

Paukblätter Technik E:

Leitfähigkeit

Siemens

	Spezifischer Widerstand $\Omega \times \text{mm}^2 / \text{m}$	Elektrische Leitfähigkeit S / m (S = Siemens)
Silber	1,587 / 10^2	61.39×10^6
Kupfer	1,678 / 10^2	58×10^6
Gold	2,214 / 10^2	44.0×10^6
Aluminium	2.65 / 10^2	36.59×10^6
Zinn	11,5 / 10^2	$8,69 \times 10^6$
Eisen	10 – 15 / 10^2	10×10^6
Blei	20.8 / 10^2	4.69×10^6
Quecksilber	96 / 10^2	1.04×10^6
Graphit	800 / 10^2	
Glimmer	$1 \times 10^{15-18}$	
Glas	$1 \times 10^{16-21}$	
Polypropylen (PP)	1×10^{11}	
Teflon	$1 \times 10^{18-21}$	

Isolator: Epoxid, Polyethylen(PE), Polystrol (PS), Pertinax, Polyvinylchlorid, Teflon

Elektrisches Feld: Volt pro Meter V / m

Magnetisches Feld: Ampere pro Meter A / m

$$f = \frac{c}{\lambda} \quad (\text{Einheiten: Hz , m})$$

C = Vakuumlichtgeschwindigkeit
 = 300 000 Km/sec = 300 000 000 m/s
 f = Frequenz [Hz = 1/s] [Hertz = Hz]

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

λ = Wellenlänge [m]

Sonderfall:

$$f = \frac{300}{\lambda} \quad (\text{Einheiten: MHz , m})$$

Frequenz und Periodendauer:

Frequenz = f [1/s]
 Periodendauer = T [s]

$$T = \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{1}{T}$$

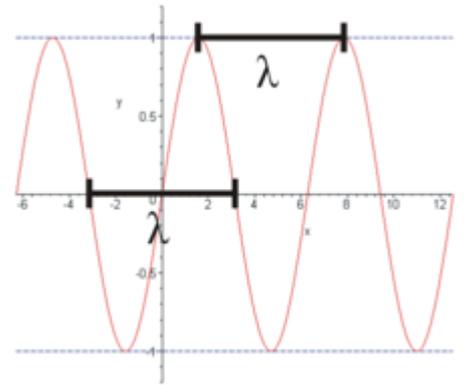


Bild aus Wikipedia

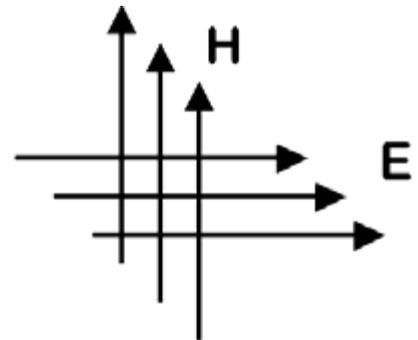
Ferromagnetischer Stoff (Magnetisierbar):

Eisen

E Elektrisches Feld
 H Magnetisches Feld

Der Winkel zwischen den elektrischen und magnetischen Feldkomponenten eines elektromagnetischen Feldes beträgt im Fernfeld

90°.



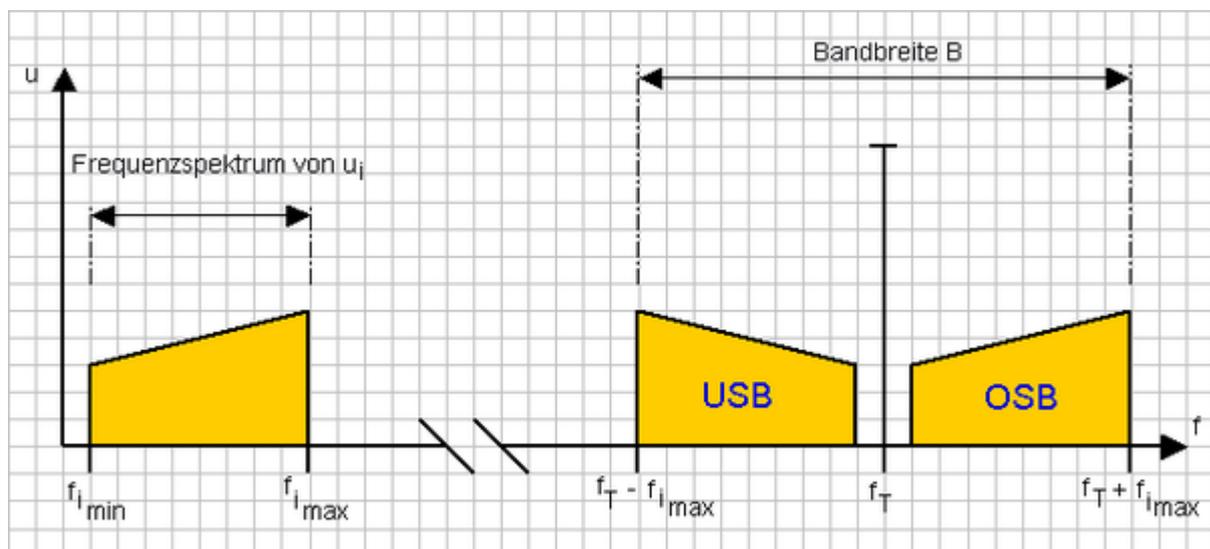
Info: Fernfeld:

Kleine Antenne:
 Große Antennen:

$2 \times \lambda$
 $2 \times L^2 / \lambda$ (L = Länge der Antenne in m)

Modulationsarten:

Bild aus Wikipedia



AM = Amplitudenmodulation
Unteres Seitenband, Träger und oberes Seitenband
Bandbreite 6 kHz
Leistung: 50 % im Träger und je 25 % in den Seitenbändern.

SSB = Einseitenbandmodulation
Unteres oder oberes Seitenband, kein Träger
Bandbreite 2,7 kHz
LSB [unteres Seitenband] bis 10 MHz
USB [oberes Seitenband] ab 10 MHz

FM = Frequenzmodulation.
Bandbreite 12 kHz
Amplitude konstant. Sprachinformation (Amplitude und Tonfrequenz) wird in HF-Frequenzänderung umgesetzt.

Frequenzmodulation: Ungefähre Bandbreite = $2 \times (\text{Modulationsfrequenz} + \text{Hub})$

Beispiel: Hub 1,8 kHz Modulationsfrequenz 2 kHz Bandbreite = $2 \cdot (1,8 + 2) = 7,6$ kHz

CW = Morsen
Klassische Modulation
Bandbreite 50 Hz

Digitale Modulationsarten:

PSK31 = Phase-shift-keying Verbindung Computer zu Computer. Codierung über Soundkarte.
Bandbreite 31 Hz

Packet Radio = Amateurfunk „ Internet „ Textbotschaften 1k2 = 1200 Baud 9k6 = 9600 Baud

1k2 Bandbreite NF = 2,7 kHz
Bandbreite HF = 12 kHz

9k6 Bandbreite NF = 6 kHz
Bandbreite HF = 20 kHz

SSTV = Single Scan Television
Übertragung von Standbildern
Bandbreite 2,7 kHz

ATV = Amateurfunktelevision
Bandbreite 2 MHz bei digitalem ATV
Bandbreite 5 MHz bei analogem ATV

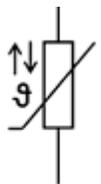
Ohmsches Gesetz (Immer beim Rechnen Grundeinheiten verwenden, Ω , V ,A , z.B. mA in A umrechnen)

$$R = \frac{U}{I} \quad U = R \cdot I \quad I = \frac{U}{R}$$

Leistung: Einheit Watt (VxA)

$$P = U \cdot I \quad P = \frac{U^2}{R} \quad P = I^2 \cdot R$$

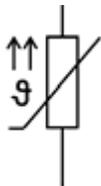
$$U = \sqrt{P \cdot R} \quad R = \frac{U^2}{P} \quad I = \sqrt{\frac{P}{R}}$$



NTC = Negativer Temperaturkoeffizient

Heißleiter

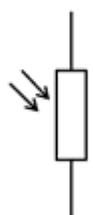
Anwendung: Temperaturfühler, Einschaltstrombegrenzer



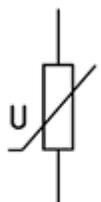
PTC = Positiver Temperaturkoeffizient

Kaltleiter

Anwendung: Temperaturfühler, Überstromschutz



Fotowiderstand



Varistor

Varistoren eignen sich zum Schutz vor Überspannungen. Im Normalbetrieb ist ihr Widerstand sehr groß, während bei Überspannung der Widerstand fast verzögerungsfrei sehr klein wird und Ladung ableitet. Sie werden sowohl zum Schutz empfindlicher elektronischer Schaltungen als auch in der Starkstromtechnik eingesetzt.

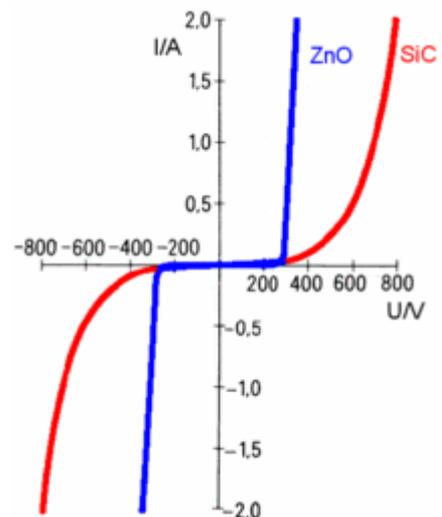


Bild aus Wikipedia zu Varistor

Oberwellen: Vielfache der Grundfrequenz, **ausschließlich** der Grundwelle

1. Oberwelle = doppelte Grundfrequenz

Harmonische: Vielfache der Grundfrequenz **einschließlich** der Grundwelle

1. Harmonische = Grundfrequenz

Rauschen proportional zur Bandbreite: doppelte Bandbreite = doppeltes Rauschen

Eine Sinusschwingung entspricht λ (Wellenlänge) oder 2π (Eine Sinuswelle ist gedanklich ein Kreisumfang, entsprechend 2π (π))

Effektivspannung: U_{eff}

U_{ss} = Spannung Spitze - Spitze

U_{Spitze} = Spannung Spitze zur Nulllinie

$$U_{ss} = U_{Spitze} \cdot 2 = 2 \cdot U_{eff} \cdot \sqrt{2}$$

$$U_{eff} = \frac{U_{ss}}{2 \cdot \sqrt{2}}$$

Senderausgangsleistung: Gemessen direkt am Geräteausgang (vor externem Tuner)

Spitzenleistung eines Senders (PEP Peak envelope Power)

= Leistung (Spitze - Spitze) entspricht Spannung Spitze -Spitze

Mittlere Leistung = durchschnittliche Leistung ähnlich U_{eff}

ERP = Äquivalente (effektive) Strahlungsleistung

= Strahlungsleistung, die von der Antenne abgestrahlt wird, bezogen auf einen Dipol

ERP = (Leistung Sender - Verluste) x Gewinn Antenne

EIRP = Äquivalente isotrope Strahlungsleistung

= Strahlungsleistung, die von der Antenne abgestrahlt wird, bezogen auf einen isotropen Kugelstrahler

EIRP = ERP + 2.15 dB oder ERP x 1,64

Wechselstromwiderstand Kondensator: (Kapazitiver Widerstand)

$$X_c = \frac{1}{\omega \cdot c} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot c}$$

ω = Kreisfrequenz = $2 \cdot \pi \cdot f$

= der kapazitive Widerstand fällt mit steigender Frequenz

Wechselstromwiderstand Spule: (Indukiver Widerstand)

$$X_L = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

= der induktive Widerstand steigt mit der steigender Frequenz

Transformator:

$$\ddot{U} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} = \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}}$$

$$U_1 = \ddot{U} \cdot U_2$$

$$Z_1 = \ddot{U}^2 \cdot Z_2$$

\ddot{U} = Übersetzungsverhältnis
 N = Windungszahl
 Z = Impedanz
 U_1 = Eingangsspannung
 U_2 = Ausgangsspannung

Dioden: Elektronen fließen von N nach P

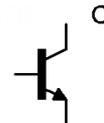
Flussrichtung: + an Anode - an Kathode
 Sperrrichtung: - an Anode + an Kathode

Schwellspannung:	Schottkydiode	0,2 V	
	Germaniumdiode	0,2 - 0,4 V	
	Siliziumdiode	0,5 - 0,8 V	
	Leuchtdiode	1,6 - 2 V	
Zehnerdiode:	In Sperrrichtung betrieben	- an Anode	+ an Kathode
Kapazitätsdiode:	In Sperrrichtung betrieben	- an Anode	+ an Kathode

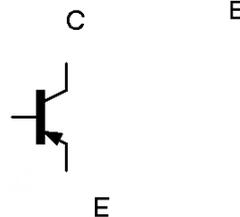
Abnehmende Sperrspannung > Kapazität steigt > Frequenz des Schwingkreises sinkt.

Transistor: npn und pnp = bipolare Transistoren

Npn = positive Spannung am Kollektor B



Pnp = negative Spannung am Kollektor B
 („Emitterpfeil nach Platte“)



Npn - Transistoren:

Basisspannung = 0 V = Emitterspannung > Kein Kollektorstrom = Transistor ist ausgeschaltet.

Basisspannung 0,6 Volt über Emitterspannung > Transistor leitet > Emitter-Basisdiode leitet.

Leistungsverstärker:

Klasse A:	Wirkungsgrad:	40%
	Oberwellenanteil:	Geringstmöglicher Oberwellenanteil
	Ruhestrom:	hoch
Klasse B:	Wirkungsgrad:	80%
	Oberwellenanteil:	Geringer Oberwellenanteil
	Ruhestrom:	sehr gering
Klasse C:	Wirkungsgrad:	80 - 87%
	Oberwellenanteil:	hoher Oberwellenanteil
	Ruhestrom:	fast null

Bandbreiten: CW 500 Hz
 SSB 2,7 kHz
 AM 6 kHz
 FM 12 kHz
 Packet Radio 1200 Baud NF Bandbreite 3 kHz HF Bandbreite 12 kHz (**AFSK**)
 Packet Radio 9600 Baud NF Bandbreite 6 kHz HF Bandbreite 20 kHz (**FSK**)
 PSK31 31 Hz

Modulator - Demodulator (S. 49):

AM:	Hüllkurvendemodulator	A3E	
FM:	Flankendemodulator	F3E	HF-Leistung ist konstant!
	Phasendiskriminator		
	Ratiodetektor		
SSB:	Produkt-detektor	J3E	

VFO = Variabler Frequenzoszillator

VCO = Voltage controlled oscillator = Spannungsgesteuerter Oszillator (mit Kapazitätsdiode)

Chirp = Frequenzveränderung des Oszillators durch zu schwach ausgelegte Spannungsversorgung

Übermodulation: Splatter auf benachbarten Frequenzen

Kreuzmodulation: Vermischung eines starken unerwünschten Signals mit dem Nutzsignal

Digitalmodulationsarten: = Digimodes

Pactor: Übertragung von Texte und Daten
 Passt Übertragungsgeschwindigkeit an die Kanaleigenschaften an
 Hat Fehlerkorrektur

RTTY: 5 Bit Code mit Start- und Stoppbit (Baudot) damit 32 Zeichen darstellbar

PSK 31: geringe Bandbreite von 31 Hz

SSTV: Slow scan Television (Standbild)

ATV: Amateurradio Television (bewegte Bilder)

Funk-Empfänger:

Superhet: Hohe erste Zwischenfrequenz bringt hohe Spiegelfrequenzunterdrückung
 1. ZF höher als die höchste Empfangsfrequenz
 Erstes Quarzfilter heißt dann Roofing-Filter

Mit niedriger 2. Zwischenfrequenz erreicht man leichter eine gute Trennschärfe

Siegelfrequenzabstand = 2 fache der 1. Zwischenfrequenz

Notchfilter = Unterdrückung von Störungen

AGC = Automatische Verstärkungsregelung (Automatic Gain Control)

SSB Modulator: Balacemodulator erzeugt aus NF und BFO eine Zweiseitenband-Signal. Das restliche Seitenband wird mit eine Quarzfilter ausgelöscht.

CW Empfang: Differenz zwischen BFO Frequenz und der Frequenz der letzten Zwischenfrequenzstufe sollte 800 Hz betragen. Dies ergibt einen Ton mit 800 Hz.

Interception Point IP_3 beurteilt man die Großsignalfestigkeit

Signal-Rauschabstand (S/N) : Er gibt an, um wie viel dB das Nutzsignal eines VHF Empfängers stärker ist, als das Rauschen

Rauschzahl: Gibt an, um wie viel das Signal-Rauschverhältnis eines **UHF Vorverstärkers** sich bessert.
 $F = 2$ bedeutet, dass das Signal-Rauschverhältnis am Ausgang um 3 dB besser ist, als am Eingang.

DSP: Digitaler Signalprozessor
Unterdrückung von Störgeräuschen, zur Dynamikkompression (Sender)
Als Frequenzfilter (Statt vielen Quarzfiltern)

Tastklicks bei CW: Zu steile Flanken des Tastsignals. Abhilfe: Verrundung der Tastflanken

Frequenzvervielfacher: Nicht lineare Verstärkerstufe erzeugt Oberwellen, die ausgefiltert werden. Muss gut abgeschirmt werden, wegen der Oberwellen.

Filter nach Sendeendstufen: KW = Tiefpass
VHF = Bandpass

Transceiver = Sende- Empfänger

Converter = Empfangsumsetzer zB. setzt dieser das 2 m Band auf das 10 m Band um.

Transverter = Wie Converter, nur dass beim Senden ebenfalls das Band umgesetzt wird, z.B. das 10 m Band ins 2 m Band.

Ausgangs-Pi-Filter: Es dient zur Anpassung der Last und verbessert die Unterdrückung der Oberwellen (Tiefpass)

PTT - Taste = Push to talk

= Drücken um zu sprechen = Sendetaste

VOX = voice operated transmit = sprachgesteuertes Senden

Squelch = Rauschen. Regler blendet Grundrauschen aus

RIT =Regler verändert die Empfangsfrequenz. Sendefrequenz bleibt gleich.

S- Meter: 1 S – Stufe 6 dB Unterschied:

Bis 30 MHz : S 9 50 μ V am 50 Ω - Empfängereingang = - 73 dBm

Ab 30 MHz: S 9 5 μ V am 50 Ω - Empfängereingang = - 93 dBm

Unerwünschte Aussendungen (Sender): $< 0.25 \mu\text{W}$ (-36 dBm) , falls größer gilt bei

KW (1,7 - 35 MHz) , dass diese 40 dB kleiner als die maximale PEP ist
50 - 1000 MHz , dass diese 60 dB kleiner als die maximale PEP ist.

Antennen:

Dipol: **Länge** $\frac{\lambda}{2}$ Das bedeutet eine halbe Wellenlänge hat auf der Antenne Platz. Diese Sinushalbwellen entspricht dem Stromverlauf. Der Spannungsverlauf ist um 90 Grad verschoben, das heißt, am Ende ist die Spannung hoch und in der Mitte null. Am Einspeisungspunkt (in der Mitte) liegt ein Strombauch und ein Spannungsknoten. Nach dem Ohm'schen Gesetz $R = \frac{U}{I}$ ist dann der Einspeisungspunkt niederohmig.
Stromspeisung.

Wird der **Dipol mit der doppelten Grundfrequenz** in Resonanz betrieben, so passt eine ganze Sinuswelle (λ) auf die Antenne. Dies bedeutet, dass in der Mitte am Einspeisungspunkt (Wichtig: Die gezeichnete Sinuswelle entspricht dem Stromverlauf) der Strom null ist, somit ein Stromknoten ist. Der Spannungsverlauf ist immer um 90 Grad verschoben. Somit ist am Einspeisungspunkt ein Spannungsbauch vorhanden. Nach dem Ohmschen Gesetz ist der Einspeisungspunkt hochohmig.
Spannungsspeisung
Dies trifft für alle geradzahigen Vielfache der Grundfrequenz zu.

Verkürzungsfaktor für Drahtantennen = 95 %

Impedanz $\frac{\lambda}{2}$ Dipol mindestens 1 Wellenlänge über dem Boden = 70 Ω
Impedanz Faltdipol = 240 Ω

Marconi - Antenne = gegen die Erde erregte $\frac{\lambda}{4}$ Antenne (Stab geerdet)
 $\frac{5}{8} \lambda$ = Vertikalantenne mit günstigsten Strahlungseigenschaften

Radiale sind bei einer Groundplane Gegengewichte

Trap = Parallelresonanzkreis in der Antenne. Erlaubt eine Anpassung für mindestens zwei Frequenzbereiche
= Sperrkreis für die Erregerfrequenz, da bei Resonanz hochohmig.

Spulen in der Antennen bewirken eine induktive Verlängerung des Strahlers

Kondensatoren in der Antenne bewirken eine kapazitive Verkürzung des Strahlers.

Quad = Quadratische Antenne mit einem Umfang von λ .

Richtantenne (Yagiantenne)

Elemente: Reflektor, Strahler, Direktor 1, Direktor 2 Der **Reflektor ist am längsten** und der gegenüberliegende Direktor am kürzesten.

Die Impedanz eines Strahles bei einer Richtantenne ist **niedriger** als bei einem alleinigen Dipol.

Antennengewinn : Normalerweise über Dipol angegeben . Einheit dB

$$G_d = 10^{\frac{g_d}{10}}$$

$$G_i = G_d \cdot 1,64$$

$$g_i = g_d + 2,15$$

G_d = Antennengewinn (Vielfaches, nicht dB)

g_d = Antennengewinn in dB

g_i = Antennengewinn über isotropen Kugelstrahler in dB

G_i = Antennengewinn über isotropen Kugelstrahler

Halbwertsbreite einer Antenne = Winkelbereich, bei dem die Feldstärke auf $0,707 \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)$ absinkt, ist der 3 dB Bereich.

Nur zur Information: (Anfang)

Stehwellenverhältnis: s

Reflektionsfaktor : r

$$S = \frac{1+r}{1-r} = \frac{U_v+U_r}{U_v-U_r}$$

U_v = Spannung der vorlaufenden Welle

U_r = Spannung der rücklaufenden Welle

R_2 = Reeller Abschlusswiderstand der HF-Leitung

Z = Wellenwiderstand der HF-Leitung

$$S = \frac{R_2}{Z} \quad \text{bei } R_2 > Z$$

$$S = \frac{Z}{R_2} \quad \text{bei } R_2 < Z$$

Beispiel: Ein Kabel mit einem Wellenwiderstand von 50Ω wird mit einem 100Ω Widerstand abgeschlossen.

$$\text{Das Stehwellenverhältnis beträgt } s = \frac{100}{50} = 2 \quad r = \frac{2-1}{2+1} = \frac{1}{3}$$

$$P_r = \frac{1}{9} \cdot P_v$$

$$r = \frac{s-1}{s+1} = \sqrt{\frac{P_r}{P_v}}$$

P_r = Reflektierte Leistung

P_v = Vorlaufende Leistung

$$P_r = r^2 \cdot P_v$$

$$\text{Beispiel (TH 220): } s = 3 \quad r = \frac{3-1}{3+1} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

$$P_r = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \cdot P_v = \frac{1}{4} \cdot P_v$$

Das bedeutet, dass 75 % der Sendeleistung über die Antenne abgestrahlt und 25 % reflektiert wird.

Nur zur Information: (Ende)

Wellenausbreitung:

Ionosphärische Schichten am Tag:

Maximaler Sprung (Hop):

D - Schicht 70 - 90 km

E - Schicht 90 - 120 km

2200 km

F1-Schicht 200 km
 F2-Schicht 400 km 4000 km

Mögel-Dellinger-Effekt: Totalausfall der ionosphärischen Kurzwellenausbreitung durch höhere Ionisierung der D-Schicht durch Energieausbruch der Sonne (UV- und Röntgenstrahlen).

$f_c = F_{krit}$ = Höchste Frequenz, bei der die **senkrecht** in die Ionospäre eintretende Strahlung noch reflektiert wird.

MUF = Höchst nutzbare Frequenz, bei der die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen infolge ionosphärischer Reflektion möglich ist.

$$= \frac{f_c}{\sin \alpha}$$

α = Erhebungswinkel der Antenne gegen den Boden

$$\alpha = 45^\circ \quad \sin \alpha = 0,7071 \text{ (TI 227)}$$

$$\alpha = 90^\circ \quad \sin \alpha = 1$$

f_{opt} = Optimale Arbeitsfrequenz

$$= \text{MUF} \cdot 0,85$$

LUF = Niedrigste Frequenz, bei der eine Kommunikation über die Raumwelle noch möglich ist.

Funkhorizont = geographischer Horizont + 15% (für UKW)

Troposphäre = untere Schicht der Atmosphäre, in der das Wetter stattfindet.
 Überhorizontverbindungen im UHF/VHF Bereich = **Reflektion an Luftschichten** (Inversionen)

Aurora: Verursacht durch Eindringen geladener Teilchen von der Sonne in die Atmosphäre = Nordlichter
 Aurora tritt in der E-Schicht auf
 CW Signale sind verbrummt und flattern

Sporadic E = Reflektionen an lokal begrenzten Bereichen mit ungewöhnlich hoher Ionisation innerhalb der E-Schicht. Für VHF
 Kommt am häufigsten in der nördlichen Hemisphäre vor.

Sonnenfleckenmaximum = hohe MUF.

Feldstärke im Fernfeld der Antenne: Gilt für Abstand $d > \frac{\lambda}{2\pi}$

$$E = \frac{\sqrt{30\Omega \cdot P_{EIRP}}}{d}$$

E = Feldstärke (Einheit $\frac{V}{m}$)

d = Abstand von der Antenne

P_{EIRP} = Strahlungsleistung der Antenne über Kugelstrahler (In Watt)

$$P_{EIRP} = (P_{Sender} - \text{Verluste (Kabel-Stecker)}) \cdot \text{Antennengewinn (Über Dipol)} \cdot 1,64$$

$$= P_{Sender} \cdot \text{Korrekturfaktor}$$

$$\text{Korrekturfaktor} = (\text{Antennengewinn} - \text{Verluste}) \cdot 1,64$$

$$= \text{Antennengewinn} - \text{Verluste} + 2,15 \quad \text{Ergebnis in dB} \gg$$

umrechnen auf Verhältnis = $10^{\frac{g}{10}}$

$$d = \frac{\sqrt{30\Omega \cdot P_{EIRP}}}{E}$$

$$P_{EIRP} = \frac{(E \cdot d)^2}{30\Omega}$$

Beispiel TL 210: E = 28 V/m
Antennengewinn über Dipol $G_d = 7,5$ dBd
Kabeldämpfung 1,5 dB
Sendeleistung 100 W = 50 dBm

Lösungsweg 1:

Korrekturfaktor = Antennengewinn - Verluste + 2,15 = 7,5 dB - 1,5 dB + 2,15 dB = 8,15 dB

$$= 10^{\frac{8,15}{10}} = 6,531$$

$$P_{EIRP} = P_{Sender} \cdot \text{Korrekturfaktor} = 100 \cdot 6.531 = 653,1 \text{ Watt (EIRP)}$$

$$d = \frac{\sqrt{30\Omega \cdot P_{EIRP}}}{E} = \frac{\sqrt{30\Omega \cdot 653,1}}{28} = 4,99 \text{ m}$$

Lösungsweg 2:

E = 28 V/m
Antennengewinn über Dipol $G_d = 7,5$ dBd
Kabeldämpfung 1,5 dB
Sendeleistung 100 W = 50 dBm

Antennengewinn (7,5 dB) – Kabelverluste (1,5 dB) = 6 dB (Entspricht x 4)

$$\begin{aligned} P_{EIRP} &= (P_{Sender} - \text{Verluste (Kabel-Stecker)}) \cdot \text{Antennengewinn(Über Dipol)} \cdot 1,64 \\ &= 100 \text{ Watt} \times 4 \times 1,64 \\ &= 656 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$d = \frac{\sqrt{30\Omega \cdot P_{EIRP}}}{E} = \frac{\sqrt{30\Omega \cdot 656}}{28} = 5,01 \text{ m}$$

Zum Schluss noch Dezibelrechnung:

Definitionen: 0 dBm = 1 mW 0 dBw = 1 W 0 dBμ = 1 μV

Wichtig:	10 dB	10 fache Leistung,	jedoch	3,16 fache Spannung
	20 dB	100 fache Leistung,	jedoch	10 fache Spannung
	30 dB	1000 fache Leistung,	jedoch	31,6 fache Spannung
	40 dB	10 000 fache Leistung,	jedoch	100,0 fache Spannung
	50 dB	100 000 fache Leistung,	jedoch	316,0 fache Spannung
	60 dB	1 000 000 fache Leistung,	jedoch	1000,0 fache Spannung

Hilfe: Die Zahl vor der 0 bei der dB Angabe gibt die Zahlen der Nullen beim Leistungsverhältnis an.

Beispiel: 50 dB 5 vor der Null
 Verhältnis: 5 nullen nach der 1 100 000

3 dB	2 fache Leistung,	jedoch 1,41 fache Spannung
6 dB	4 fache Leistung,	jedoch 2 fache Spannung
6 dB	eine S - Stufe	

S 9: KW: -73 dBm = 50 μV
 UKW -93 dBm = 5 μV

Noch nein wenig Dezibelrechnung:

$$16 \text{ dB} = 10 \text{ dB} + 3\text{dB} + 3 \text{ dB}$$

Als Verhältnis: 10 x 2 x 2 = 40

$$39 \text{ dB} = 10 \text{ dB} + 10 \text{ dB} + 10 \text{ dB} + 3\text{dB} + 3 \text{ dB} + 3 \text{ dB}$$

Als Verhältnis: 10 x 10 x 10 x 2 x 2 x 2 = 8000