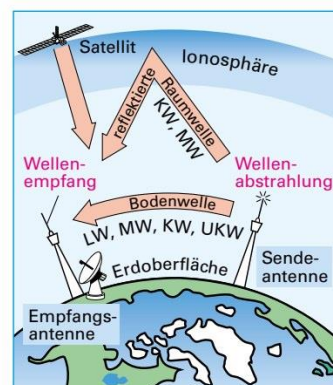


Bild 2: Wellenarten



Den Abstand zwischen zwei Punkten gleicher magnetischer bzw. elektrischer Feldstärke in Ausbreitungsrichtung bezeichnet man als Wellenlänge λ (Formelzeichen λ). Nach der Wellenlänge λ unterscheidet man Frequenzbereiche. Die Frequenzbereiche werden durch die Bundesnetzagentur verwaltet und in einem Frequenzplan festgelegt. Dabei unterscheidet man Frequenzteilpläne, z.B. den Frequenzteilplan 203 mit einer Frequenz von 87,5 bis 108 MHz (Ton-Rundfunk). In der Praxis verwendet man aber weiterhin die Kurzzeichen der einzelnen Bereiche, z. B. UKW (**Tabelle**).

Tabelle: Frequenzen der Rundfunk- und Fernsehbereiche

Bereich	Langwelle*	Mittelwelle*	Kurzwelle*	I	II	Untere Sonderkanäle	III	Obere Sonderkanäle	Erweiterte Sonderkanäle	IV	V	Sat-Bereich
Kurzzeichen	LW	MW	KW	VHF	UKW**	USB	VHF	OSB	ESB	UHF	UHF	SHF
Kanäle	-	-	-	2 ... 4	2 ... 70	S2 ... S10	5 ... 12	S11 ... S20	S21 ... S38	21 ... 37	38 ... 69	1 ... 120
Frequenz	150 ... 285 kHz	520 ... 1605 kHz	3,95 ... 26,1 MHz	47 ... 68 MHz	87,5 ... 108 MHz	109 ... 174 MHz	174 ... 230 MHz	230 ... 300 MHz	302 ... 446 MHz	470 ... 606 MHz	606 ... 862 MHz	10,7 ... 12,75 GHz

* Die Frequenzbereiche Lang-, Mittel- und Kurzwellen werden in Deutschland für den Rundfunk nicht mehr verwendet. Programme von LW-, MW- und KW-Sendern aus dem Ausland können empfangen werden.
 ** Langfristig wird der UKW-Empfang durch DAB+ (Digital Audio Broadcasting (engl.) = digitaler Tonrundfunk) ersetzt. Seit dem 21.12.2020 müssen neue Radiogeräte einen DAB+ Empfänger haben. Die Übertragung erfolgt digital und nicht wie bei UKW analog.

12.3.2 Empfangsantennen

Empfangsantennen sollen dem Empfangsgerät Signalenergie zuführen. Dabei unterscheidet man die folgenden Empfangsanlagen:

- Terrestrische (erdgebundene) Empfangsanlagen,
- Satelliten-Empfangsanlagen und
- Breitband-Kommunikationsanlagen (BK-Anlagen).

Antennenbauarten. Je nach Frequenzbereich haben sich bestimmte Antennenbauarten (**Übersicht**) und Antennenformen bewährt (**Bild**). Die Antennen können z. B. einen Kanal, eine Kanalgruppe oder einen ganzen Frequenzbereich (**Tabelle**) empfangen.

Stab- und Langdrahtantennen verwendet man für Tonrundfunk im LW-, MW- und KW-Bereich¹. Auf das elektrische Feld einer elektromagnetischen Welle kann, z. B. eine Stabantenne, auf das magnetische Feld, z. B. eine Ferritantenne, ansprechen. Stabantennen mit zwei gleichwertigen, vertauschbaren Anschlüssen sind Dipolantennen. Man bezeichnet diese auch nur als Dipol (**Bild 1, Seite 427**).

Eine Dipolantenne ist besonders für den UKW-Empfang geeignet, da diese eine Richtwirkung hat.

Übersicht: Antennenbauarten (Beispiele)

- Langdrahtantennen
- Ferritantennen
- Parabolantennen
- Stabantennen
- Flachantennen
- Mehrelementantennen

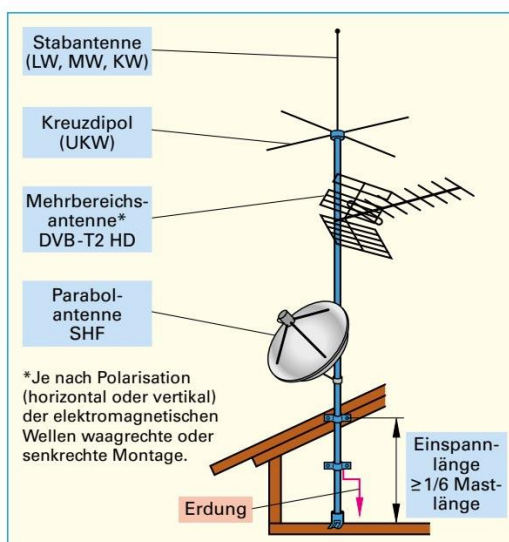


Bild: Antennenbauformen und Montageanordnung

Da sowohl die Wellenausbreitung als auch die Strom- und Spannungsänderung entlang eines Dipols nahezu mit Lichtgeschwindigkeit erfolgt, müssen Dipollänge und Wellenlänge zueinander in einem bestimmten Verhältnis stehen. Man nennt solche Antennen **abgestimmte Antennen**, z. B. auf $\lambda/2$ und $\lambda/4$. Sie haben einen hohen Wirkungsgrad. Ein **Kreuzdipol (Bild)** ist für den Rundumempfang geeignet. **Ferritantennen** werden in tragbaren Radioempfängern eingesetzt. Für den Fernsehempfang im Bereich DVB-T2 HD (Digital Video Broadcasting Terrestrial 2. Generation High Definition) und SHF (Super High Frequency) werden **Richtantennen**, z. B. Parabolantennen oder Mehrbereichsantennen, verwendet.

Satellitensignale werden im Bereich von 10,7 GHz bis 12,75 GHz übertragen. Wegen der großen Entfernung von etwa 36 000 km zwischen Satellit und Empfänger ist das Empfangssignal sehr schwach. Um trotz der geringen Energie, die den Empfangsort erreicht, die Empfänger mit einer ausreichenden Eingangsspannung zu versorgen, sind großflächige Reflektorantennen, z. B. **Parabolantennen (Bild)**, erforderlich.

¹ Seit 2016 gibt es in Deutschland, im Gegensatz zu anderen Ländern, im Tonrundfunk keine Mittel-, Kurz- und Langwellensender mehr.



Wichtige Kenngrößen von Empfangsantennen

Strahlungswiderstand. Dipolantennen (**Bild 1**) werden durch elektromagnetische Wellen zum Schwingen angeregt. Bei $\lambda/2$ -Dipolen entsteht eine Spannungsverteilung und Stromverteilung längs des Dipols, die symmetrisch zur Antennenmitte verläuft (**Bild 2**). Ein abgestimmter Halbwelldipol verhält sich wie ein Reihenschwingkreis in Resonanz. Es bleibt nur ein Wirkwiderstand (Innenwiderstand) übrig, der beim gestreckten Dipol 75Ω und beim Faltdipol (**Bild 1**) 300Ω beträgt. Diesen Widerstand nennt man Strahlungswiderstand.

Empfangsspannung. Die Empfangsspannung ist an der Antenne umso größer, je größer die elektrische Feldstärke und die wirksame Antennenlänge, z. B. $\lambda/2$ bei einer Dipolantenne (**Bild 1**), sind.

Antennengewinn. Er gibt das Verhältnis der Empfangsleistung einer Antenne (**Beispiel Bild 5**) in ihrer Hauptempfangsrichtung zur Empfangsleistung eines $\lambda/2$ -Dipols (Bezugsdipol) am selben Montageort an. Der Antennengewinn wird in dB¹ (**Seite 428**) angegeben.

Windlast. Auf das Antennenstandrohr wirken Kräfte, die durch den Windwiderstand der montierten Antennen verursacht werden. Die Windlasten der angebrachten Antennen erzeugen ein Biegemoment im Antennenstandrohr.

Richtantennen

Störungen beim Empfang entstehen meist durch Reflexionen der elektromagnetischen Wellen an Gebäuden, Bergen und anderen Hindernissen. Richtantennen können diese Störungen weitgehend ausblenden. Eine Richtwirkung kann sowohl in waagerechter als auch in senkrechter Richtung bestehen.

Richtantennen werden zum Empfang von Satelliten- und DVB-T2 HD-Signalen benötigt.

Kombiniert man einen Dipol mit Elementen, so lässt sich die Richtwirkung und damit die Empfangsqualität verbessern. Die dem Sender abgewandten Elemente nennt man **Reflektoren**, die dem Sender zugewandten Elemente nennt man **Direktoren** (**Bild 5**). Solche Antennen nennt man Längsstrahler und heißen nach ihrem Erfinder **Yagi²-Antennen** (**Bild 3**). Ordnet man mehrere Dipole übereinander an, erhält man eine Dipolwand. Dadurch erhöht sich in Hauptempfangsrichtung die Empfangsspannung.

Parabolantennen (**Bild 4**) sind Richtantennen mit sehr hoher Richtwirkung und hohem Antennengewinn.

Zur Darstellung der Richtwirkung gibt man die Empfangsspannung in Abhängigkeit vom Drehwinkel der Antenne an. Durch Verbinden der Einzelpunkte erhält man das **Strahlungsdiagramm** (**Bild 3**) einer Richtantenne.

Öffnungswinkel (Halbwertsbreite). Die Richtwirkung einer Richtantenne wird durch ihren Öffnungswinkel angegeben (**Bild 5**). Die Angabe des Öffnungswinkels dient dem Vergleich der Richtwirkung verschiedener Antennen. Die Halbwertsbreite ist der Winkelbereich, in dem die Empfangsleistung einer Antenne um nicht mehr als 3 dB abnimmt. Damit hat die Antenne an den Grenzen des Öffnungswinkels nur noch die Hälfte ihrer Empfangsleistung.

Vor-Rück-Verhältnis (Rückdämpfung). Zur Vermeidung von Empfangsstörungen soll eine Antenne möglichst nur aus einer Richtung Empfangsenergie aufnehmen. Ein Maß für diese Eigenschaft ist das Vor-Rück-Verhältnis. Je höher der Wert, desto besser ist die Richtwirkung.

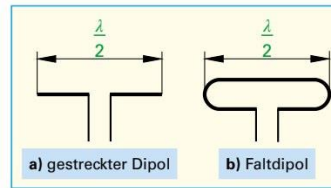


Bild 1: Dipolantennen

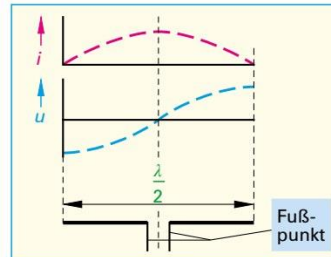


Bild 2: $\lambda/2$ -Dipol, Strom- und Spannungsverteilung

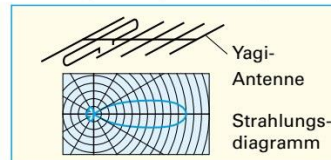


Bild 3: Mehrelementantenne

Technische Daten (Auswahl)	
Empfangsbereich:	10,70 bis 12,75 GHz
Antennengewinn:	etwa 37 dBi*
Durchmesser:	75 cm
Windlast:	450 N

*i für isotrop (gleichmässig)

Bild 4: Parabolantenne

Technische Daten (Auswahl)	
Kanäle:	5 bis 12
Antennengewinn:	7 bis 8 dB
Vor- Rück-Verhältnis:	16 dB
Öffnungswinkel (horizontal):	55°
Windlast (horizontal):	44 N

Bild 5: Richtantenne

¹ dB (sprich: dezi-bel oder de-be); benannt nach Alexander Graham Bell, amerikanischer Wissenschaftler, 1847 bis 1922
² Yagi, japanischer Physiker, 1886 bis 1976. Yagi entwickelte die nach ihm benannte Antenne.



12.3.3 Verstärkungsmaß, Dämpfungsmaß und Pegel

Rechnen mit Dezibel (dB). Das dB ist die Einheit für das Spannungsverstärkungs- oder das Spannungs-dämpfungsmaß. Beide Größen geben das logarithmische Verhältnis zweier Spannungen U_1 und U_2 bei gleichen Widerstandswerten ($R_1 = Z = R_2$) (**Bild**) an. Das Spannungs-dämpfungsmaß A_U erhält man aus dem logarithmischen Verhältnis von U_1 zu U_2 , das Spannungsverstärkungsmaß G_U ergibt sich aus dem logarithmischen Verhältnis von U_2 zu U_1 .

Dämpfungen entstehen bei passiven Bauelementen, z.B. Weichen, Verteilern, Abzweigern, Leitungen und Anschlussdosen.

Verstärkungen kleiner Signale erfolgen durch Verstärker.

Verstärkungs- und Dämpfungsmaße der eingesetzten Bauteile, z. B. Verstärker, addiert man unter Beachtung des Vorzeichens.

Beispiel 1:

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 Spannungs-dämpfungsmaß A_U des Antennenniederführungskabels, **b)** die Signalspannung U_2 am Verstärkerausgang und **c)** das Gesamtverstärkungsmaß G_{ges} .

Lösung:

- a) $A_U = 20 \cdot \lg \frac{U_1}{U_2} = 20 \cdot \lg \frac{0,8 \text{ mV}}{0,3 \text{ mV}} = 8,52 \text{ dB}$
- b) $G_U = 20 \cdot \lg \frac{U_2}{U_1} \Rightarrow U_2 = U_1 \cdot 10^{\frac{G_U}{20}} = 0,3 \text{ mV} \cdot 10^{\frac{24 \text{ dB}}{20}} = 4,75 \text{ mV}$
- c) $G_{ges} = G_1 + G_2 = -A_U + G_2 = -8,52 \text{ dB} + 24 \text{ dB} = 15,48 \text{ dB}$

Der **Antennenpegel** ist ein Maß für die Größe der Empfangsspannung. Er wird mit einem **Pegelmessgerät** (**Bild 2, Seite 435**) 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 2:

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

Lösung:

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



Beispiel 3:

Am Empfängereingang einer BK-Anlage wird ein Pegel von $L_{Umin} = 66 \text{ dB}\mu\text{V}$ festgestellt. Die gemessene Antennenspannung beträgt $U = 2 \text{ mV}$. Die BK-Anlage hat ein Gesamtdämpfungsmaß von $A_{Anl} = 24 \text{ dB}$. Berechnen Sie **a)** das Spannungsverstärkungsmaß G_U des erforderlichen BK-Hausanschlussverstärkers, wenn eine Leistungsreserve von $G_{Res} = 6 \text{ dB}$ eingeplant wird, und **b)** die Spannung U_2 am Verstärkerausgang.

Lösung:

- a) $L_U = 20 \cdot \lg \frac{U}{U_0} = 20 \cdot \lg \frac{2 \text{ mV}}{1 \mu\text{V}} = 20 \cdot \lg \frac{2000 \mu\text{V}}{1 \mu\text{V}} = 20 \cdot \lg 2000 = 66 \text{ dB}\mu\text{V}$
 $G_U = L_{Umin} + A_{Anl} - L_U + G_{Res} = 66 \text{ dB}\mu\text{V} + 24 \text{ dB} - 66 \text{ dB}\mu\text{V} + 6 \text{ dB} = 30 \text{ dB}$
- b) $U_2 = U_1 \cdot 10^{\frac{G_U}{20}} = 2 \text{ mV} \cdot 10^{\frac{30 \text{ dB}}{20}} = 63,2 \text{ mV}$

i dB*

ist eine logarithmische Verhältnissgröße unter Verwendung des Zehnerlogarithmus (Abk.: lg) mit der Einheit dB, z. B. das Spannungsverstärkungsmaß von 20 dB bei einem Verstärker. Der Vorteil logarithmischer Angaben ist, dass Verstärkungen und Dämpfungen einfach addiert oder subtrahiert werden können.

* sprich: dezibel oder de-be

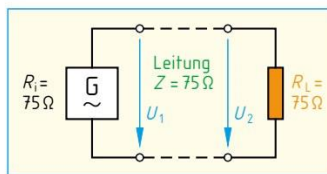


Bild: Angepasste Leitung

Dämpfung und Verstärkung

$$A_U = 20 \cdot \lg \frac{U_1}{U_2} \quad [A_U] = \text{dB}$$

$$G_U = 20 \cdot \lg \frac{U_2}{U_1} \quad [G_U] = \text{dB}$$

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

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

A_U	Spannungs-dämpfungsmaß
U_1	Eingangsspannung
U_2	Ausgangsspannung
G_U	Spannungsverstärkungsmaß
G_{ges}	Gesamtverstärkungsmaß
G_1, G_2, \dots	Einzelverstärkungen
A_{ges}	Gesamtdämpfungsmaß
A_1, A_2, \dots	Einzel-dämpfungen

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 dB μ V
U	Spannung in μ V
U_0	Bezugsspannung 1 μ V an 75 Ω
L_P	Leistungspegel in dBmW
P	Leistung in mW
P_0	Bezugsleistung 1 mW



12.3.4 Aufbau von Antennenanlagen

Antennenanlagen (Bild 1, Seite 435) bestehen aus Antennen, Leitungsnetz, Antennenverstärker, Verteiler, Abzweiger und Antennensteckdosen.

Antennenleitungen übertragen die Rundfunk- und Fernsehsignale. Die meistverwendete Antennenleitung (**Bild 1a und Bild 1b**) ist die Koaxialleitung¹ bzw. das Koaxialkabel (**Übersicht**) mit einem Wellenwiderstand von 75 Ω. Die Dämpfung A_K von Koaxialleitungen wird vom Hersteller in dB/100 m angegeben. Sie ist frequenzabhängig (**Bild 1d**). Doppelt geschirmtes Koaxialkabel (**Bild 1c**) verwendet man z. B. für SAT-Anlagen (**Seite 430**).

dB (Dezibel): **Seite 428**

Der **Abschlusswiderstand** einer Antennenleitung ist der Widerstand, mit dem eine Leitung abgeschlossen werden muss, damit keine Energie reflektiert wird. Dieser Abschlusswiderstand muss dem Wellenwiderstand der Antennenleitung, meist 75 Ω, entsprechen.

Antennenleitungen sind auf kürzestem Wege von der Antenne bis zur Anschlussdose zu verlegen. Dabei unterscheidet man verschiedene Netzstrukturen (**Bild 2**). Antennenleitungen werden in Gebäuden in Leerrohre eingezogen. Nach DIN EN 60728-11 (VDE 0855-1) ist in elektrischen Anlagen mit Spannungen von 50 V bis 1000 V ein Mindestabstand von 10 mm, im Freien ein Abstand von 20 mm zwischen leitfähigen Teilen einer Antennenanlage, z. B. Antennenleitung, Erdungsleitung oder Antennenverstärker, einzuhalten.

Antennenverstärker erhöhen die Empfangspegel und gleichen die Dämpfung des Verteilernetzes aus. Je nach Signalstärke und Antennenarten setzt man Mehrbereichs- oder Kanalverstärker ein.

Antennenweichen werden z. B. zum Zusammenschalten oder Auftrennen von Satelliten-Signalen (950–2150 MHz) und terrestrischen Signalen (47–862 MHz) verwendet.

Antennenverteiler (Bild 3) verteilen die Energie einer Haupt-Stammleitung in zwei oder mehrere Stammleitungen.

Antennenabzweiger benötigt man zum Anschließen einer oder mehrerer Stichleitungen an eine Stammleitung (**Bild 3**).

Antennensteckdosen führen die Energie der Empfangssignale dem Empfänger über eine flexible koaxiale Anschlussleitung zu. Bei Antennensteckdosen unterscheidet man vor allem 2-fach-Steckdosen, z. B. für Sat- und terrestrische Anlagen, und 3-fach-Steckdosen, z. B. für Sat-Einzel- und Gemeinschaftsanlagen.

¹ koaxial = mit gleicher Achse, mit gleichem Abstand

Übersicht: Informationen zu Koaxialkabeln

- Der Wellenwiderstand beträgt 75 Ω und ist vom Aufbau des Koaxialkabels abhängig.
- Der Wellenwiderstand lässt sich nicht mit dem Widerstandsmesser bestimmen.
- Beim Verlegen sind der Mindestbiegeradius und die zulässige Zugkraft zu beachten.
- Der Abschlusswiderstand an der letzten Antennensteckdose an einer Stammleitung beträgt 75 Ω.

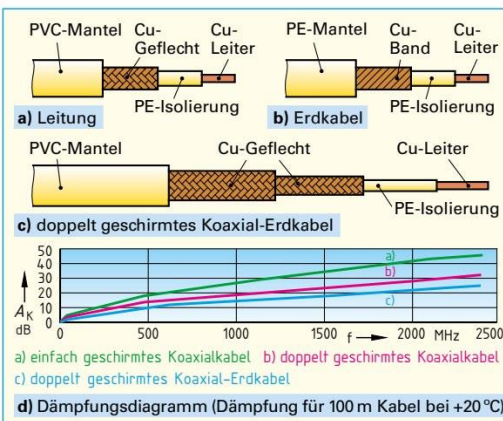


Bild 1: Koaxialkabel mit Dämpfungsdigramm

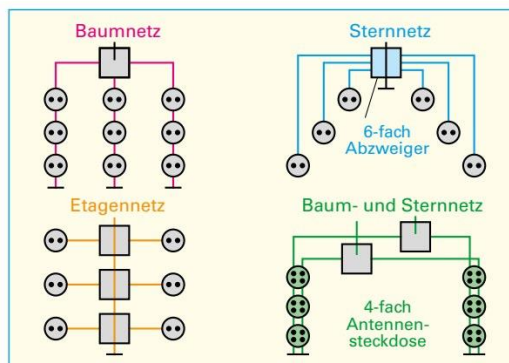


Bild 2: Netzstrukturen

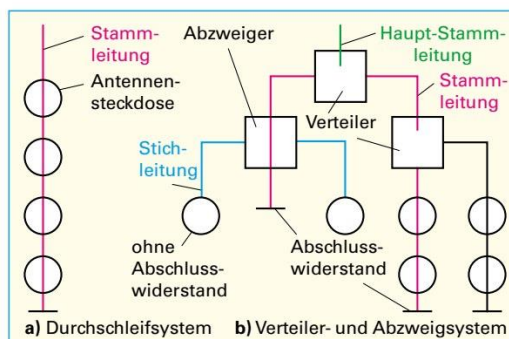


Bild 3: Verteilernetze



12.3.5 Satelliten-Fernsehempfangsanlagen

Satelliten strahlen Fernseh- und Radioprogramme ab. Dazu werden Satelliten in eine Erdumlaufbahn (**Bild 1**), die sogenannte Orbitposition, befördert. In einer Höhe von etwa 36 000 km bewegen sie sich mit der Erddrehung und scheinen deshalb stillzustehen. Sie sind geostationär positioniert. Funkwellen, die ein Satellit zur Erde sendet, werden mit einer **Parabolantenne** (**Bild 3**) empfangen. Diese muss exakt auf den jeweiligen Satelliten (**Bild 2**) ausgerichtet sein und freie Sicht zum Satelliten haben.

Die Funkwellen, die z. B. ASTRA-Satelliten abstrahlen, haben eine Frequenz von etwa 12 GHz. Diese hohe Frequenz kann nicht direkt über die Antennenleitung zum **Sat-Receiver** (Sat-Empfänger) weitergeleitet werden. Sie wird in der Empfangselektronik der Antenne durch einen **LNB**¹ in einen niedrigen Frequenzbereich umgesetzt, verstärkt und dann dem Sat-Receiver zugeführt.

Zum Aufbau einer einfachen Satellitenempfangsanlage (Sat-Anlage) (**Bild 3**) benötigt man grundsätzlich:

- eine Parabolantenne (Satellitenempfangsantenne),
- einen Empfangskopf (LNB),
- das Leitungsnetz (doppelt geschirmtes Koaxialkabel),
- Sat-Antennensteckdosen und
- ein Sat-Empfangsgerät, z. B. einen Sat-Receiver oder ein TV-Gerät mit integriertem Sat-Tuner.

Bei den **Parabolantennen** unterscheidet man offset und zentral gespeiste Antennen (**Bild 4**). Bei offset gespeisten Antennen ist der Flächenwirkungsgrad größer, da durch den Empfangskopf (LNB) keine Abschattung erfolgt. Sie werden deshalb in der Praxis bevorzugt.

Je nach zu empfangenden Satelliten und Empfangsort werden Parabolantennen mit einem Durchmesser von 60 cm, 75 cm oder 90 cm verwendet. Für z. B. ASTRA-Empfangsanlagen in Europa ist ein Durchmesser von 60 cm oder 75 cm ausreichend.

Damit ein Empfang von Satellitenprogrammen möglich ist, muss die Elektronik des Empfangskopfes (LNB) mit einer Gleichspannung von z. B. 14 V versorgt werden. Die Versorgung erfolgt über die Koaxialleitung vom Sat-Receiver aus.

¹ LNB, Abk. für: Low Noise Block converter (engl.) = geschlossener Konverter mit niedrigem Rauschen, wird auch als Empfangskopf (Speisesystem) bezeichnet

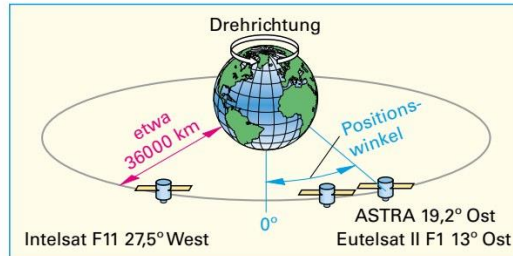


Bild 1: Satellitenumlaufbahnen

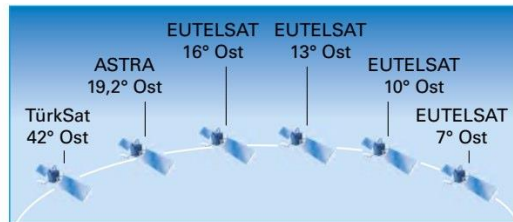


Bild 2: Satelliten mit Positionsangabe (Orbitposition)

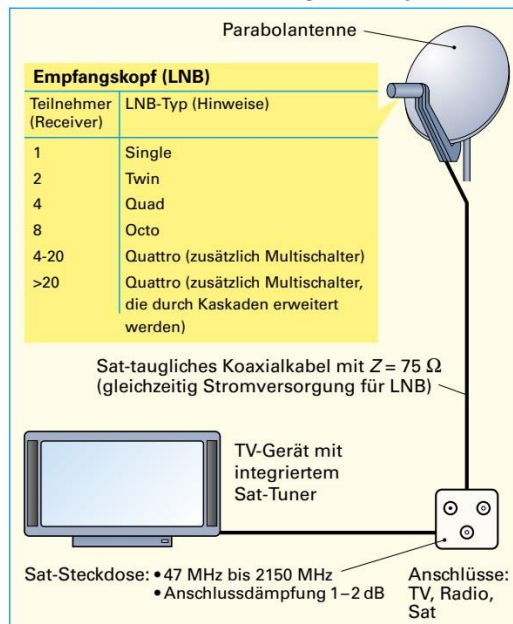


Bild 3: Satellitenempfangsanlage (Grundausrüstung)

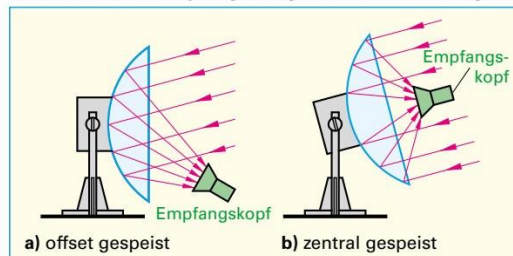


Bild 4: Parabolantennen



Satellitenprogramme werden in Europa grundsätzlich aus südlicher Richtung empfangen. Bei der Antennenmontage (**Bild 1**) sind der Elevations- und der Azimutwinkel zu beachten. Als **Elevationswinkel** wird der Erhebungswinkel (**Bild 1 und Bild 2**) der Parabolantenne über dem Horizont angegeben. Der **Azimutwinkel** (**Bild 2**) gibt die Satellitenposition in Richtung Süden vom Empfangsort aus gesehen an.

Beispiel:

Am Empfangsort Berlin beträgt für den Satelliten ASTRA der Elevationswinkel $29,9^\circ$ und der Azimutwinkel $172,7^\circ$.

Der **Empfangskopf (LNB)** hat die Aufgabe, die vom Satelliten ankommenden Signale (Frequenz: 10,7 GHz bis 12,75 GHz) in den niedrigen Frequenzbereich von 950 MHz bis 2150 MHz umzusetzen und zu verstärken. Den Frequenzbereich 950 MHz bis 2150 MHz am Ausgang des LNB bezeichnet man als Sat-ZF (Sat-Zwischenfrequenz).

Man unterscheidet nach der Anzahl der Teilnehmer Single-LNB, Twin-LNB, Quad-LNB, Octo-LNB und Quattro-LNB (**Bild 3, Seite 430**).

Satellitenreceiver (Bild 3) wandeln die Signale vom LNB (**Übersicht**) im Frequenzbereich 950 MHz bis 2150 MHz in ein für ein Fernseh- oder Aufzeichnungsgerät auswertbares Signal um.

Man unterscheidet vor allem

- digitale Sat-Receiver mit Single-Tuner und
- digitale Sat-Receiver mit Twin-Tuner.

Receiver können auch eine interne Festplatte haben. Damit können Sendungen gespeichert und z. B. über eine USB-Schnittstelle auf einen PC übertragen werden. Bei Twin-Receiver können zeitgleich zwei Sendungen aufgenommen oder angesehen werden. Zur Übertragung digitaler Fernsehsignale vom Satellitenreceiver zum Fernsehgerät wird eine HDMI¹-Buchse (**Bild 3 und Seite 433**) benötigt.

Satelliten, z. B. ASTRA, senden zwei Frequenzbereiche aus. Man unterscheidet das Low-Band, 10,7 GHz bis 11,7 GHz, und das High-Band, 11,7 GHz bis 12,75 GHz. Je nachdem welches Band empfangen werden soll, schaltet ein 22-kHz-Signal des Satellitenreceivers den gewünschten Empfangsbereich ein. Um möglichst viele Sender innerhalb der Sendefrequenz unterzubringen, werden die Sendesignale in eine vertikale und eine horizontale Polarisationsebene aufgeteilt. Die Umschaltung der beiden Ebenen erfolgt über die 14/18-V-LNB-Versorgungsspannung aus dem Satellitenreceiver.

¹ HDMI, Abk. für: High Definition Multimedia Interface (engl.) = hochauflösende Multimedia-Schnittstelle

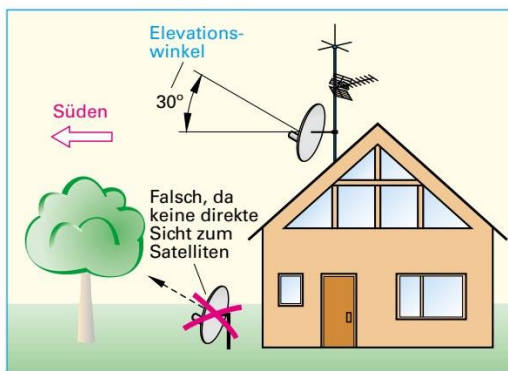


Bild 1: Montage der Parabolantenne

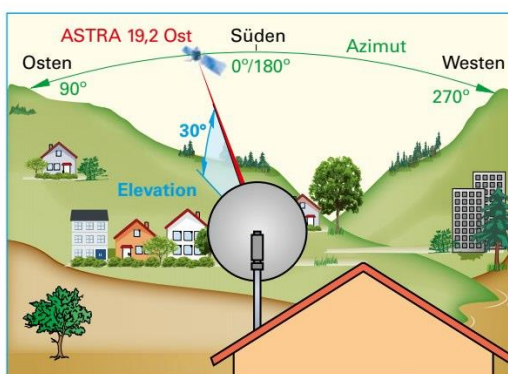


Bild 2: Einstellung von Azimut- und Elevationswinkel

Übersicht: Universal-LNB mit einem Ausgang für Einzelanlagen



- Eingangsfrequenz 10,70 GHz bis 12,75 GHz
- Für digitale Satellitensignale
- Polarisationsebenen umschaltbar: vertikal (14-V-Signal) und horizontal (18-V-Signal)
- Low- und High-Frequenzband, umschaltbar mit 0-kHz-Signal/22-kHz-Signal
- Verstärkung: > 50 dB
- Versorgungsspannung (11,5V bis 19V) vom Satellitenreceiver über das Koaxialkabel
- Stromaufnahme: < 150 mA



Bild 3: Satellitenreceiver: Vorder- und Rückansicht



432

Satelliten-Empfangsanlagen unterteilt man vor allem in:

- Einzelempfangsanlagen (**Bild 3, Seite 430**),
- Twin-Sat-Anlagen (Doppelempfangsanlagen) (**Bild 1**),
- Quad-Sat-Anlagen und
- Mehrteilnehmeranlagen (**Bilder 2 und 3**).

Mit **Twin-Anlagen** können zwei Teilnehmer unabhängig voneinander verschiedene Sat-Programme empfangen.

Quad-Anlagen eignen sich für maximal 4 Teilnehmer.

Quattro¹-Anlagen eignen sich für vier Teilnehmer und können mit Multischaltern (elektronische Umschalter) erweitert werden. Multischalter (**Bilder 2 und 3**) ermöglichen den Gemeinschaftsbetrieb von bis zu 32 Sat-Receiver an einer Sat-Antenne und werden besonders in Mehrteilnehmer-Anlagen verwendet.

Beispiel:

Wie viele Ein- und Ausgänge hat der Multischalter 5/8 (**Bild 2**)?

Lösung:

5 Eingänge, bestehend aus 4 LNB-Eingängen und einem terrestrischen Eingang (F-Buchse), und 8 Ausgänge (für 8 Teilnehmer).

Mehrteilnehmer-Anlagen versorgen z. B. Mehrfamilienwohnhäuser (**Bilder 2 und 3**). Jeder Haushalt besitzt einen oder mehrere Sat-Receiver, die über einen Multischalter, auch Umschaltmatrix genannt, mit den gewünschten Programmen versorgt werden. Die Programmauswahl in Einkabelanlagen (**Bild 3**) werden von Sat-Receiver mit dem DiSEqC™-Befehlssatz gesteuert. Damit werden vom Sat-Receiver Schaltsignale zur Steuerung und Umschaltung von LNBs erzeugt.

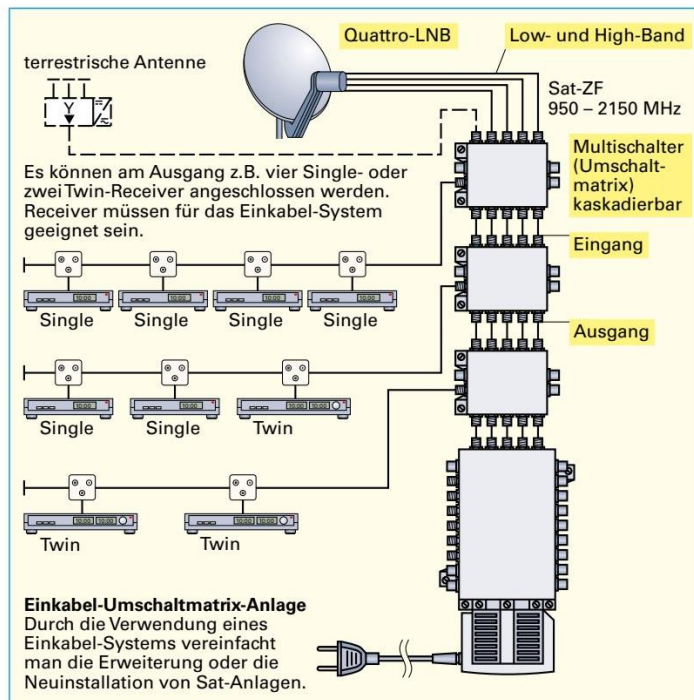


Bild 3: Mehrteilnehmer-Anlage mit Einkabel-Umschaltmatrix

¹ Je nach Hersteller Schreibweise auch Quatro.

Satelliten-Empfangsanlagen

www.schwaiger.de
 https://de.astra.ses
 www.tri-ax-gmbh.de

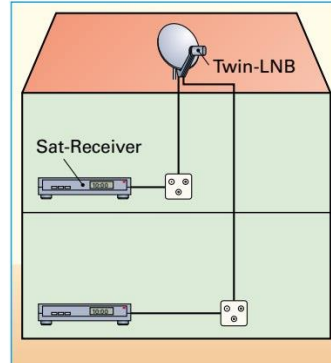
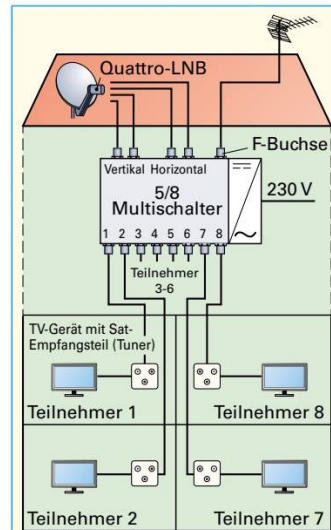


Bild 1: Twin-Anlage

i DiSEqC ist die Abkürzung für Digital Satellite Equipment Control und ist ein Warenzeichen der European Telecommunications Satellite Organisation (Eutelsat).



Daten zum Multischalter

Merkmale	SAT	terrestrisch
Frequenzbereich	950 – 2150 MHz	47 – 862 MHz
Anschlussdämpfung	2 dB	9 dB
Entkopplung zwischen Aus- und Eingang	25 dB	25 dB
Ausgangspegel (max.)	105 dBµV	85 dBµV
Umschaltung		
• vertikal/horizontal	14 V/18 V	–
• Low-Band/High-Band	0 kHz/22 kHz	–

Bild 2: Mehrteilnehmer-Anlage mit Multischalter



Situationsbeschreibung:

Eine Satelliten-Empfangsanlage soll bei Renovierung erneuert werden. Welche Baugruppen sind notwendig bzw. zu beachten? Welche technischen Anforderungen werden an die Baugruppen gestellt?

Allgemein ist zu beachten: Alle Bauteile, z.B. Koaxialkabel, Antennenverteiler, Antennenweichen und Antennensteckdosen, müssen für den Frequenzbereich 950 MHz bis 2150 MHz geeignet sein.

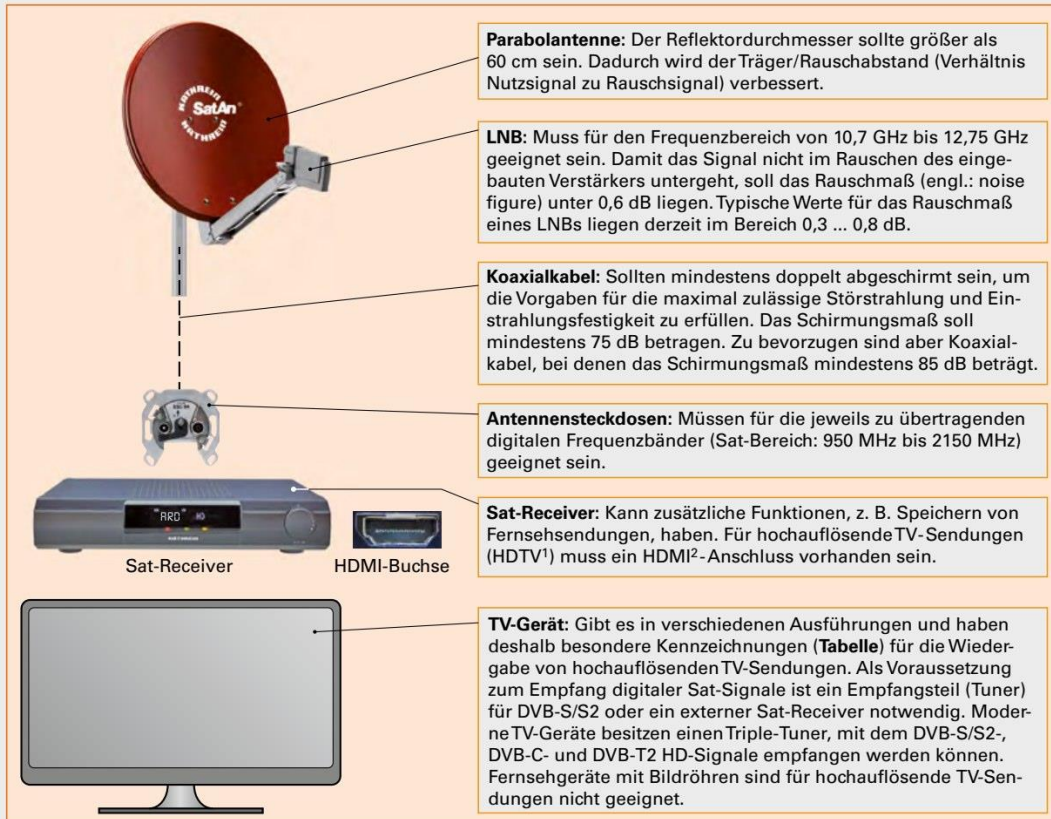


Bild: Satellitenempfangsanlage

Tabelle: Kennzeichnungen für Flachbildfernseher (Logos und Erklärungen)

	Herstellerübergreifende Kennzeichnung für Flachbildfernseher mit HDMI-Anschluss, die 720p ³ - und 1080i-Signale ⁴ verarbeiten können.
	Flachbildfernseher mit integriertem HDTV ¹ -Tuner, die 720p- und 1080i-Signale empfangen und verarbeiten können.
	Flachbildfernseher, die 720p-, 1080i- und 1080p-Signale verarbeiten können. Die Auflösung beträgt meist 1280 x 720 Pixeln bei 60 Vollbildern pro Sekunde.
	Flachbildfernseher für 720p-, 1080i- und 1080p-Signale. Maximale Bildschirmauflösung: 1920 x 1080 Pixeln. Wird auch als Full-HD oder True HD bezeichnet.
	Ultra HD (UHD) hat eine Bildschirmauflösung von 3840 x 2160 Pixeln. UHD-Fernseher als 4K-Geräte haben eine Auflösung 4096 x 2160 Pixeln im 16:9-Format.

¹ HDTV, Abk. für: High Definition Television (engl.) = hochauflösendes Fernsehen
² HDMI, Abk. für: High Definition Multimedia Interface (engl.) = hochauflösender Multimedia Schnittstelle
³ p, Abk. für: progressive (engl.) = fortschreitend, hier 720 Zeilen-Vollbildformat
⁴ i, Abk. für interlaced (engl.) = verschachtelt, hier 1080-Zeilen-Halbformat

Praxistipp: Baugruppen zum digitalen Sat-Empfang (Nächster Praxistipp: Seite 438)



12.3.6 DVB-T2 HD-Fernsehempfangsanlagen

Beim terrestrischen digitalen Fernsehen (DVB-T2¹) erfolgt eine Übertragung der Signale in digitaler Form. Die Bild- und Toninformationen werden digitalisiert, komprimiert und dann gesendet.

DVB-T2 HD ermöglicht die Übertragung hochauflösender Fernsehprogramme (HDTV).

Terrestrisches digitales Fernsehen kann über die UHF-Kanäle 21 bis 48 gesendet werden. Pro Fernsehkanal können bis zu acht Programme übertragen werden.

Die Bild- und Tonqualität beim terrestrischen digitalen Fernsehen ist deutlich besser als beim früheren üblichen analogen Satelliten-Fernsehen. Auch ist mobiler Empfang möglich, z. B. im Auto. Deshalb bezeichnet man DVB-T2 HD auch als „Das Überall-Fernsehen“.

Der DVB-T2 HD-Receiver setzt die im Antennensignal enthaltene digitale Information in Video- und Audio-Signale um. Bei gleichzeitiger Nutzung mehrerer Programme, z. B. durch Fernseher und Videorekorder, benötigt jedes Gerät einen eigenen DVB-T2 HD-Receiver.

Für die Empfangsantenne genügt, im Gegensatz zum Satelliten-Fernsehen, in Sendernähe eine Zimmerantenne, die auch als Stabantenne ausgeführt sein kann. Bei größerer Senderentfernung wird eine Außen- oder Dachantenne benötigt. Mehrteilnehmer-Anlagen werden mit Netzstrukturen gemäß **Bild 2, Seite 429** aufgebaut.

12.3.7 Breitband-Kommunikationsanlagen

Breitband-Kommunikationsanlagen (BK-Anlagen) übertragen z. B. Radio- und Fernsehprogramme im Frequenzbereich von 47 MHz bis 862 MHz über örtliche Koaxialkabel durch Kabelnetzbetreiber bis zu einem Hausübergabepunkt (**Bild 2**). Breitband-Kabelnetze werden auch zur bidirektionalen² Datenübertragung, z. B. für Telefon- und Internetdienste, eingesetzt. Ab dem Hausübergabepunkt ist für das Errichten der Hausverteilanlage der Antragsteller bzw. die Elektrofachkraft verantwortlich. Nach dem Hausübergabepunkt wird ein Hausanschlussverstärker eingesetzt, um die Verluste des Hausleitungsnetzes auszugleichen. Der Eingangsspegel am Hausübergabepunkt soll bei Fernsehsignalen 66 bis 83 dBµV und bei UKW-Ton-Rundfunksignalen 62 bis 76 dBµV (dBµV, **Seite 435**) betragen. Wird von einer terrestrischen Antennenanlage auf eine BK-Anlage umgestellt, so erfolgt eine Leitungsverlegung von oben nach unten (**Bild 2a**). Zukunftsorientierte Verkabelungen sollten nach dem Sternnetz erfolgen (**Bild 2b**).

i DVB-T2 HD-Fernsehen

- Wird auch als „Das Überall Fernsehen“ bezeichnet.
- Übertragung im Frequenzbereich 470 bis 690 MHz.
- Ein Mischempfang, z. B. DVB-T2 HD und DVB-C, ist möglich.
- Zum Empfang des terrestrischen digitalen Fernsehens benötigt man eine Antenne, einen DVB-T2 HD-Receiver (Set-Top-Box) und ein Fernsehgerät.
- Der Eingangsspegel an der Set-Top-Box sollte etwa 35 dBµV betragen.
- DVB-T wurde durch DVB-T2 HD (HDTV-Übertragung, **Seite 433**) Mitte 2019 abgelöst.

www.digitalfernsehen.de
www.dvb-t2hd.de



DVB-T2 HD-Logo: Geräte, die mit diesem Logo gekennzeichnet sind, müssen die Mindestanforderungen für DVB-T2 HD-Empfangsgeräte haben.

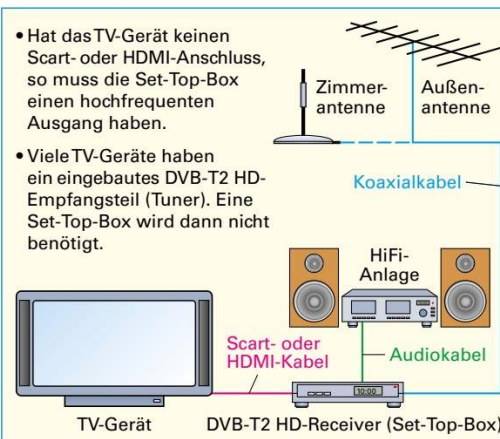


Bild 1: DVB-T2 HD-Anlage (Grundausstattung)

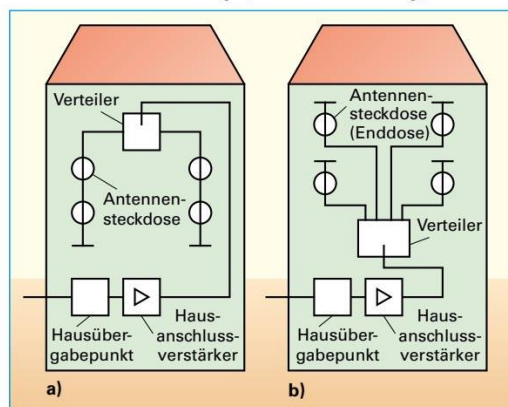


Bild 2: Leitungsnetze in einer BK-Anlage (Beispiele)

¹ **DVB-T2**, Abk. für: **D**igital **V**ideo **B**roadcasting **T**errestrial, 2. Generation (engl.) = Digitales Fernsehen über terrestrische Antenne, erdgebunden

² bidirektional = in beiden Richtungen



12.3.8 Berechnung einer Empfangsantennenanlage

- i** Bei der Berechnung ist zu beachten:
- Es sind Mindest- und Höchstpegel an Antennensteckdosen vorgeschrieben (**Tabelle**).
 - Die Dämpfungen A_K von Koaxialkabeln sind frequenzabhängig (**Bild 1d, Seite 429**).
 - Es ist eine Windlastberechnung (Biegemomente) durchzuführen (**Seite 436**).
 - Die Ermittlung der Antennenpegel erfolgt mithilfe eines Messempfängers (**Bild 2**).

Tabelle: Mindest- und Höchstpegel in dB μ V an Antennensteckdosen (Auswahl)

Bereich, System	Frequenzbereich	Mindestpegel L_{min}	Höchstpegel 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

Beispiel:

Eine Antennenanlage (**Bild 1**) mit Multischalter (**Bild 3, Seite 432**) ist zu berechnen. Als Leitung wird doppelt geschirmtes Koaxialkabel verwendet (**Bild 1, Seite 429**).

a) Berechnen Sie den Pegel L_A an der Steckdose A für den Sat-Bereich bei einer Frequenz von 1000 MHz.

b) Wie hoch muss der Eingangspegel L_{e2} am Multischalter bei einer Frequenz von 500 MHz (DVB-T2) sein, damit ein Mindestpegel L_{min} an der Steckdose B erreicht wird?

c) Wird der Höchstpegel im SAT-ZF-Bereich an der Steckdose A überschritten?

Lösung:

- a) Aus **Bild 1d, Seite 429**: $A_K = 17 \text{ dB}/100 \text{ m}$
 $A_{KA} = (l_1 + l_2) \cdot A_K = 14 \text{ m} \cdot 17 \text{ dB}/100 \text{ m} = 2,4 \text{ dB}$
 $A_{ges} = A_{KA} + A_M + A_A = 2,4 \text{ dB} + 2 \text{ dB} + 2 \text{ dB} = 6,4 \text{ dB}$
 $L_A = L_{e1} - A_{ges} = 75 \text{ dB}\mu\text{V} - 6,4 \text{ dB} = \mathbf{68,6 \text{ dB}\mu\text{V}}$
- b) Aus **Bild 1d, Seite 429**: $A_K = 14 \text{ dB}/100 \text{ m}$
 $A_{KB} = l_3 \cdot A_K = 36 \text{ m} \cdot 14 \text{ dB}/100 \text{ m} = 5 \text{ dB}$
 $A_{ges} = A_{KA} + A_M + A_A = 5 \text{ dB} + 9 \text{ dB} + 2 \text{ dB} = 16 \text{ dB}$
 $L_{e2} = L_{min} + A_{ges} = 26 \text{ dB}\mu\text{V} + 16 \text{ dB} = \mathbf{42 \text{ dB}\mu\text{V}}$
- c) **68,6 dB μ V < 77 dB μ V**
Der Höchstpegel wird nicht überschritten.

¹ terrestrisch = die Erde betreffend

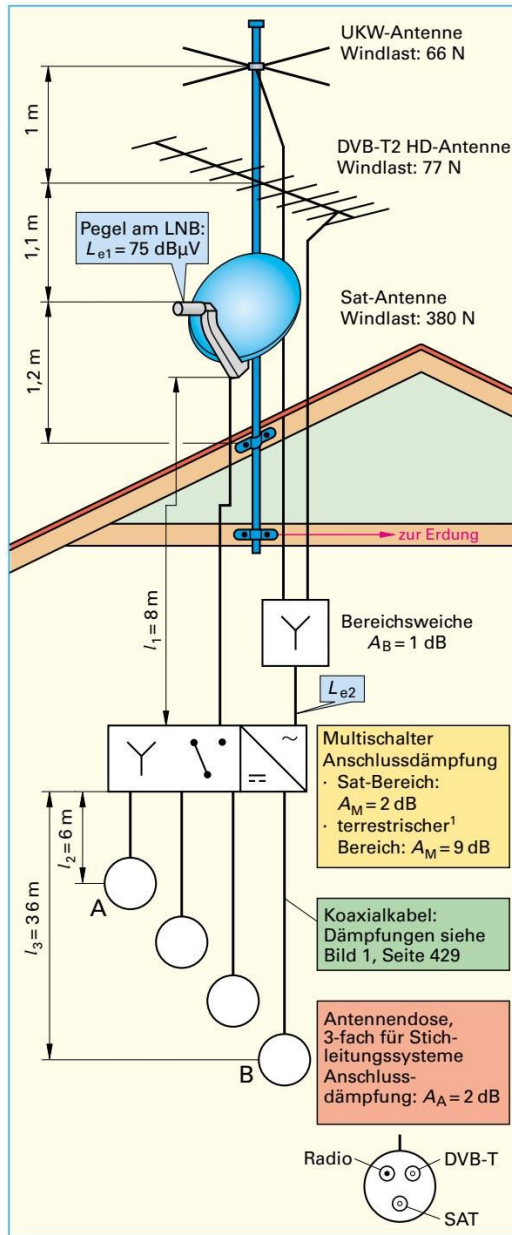


Bild 1: Antennenanlage



Bild 2: Messempfänger (Pegelmessgerät)



12.3.9 Errichten von Empfangsantennenanlagen

Beim Bau von Antennenanlagen unterscheidet man Einzel-, Gemeinschafts- und Großgemeinschaftsanlagen. **Einzelanlagen (EA)** versorgen eine Wohneinheit, **Gemeinschaftsanlagen (GA)** versorgen mindestens zwei Wohneinheiten.

Großgemeinschaftsanlagen (GGA) werden z. B. zur Versorgung von Wohngebieten errichtet. Bei Gemeinschaftsantennenanlagen (**Bild 1a**) wird das Signal von oben nach unten verteilt, bei Breitband-Kommunikationsanlagen (BK-Anlagen) meist vom Hausübergabepunkt nach oben (**Bild 1b**). Antennenanlagen müssen nach den Normen DIN EN 60728-11 errichtet und betrieben werden.

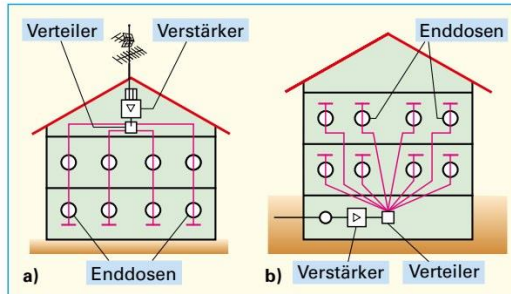


Bild 1: Aufbau von Verteilanlagen

Mechanische Sicherheit

Um Empfangsstörungen zu vermeiden, müssen Antennen untereinander einen ausreichenden Abstand, z. B. etwa 1 m, haben. Auch sind bestimmte Mindestabstände zu Starkstromfreileitungen einzuhalten (**Bild 2**). Beim Abknicken von Antennen muss die Berührung mit Freileitungen ausgeschlossen sein. Antennenstandrohre sind an tragenden Bauteilen mit Schellen zu befestigen und gegen Verdrehen zu sichern.

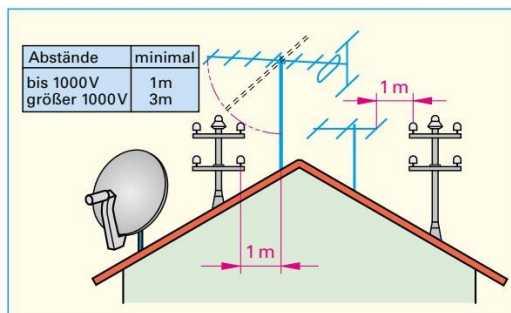


Bild 2: Abstände von Antennen und Freileitungen

Die Einspannlänge l_E muss mindestens $\frac{1}{6}$ der gesamten Standrohrlänge l betragen (**Bild 3**).

Bei Wind wirken Kräfte auf die Antennen (Windlast). Diese sind von der Bauform der Antennen abhängig und führen zu Biegemomenten am Antennenstandrohr. Das Standrohr muss deshalb ein nachzuweisendes Biegemoment aushalten. Es ist die Summe der Biegemomente zu bilden. Dazu zählen das Biegemoment, das vom Antennenstandrohr (M_R) selbst verursacht wird, und die Biegemomente (M_1, M_2, \dots) der montierten Antennen (**Bild 3**). Für Antennenstandrohre mit einer freien Länge von über 6 m oder einem Gesamtbiegemoment an der oberen Einspannstelle über 1650 Nm ist die ausreichende Festigkeit der zur Befestigung genutzten Gebäudeteile nachzuweisen.

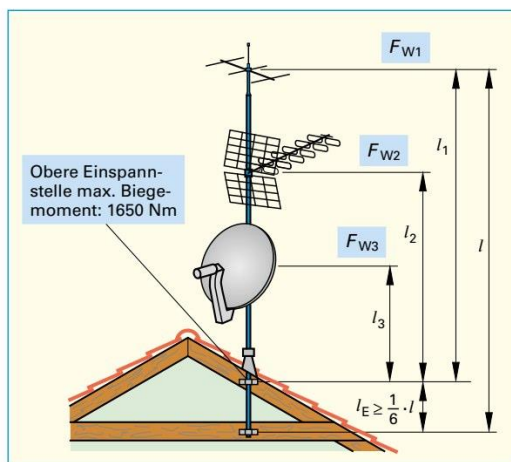


Bild 3: Antennen-Montage

Das vom Hersteller angegebene maximale Biegemoment des Antennenstandrohres darf nicht überschritten werden.

Beispiel:

Berechnen Sie das Biegemoment an der oberen Einspannstelle der Antennenanlage **Bild 1, Seite 435**. Das Eigenbiegemoment des Antennenstandrohres beträgt 144 Nm.

Lösung:

$$M_G = M_R + M_1 + M_2 + M_3$$

$$= 144 \text{ Nm} + (66 \text{ N} \cdot 3,3 \text{ m}) + (77 \text{ N} \cdot 2,3 \text{ m})$$

$$+ (380 \text{ N} \cdot 1,2 \text{ m}) = \mathbf{995 \text{ Nm}}$$

Biegemomente von Antennen

$$M_1 = F_{W1} \cdot l_1 \quad M_G = M_R + M_1 + M_2 + \dots$$

$$[M] = \text{N} \cdot \text{m} = \text{Nm}$$

- M_1, M_2, \dots Biegemomente der Antennen
- M_R Eigenbiegemoment des Antennenstandrohres
- F_{W1}, F_{W2}, \dots Windlasten
- l_1, l_2, \dots Abstände von der oberen Einspannstelle
- M_G Gesamtbiegemoment



Elektrische Sicherheit

Die elektrische Sicherheit von Antennen ist abhängig von der Erdung, dem Schutzpotenzialausgleich, der vorschriftsmäßigen Verlegung und Montage von Antennenkabeln und Betriebsmitteln.

In Lagerräumen für leichtentzündliche Stoffe, z.B. Heu oder Stroh, und in Räumen, in denen sich explosive Gase bilden, dürfen Antennenkabel nicht verlegt werden.

Alle Antennen, ausgenommen Zimmerantennen, eingebauten Antennen, Fensterantennen und Antennen unter dem Dach, müssen geerdet werden (**Bild 1**).

Fensterantennen müssen dann geerdet werden, wenn die Maße nach **Bild 1** überschritten werden.

Das Antennenstandrohr ist mit der Erdungsanlage zu verbinden.

Als Erder (**Bild 1**) können z.B. Fundament-, Band-, Stab- oder Blitzschutzterder verwendet werden, sofern die örtlichen Vorschriften dies zulassen. Verfügt das Gebäude über ein Blitzschutzsystem (**Seite 463**), so sollte die Antennenanlage durch eine von ihr getrennte Fangstange (**Bild 2**) geschützt werden (Trennungsabstand, **siehe Seite 466**, beachten). Als Erdungsleitung lassen sich bei Eignung z.B. auch Stahlskelette, Armierungen oder Eisentreppen benutzen. Das Antennenstandrohr und die Abschirmung der Koaxialleitungen vor und hinter Verstärkern und Umsetzern sind mit einem Schutzpotenzialausgleich zu versehen (**Bild 1**). Schutzpotenzialausgleichsleitungen sind Kupferleitungen, z.B. H07V-U, mit einem Querschnitt $\geq 4 \text{ mm}^2$.

Prüfen von Antennenanlagen. Neu errichtete oder instand gesetzte Antennenanlagen sind vor der Inbetriebnahme zu überprüfen (**Übersicht**). Bei der Prüfung auf Kurzschluss und Unterbrechung werden die Antennenleitungen mit einem Widerstandsmesser kontrolliert. Durch den in der Enddose einer Stammleitung eingebauten Abschlusswiderstand muss zwischen Abschirmung und Innenleiter ein Widerstandswert von etwa 75Ω zu messen sein.

Sicherheitsvorkehrungen. Nach den Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften hat sich der Errichter vor Montage- bzw. Reparaturbeginn davon zu überzeugen, dass zwischen Antenne und Erde keine gefährliche Berührungsspannung besteht. Werden Arbeiten in der Nähe von Starkstromfreileitungen durchgeführt, sind Sicherheitsmaßnahmen, z.B. Abschalten der Starkstromfreileitung, zu treffen. Vor Betreten eines Gebäudedaches hat sich der Antennenerrichter vorschriftsmäßig anzuseilen. Bei Arbeiten an Antennenanlagen auf dem straßenseitigen Teil des Daches ist der Gehweg durch Schranken und Warnschilder abzusichern.

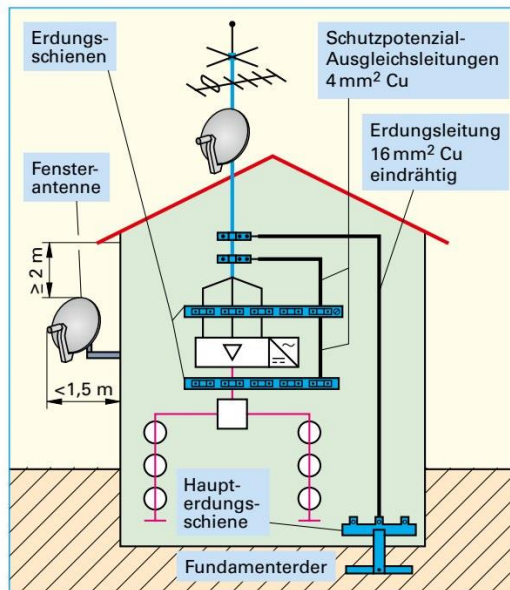


Bild 1: Erdung und Schutzpotenzialausgleich einer Antennenanlage

- i** Als Erdungsleitungen (Einzelmassivdrähte) sind nach DIN EN 60728-11 erlaubt, z.B.:
- Kupferleitung $\geq 16 \text{ mm}^2$, z.B. H07V-U,
 - Aluminiumleitung $\geq 25 \text{ mm}^2$, z.B. NAYY,
 - Stahl (verzinkt) $\geq 50 \text{ mm}^2$.

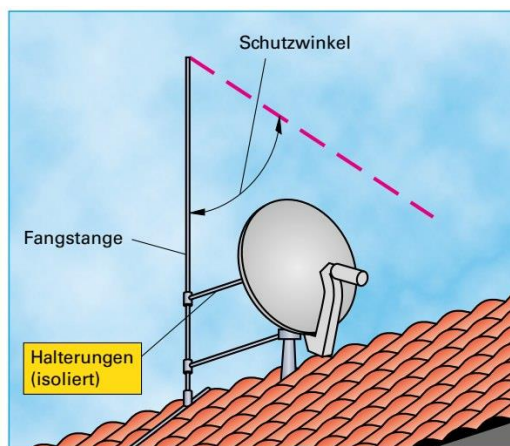


Bild 2: Parabolantenne mit Fangstange

- Übersicht: Prüfen von Antennenanlagen**
- Sichtprüfung auf fachgerechte Montage.
 - Prüfen auf Kurzschluss und Unterbrechung der Antennenleitungen.
 - Pegelmessung mit Antennenmessgerät.
 - Prüfen der Bild- und Tonqualität.



Situationsbeschreibung:

In der Praxis werden immer häufiger Wohn-, Freizeit- und ähnliche Bereiche mit einer anwendungsneutralen Kommunikationsverkabelung (siehe auch Seite 452) ausgestattet.

Bei der Kommunikationsverkabelung (**Bild 1**) werden Anschlüsse für Kommunikationsdienste, z.B. Telefonie, Rundfunk, Internet, Fernsehen, Computer und gebäudetechnische Anwendungen, z.B. Temperaturerfassung, flexibel und individuell in den Räumen eines Wohnhauses angeboten.

Durch die Kommunikationsverkabelung ergeben sich für Bauherren und Planer Vorteile.

- Hohe Flexibilität für individuelle Anschlüsse.
- Bei Änderungen keine neue Leitungsinstallation.

Eine Multimediainstallation umfasst die Gebiete:

- RuK (Radio/TV und Kommunikation) und
- IuK (Information und Kommunikation).

Die notwendigen Ausstattungen der elektrischen Anlagen mit den Anschlüssen für Kommunikationszwecke RuK sowie IuK sind in DIN 18015-2 und RAL-RG 678 festgelegt.

Aufbau der anwendungsneutralen Kommunikationsverkabelung

Zum Aufbau sind notwendig:

- Ein zentraler Wohnungsverteiler (**Bilder 1 und 2**),
- eine Verkabelung zu den Anschlussdosen und
- Anschlussdosen in jedem Wohnraum.

Zentraler Wohnungsverteiler: Vom Wohnungsverteiler, z.B. Zählerschrank mit Multimediaverteilerfeld (**Bild 2**), verläuft eine sternförmige Verkabelung zu jeder Anschlussdose. Am Wohnungsverteiler lassen sich alle Änderungen und Arbeiten, z.B. Einrichten eines Telefonanschlusses, durchführen.

Verkabelung: Zur elektrischen Datenübertragung verwendet man z.B. Multimediakabel (**Bild 3**) mindestens der Kategorie Cat 5e (**Seite 317**).

Anschlussdose: Es wird eine Anschlussdose für alle Kommunikationsdienste pro Raum und bei größeren Räumen im Abstand von 3,75 m benötigt. Als PC-Netzwerkanschlussbuchse und für Kommunikationsgeräte verwendet man den Typ RJ45 (**Seite 443**), analoge Kommunikationsgeräte werden über Cat 5e-Datendosen oder TAE-Anschlussbuchsen (**Seite 440**) angeschlossen.

Hinweise zur Verlegung der Datenkabel

- Verlegung in Leerrohre, z.B. mindestens M25, in Unterflursystemen oder in Kabelkanälen.
- Maximale Biegeradien des Herstellers beachten.
- Die Länge des Multimediakabels beträgt maximal 90 m vom Verteiler bis zur Anschlussdose.

i Multimediaverkabelung

- Ist genormt nach DIN EN 50173.
- Nennt man auch strukturierte Heimverkabelung. (Nach Norm auch mit „Anwendungsneutraler Kommunikationskabelanlage“ bezeichnet.)

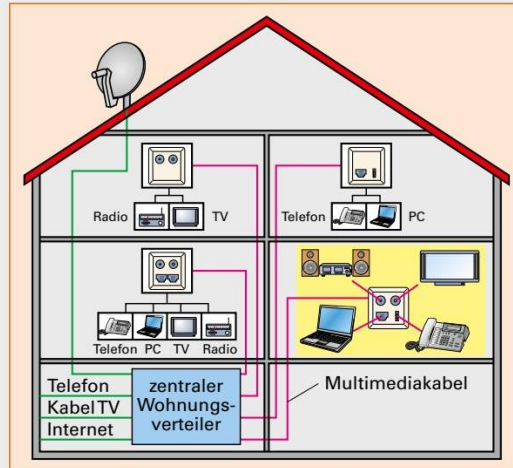


Bild 1: Anwendungsneutrale Kommunikationsverkabelung eines Einfamilienhauses



www.homeway.de
www.hager.de



Bild 2: Zählerschrank mit Multimediaverteilerfeld



Bild 3: Multimediakabel (Hybridkabel)