



Amateurfunk-Gruppe
der RWTH Aachen
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA
DBØSDA

Amateurfunkkurs Sommersemester 2023

Norbert Hansen

DF5KT

Christian Pohl

DL5CP

Dr. Jan G. Löschner

DB2KC

Philipp Thiel

DL6PT

Tim Kuhlbusch

DJ8TK

Max Pöpping

DJ4MP

Johannes Gierlach

DJ7LC

Florian Reher

DHØFR





4. Termin – Antennen und Leitungen

FT103, Melatener Straße 25, Aachen
09.05.2023

Amateurfunkgruppe an der RWTH Aachen
www.afu.rwth-aachen.de





Amateurfunk-Gruppe
der RWTH Aachen
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA
DBØSDA

Hausaufgaben erledigt?





Fragen vom 02.05.2023

BE402: **Wie wird eine Funkverbindung beurteilt, wenn über eine F3E-Relaisfunkstelle gearbeitet wird?**

- a) Es wird nur die Lesbarkeit R beurteilt, weil sich die Signalstärke S auf die Relaisfunkstelle bezieht.
- b) Es werden die Lesbarkeit R und die Signalstärke S beurteilt, weil das zu einem vollständigen Rapport dazugehört.
- c) Es werden die Lesbarkeit R und die Signalstärke S vermindert um eine S-Stufe beurteilt, weil die Relaisfunkstelle meist eine höhere Leistung als die anderen Stationen haben.
- d) Es werden nur verbale Aussagen gemacht, da die exakte Einschätzung bei Betrieb über eine Relaisfunkstelle nicht möglich ist.

BE308: **Was versteht man unter APRS im Amateurfunk?**

- a) Es ist ein automatisches Positionsmeldesystem.
- b) ~~Es bedeutet eine automatische Adressierung bei Packet Radio.~~
- c) Es dient zur automatischen Verbindung mit dem Zielrufzeichen.
- d) Es dient zur automatischen Streckenführung einer mobilen PR-Station.

BG112: **HZ1AB sagte Ihnen "QSL via K8PYD". Was würden Sie tun, um die QSL-Karte von HZ1AB zu erhalten?**

- a) Ich sende meine QSL-Karte an K8PYD, weil dieser der QSL-Manager von HZ1AB ist.
- b) ~~Ich muss meine QSL-Karte an HZ1AB senden, weil K8PYD der QSO-Partner war.~~
- c) Ich schaue im Callbook nach der Adresse von HZ1AB und schicke ihm die Karte direkt.
- d) Ich warte, bis HZ1AB die Karte an K8PYD geschickt hat.





Fragen vom 02.05.2023

BF104: **Dürfen Sie im Notfall eines der Notzeichen SOS oder Mayday gebrauchen?**

- a) Nein, niemals
- b) Unter Umständen schon, wenn ich beispielsweise ein Schiff untergehen sehe
- c) Ja, aber nicht auf der internationalen Notrufrequenz
- d) SOS nicht, aber Mayday im Notfall

BG103: **Was verstehen Funkamateure unter einem Logbuch (logbook)?**

- a) Es ist das Stationstagebuch, das ein Funkamateur freiwillig führt oder in besonderen Fällen führen muss.
- b) Es ist das Stationstagebuch, das jeder Funkamateur führen muss.
- c) Es ist die Dokumentation aller Geräte und Antennen des Funkamateurs.
- d) Es ist die Dokumentation über die Einhaltung der Sicherheitsabstände bezüglich des Personenschutzes.





Fragen vom 02.05.2023

BB405: **Wie wird "Fernschreibtelegrafie unter Verwendung eines modulierenden Hilfsträgers"(RTTY) bezeichnet?**

- a) J2B
- b) A1B
- c) F3B
- d) A2C

Vgl. Termin 3 Betriebstechnik

BG205: **Welches ist die internationale Anrufrequenz für SSB im 2-m-Band?**

- a) 144,300 MHz
- b) 144,000 MHz
- c) 144,500 MHz
- d) 145,300 MHz

BC104: **Welchen Frequenzbereich umfasst das 2-m-Amateurfunkband in Deutschland?**

- a) 144 - 146 MHz
- b) 50,08 - 51 MHz
- c) 430 - 440 MHz
- d) 70 - 70,5 MHz

TA109: **Wie groß ist der Unterschied zwischen S4 und S7 in dB?**

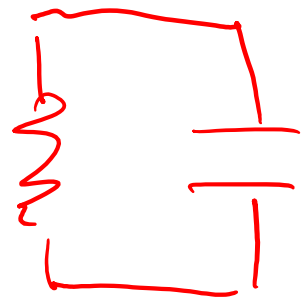
- a) 18 dB
- b) 9 dB
- c) 28 dB
- d) 3 dB





Amateurfunk-Gruppe
der *RWTH Aachen*
am *Institut für Hochfrequenztechnik*

DLØUA
DBØSDA



Antennen

M_1

M_2

Freiraum



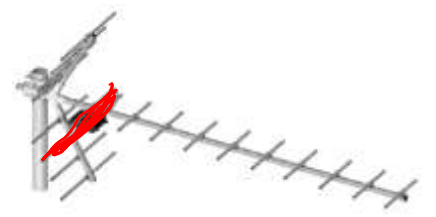


Unterscheidung elektrische/magnetische Antennen



- Elektrische Antennen
 - Resonante Antennen, schmalbandig
 - Ausrichtung entlang der E-Feld Polarisation
 - Resonantes Element typischerweise $\sim 0,5 \lambda$ groß

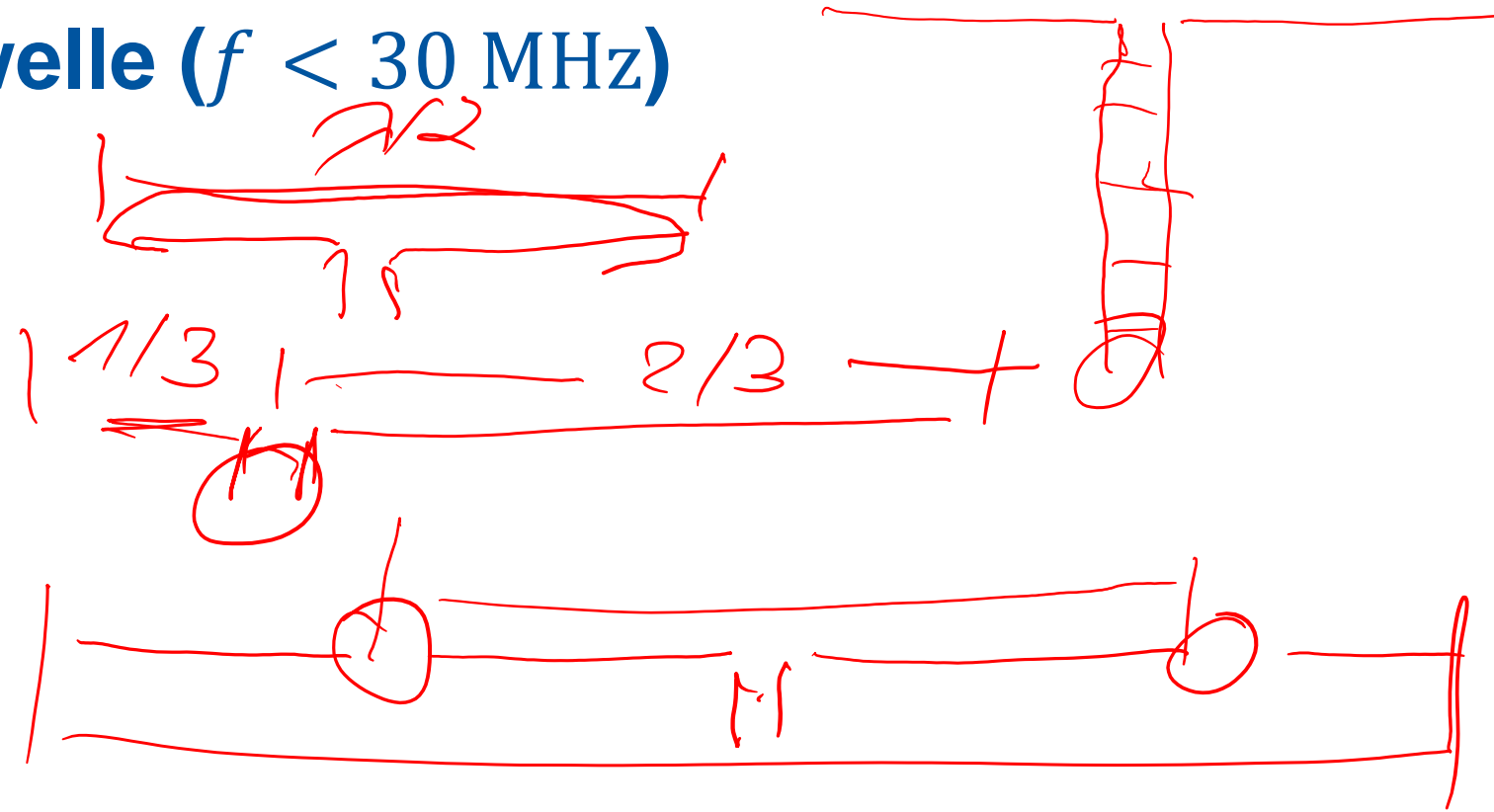
- Magnetische Antennen
 - Spulenantennen
 - Richtwirkung in 8-Form, abhängig von Windungsanzahl
 - Sehr klein gegenüber Wellenlänge





Antennen für Kurzwelle ($f < 30$ MHz)

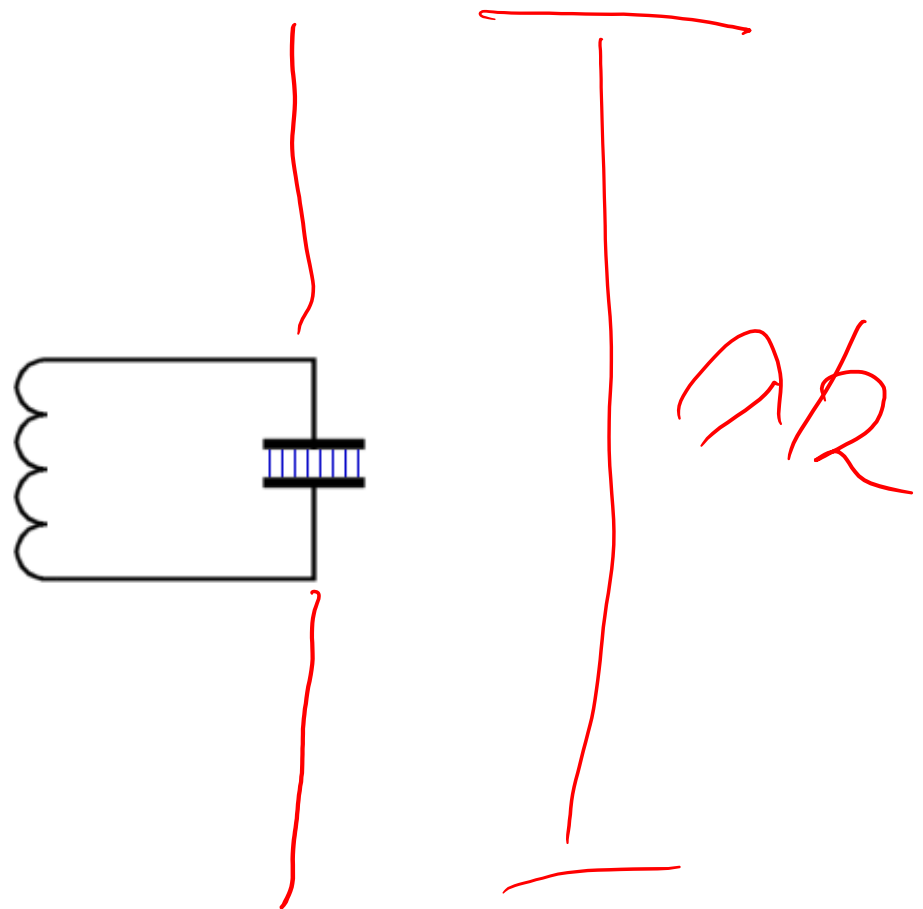
- Dipol
 - Halb/Vollwellendipol
 - Windom
 - W3DZZ
 - G5RV
- Beam (Multiband-Yagi)
- Groundplane
- Langdraht-Antennen, endgespeist





Dipol

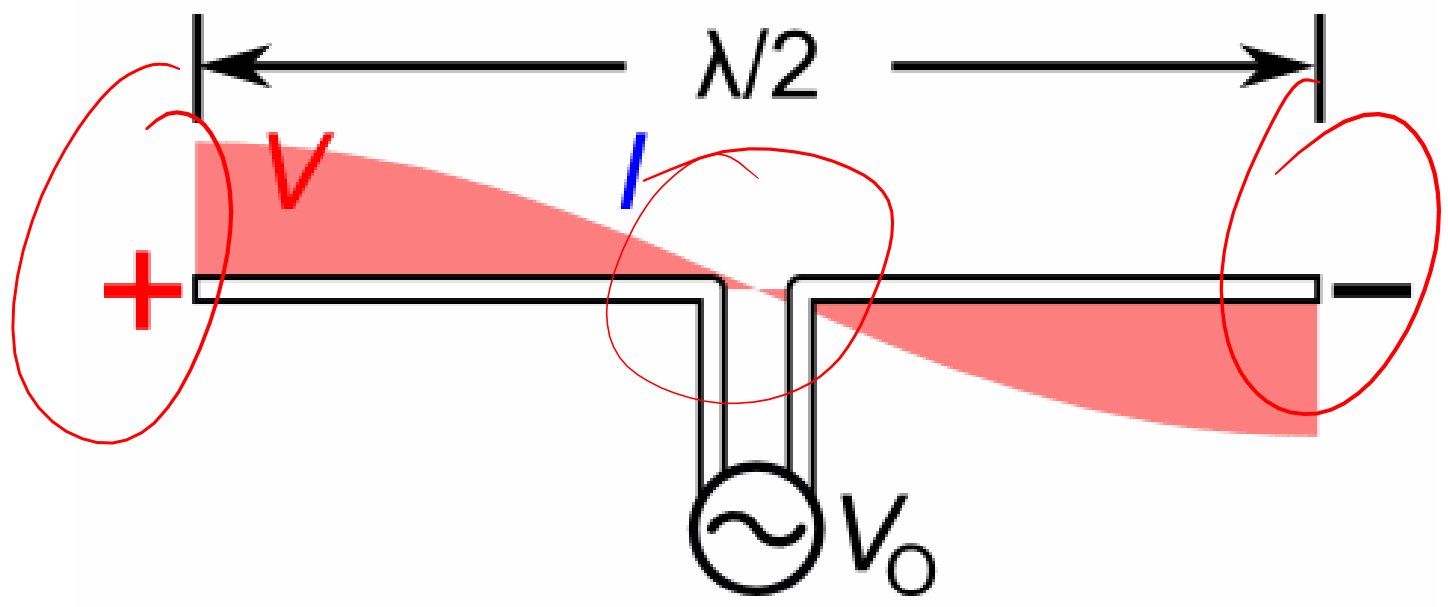
Animation:
<https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Dipolentstehung.gif>





Dipol

60 - 75 Ω



Animation:
https://de.wikipedia.org/wiki/Dipolantenne#/media/Datei:Dipole_receiving_antenna_animation_6_800x394x150ms.gif

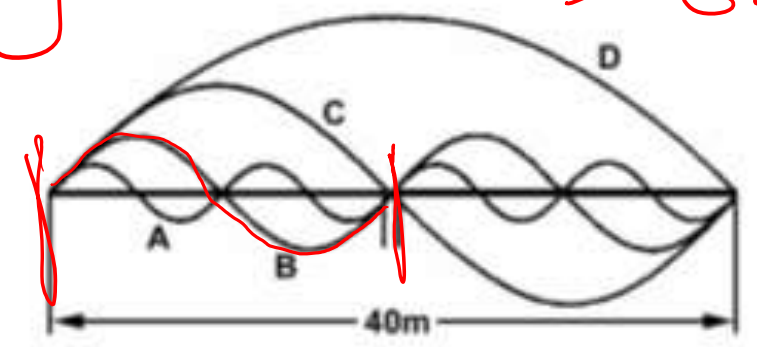


Dipol

TH108: Das folgende Bild zeigt die Stromverteilungen A bis D auf einem Dipol, der auf verschiedenen Resonanzfrequenzen erregt werden kann. Für welche Erregerfrequenz gilt die Stromkurve nach B?

- a) 28 MHz
- b) 14 MHz**
- c) 7 MHz
- d) 3,5 MHz

100 MHz \rightarrow 3m
15 Hz \rightarrow 300m



λ
 $= 20m$



Verkürzungsfaktor Leitungen und Antennen



- $VKF = \frac{v_p}{c}$
- Elektrische Länge \neq Physikalische Länge
- Abhängig von den physikalischen Eigenschaften eines Leiters
- Beispiele:
 - Antennendraht, Offene Zweidrahtleitung: 90-99 %
 - RG-213 Koax: 60 %

Velocity Ratio (%) | 66

RG58 Coaxial Cable		pro-POWER
		RoHS Compliant
Product Description:		
Application:	For communication and signal control systems	
Multi-conductor:	1	
Cable Construction:		
Conductor	1 Tinned Copper	
1 - 1 Strands		
Conductor	TS 19 ± 0.028 ± 10	
Standard Dia (mm)	0.5	
Insulation Layer	Solid PE	
Thickness (mm)	1.02	
Insulation Dia (incl. Strands)	2.05	
Insulation Colour	Natural	
Shielding Layer	Tinned Copper	
Conductor (Standard)	TS 12 ± 0.028 ± 112	
Shielding Coverage	98%	
Shield	L22H	
Thickness (mm)	0.25	
Shield Dia (mm)	4.05	
Shield Colour	Black	
Packaging	132m/Carboard Reel	
Electrical Characteristics:		
Max. Conductor DC Resistance at 20°C (Ohm)	33.2	
Max. Insulation DC Resistance at 20°C (kOhm x km)	20°C (k-ohm x km)	
Max. Working Voltage (kV)	1.500V rms	
Capacitance (pF/m)	100 ± 5	
Velocity Ratio (%)	66	
Impedance (Ohm)	50 ± 0.5	
Attenuation at 20°C (dB/100m) (dB/100m)		
100MHz	21	
200MHz	25	
400MHz	30	
1GHz	36	
Part No.	14220002-1, UL, VVH-1	



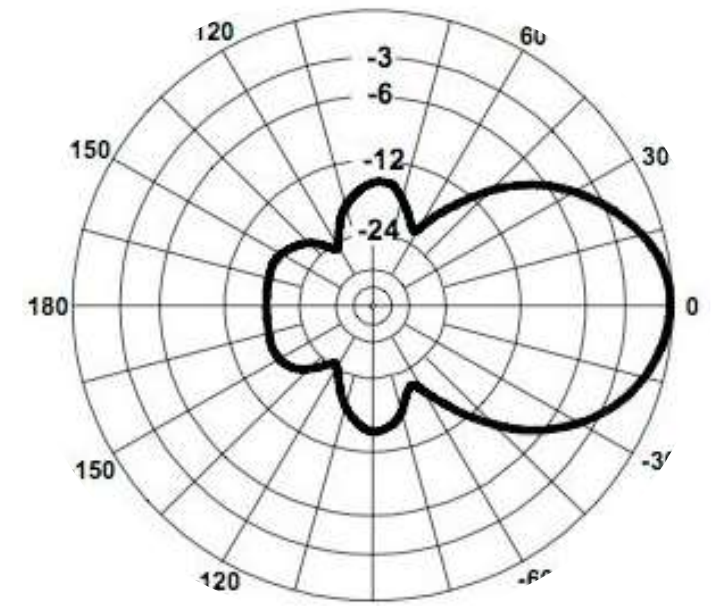
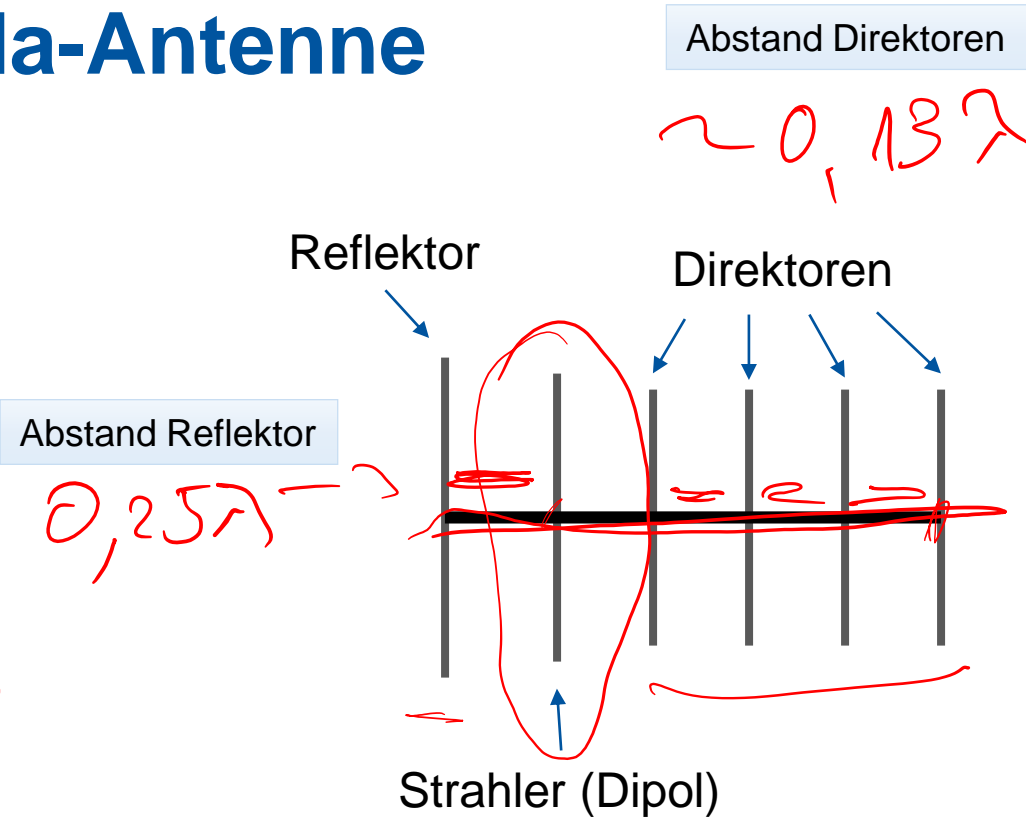


Yagi-Uda-Antenne

- 4-15 dBd Gain
- Linear polarisiert



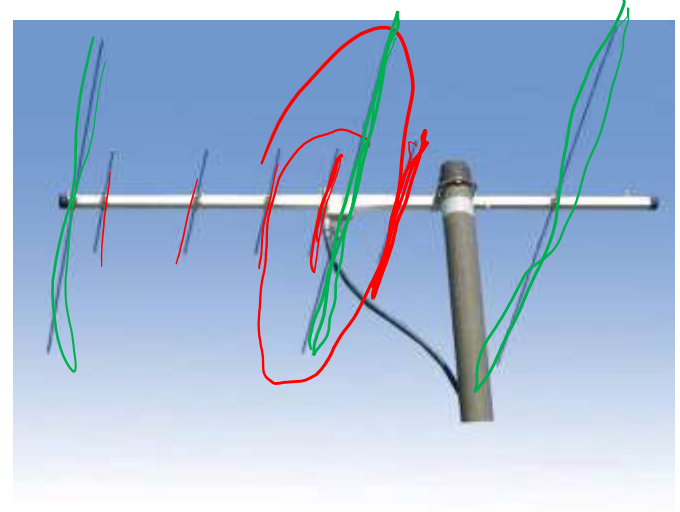
Faltdipol mit Boom (grün)





Beam

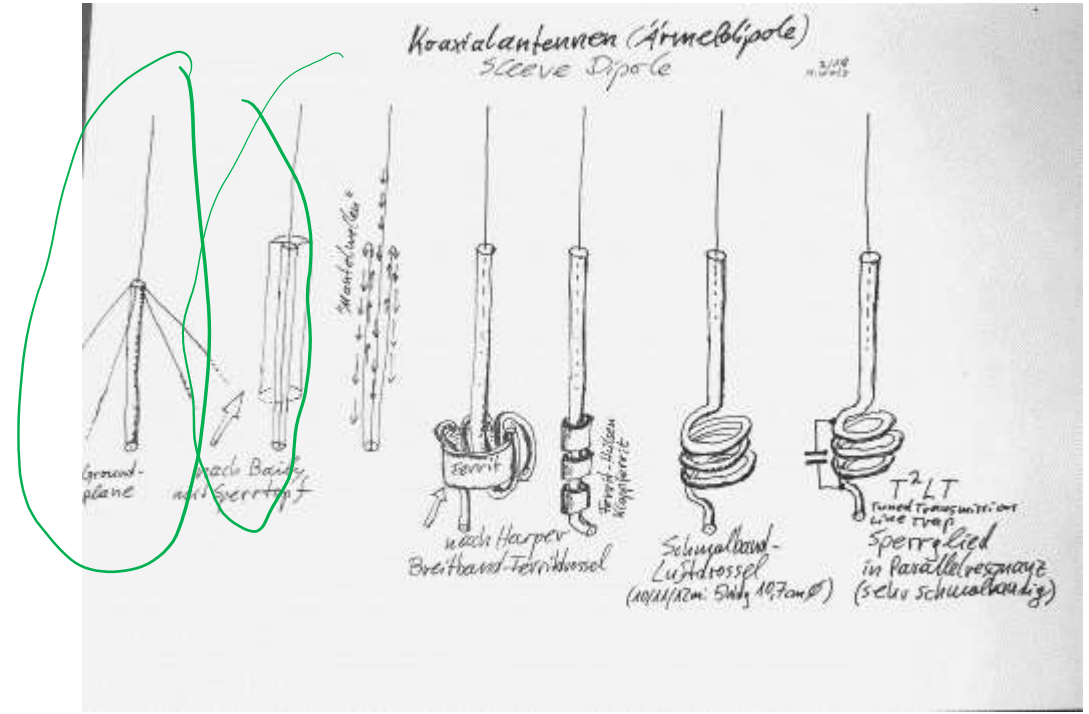
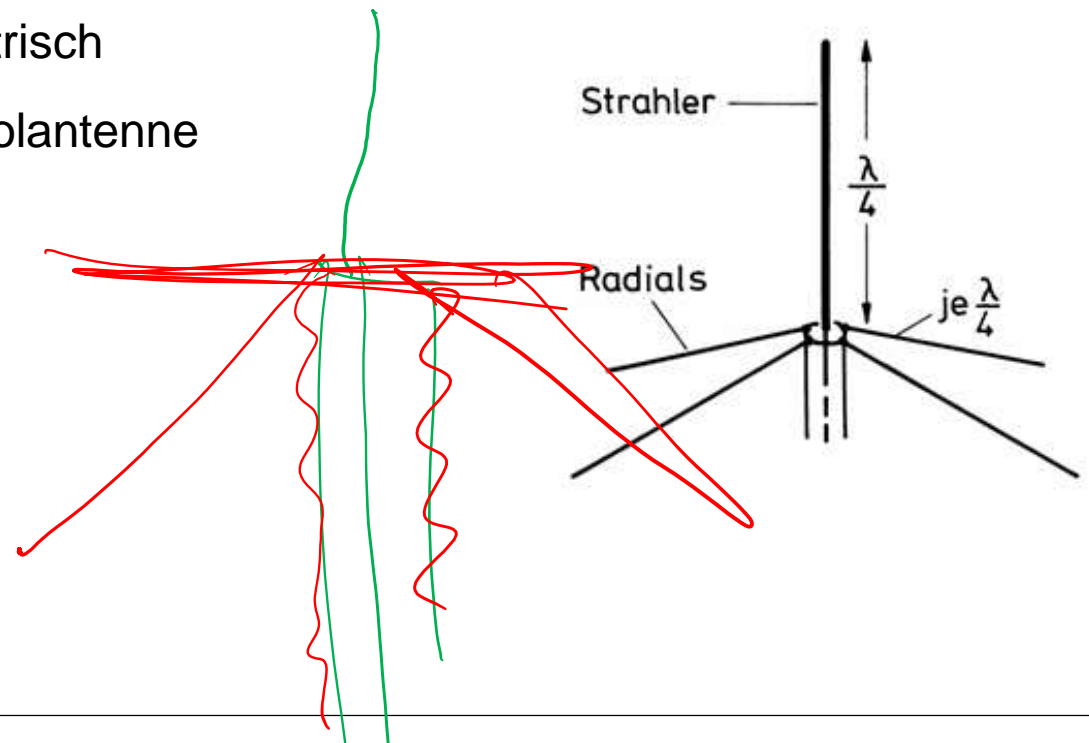
- Multiband Yagi





Groundplane

- Asymmetrisch
- Monopolantenne



Quelle: www.fingers-welt.de

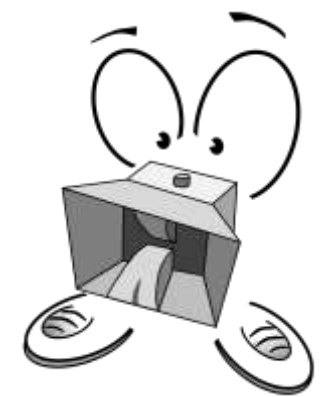
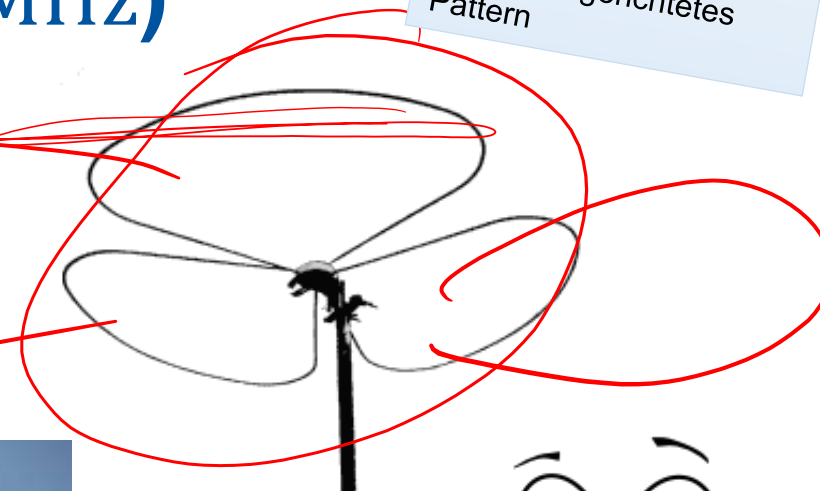
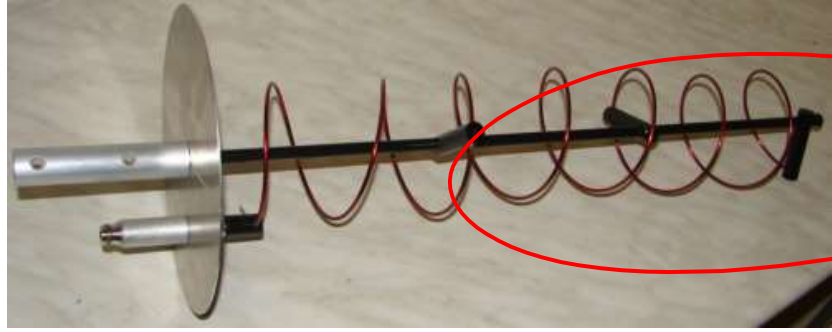




Big Wheel für horizontal polarisiertes und horizontal gerichtetes Pattern

Antennen für Ultrakurzwellen ($f > 30$ MHz)

- Groundplane
- Sperrtopf
- Yagi
- Big Wheel
- Hornstrahler
- Parabolspiegel
- Helix
- ...

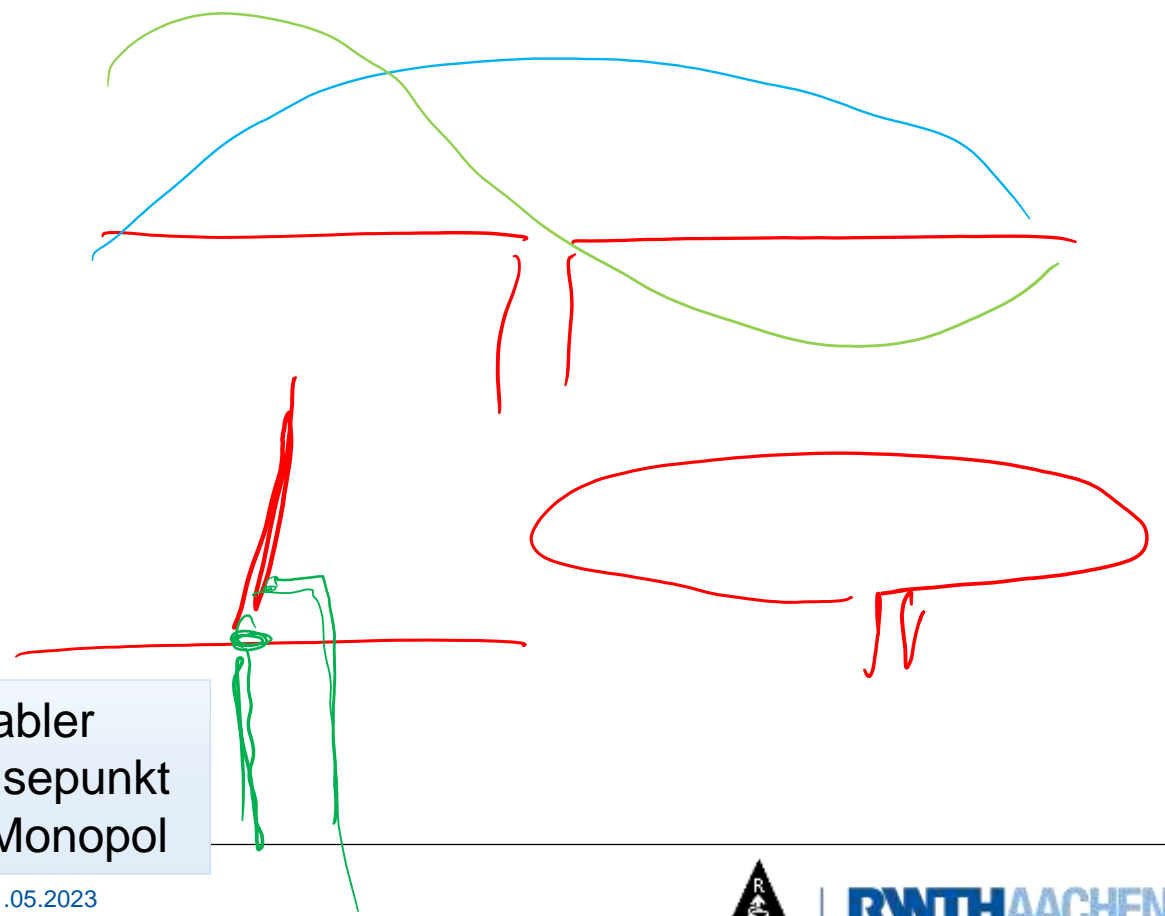




Fußpunktwiderstand

- Groundplane: 30-50 Ω
- Halbwellendipol: 60-75 Ω
- Faltdipol: 240-300 Ω

- Ausgangsimpedanz von Amateurfunkgeräten: 50 Ω
 - ggfs. Anpassung notwendig



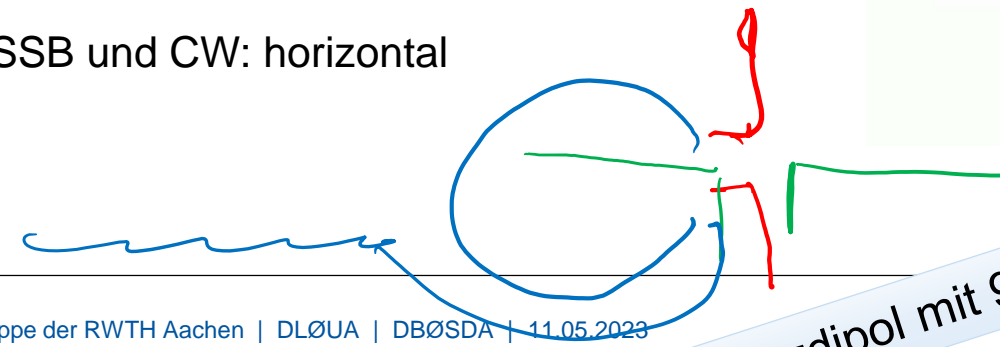
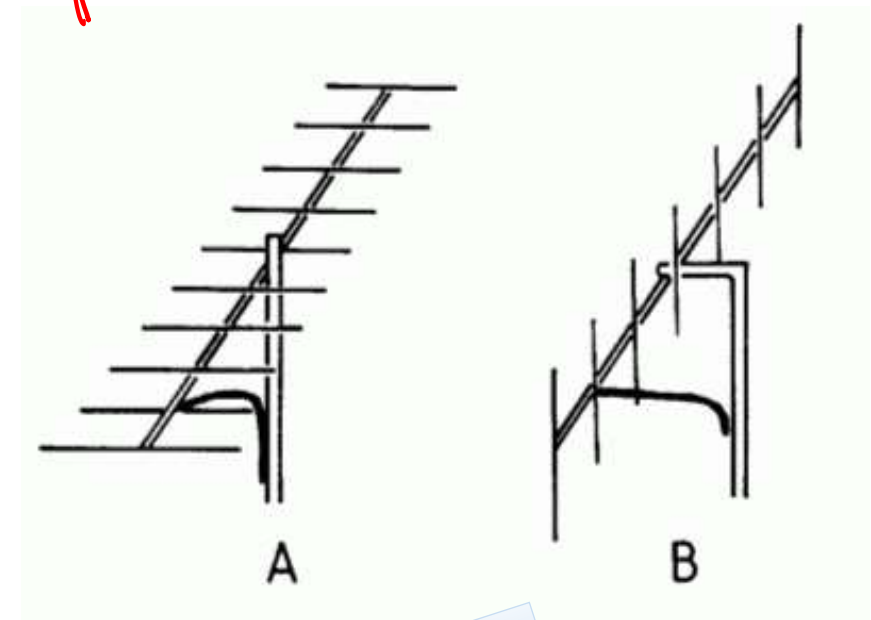
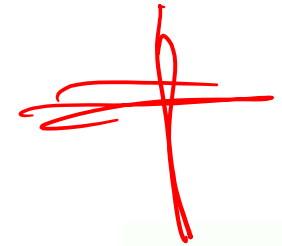
Variabler Speisepunkt bei Monopol





Polarisation

- Ausrichtung des E-Feldes bezogen auf die Erdoberfläche
- Kurzwelle
 - Vertikal und Horizontal
 - Reflektion an der Ionosphäre ändert die Polarisation (→ Fading)
- Ultrakurzwelle
 - FM-Betrieb: vertikal
 - DX-Verbindungen, Conteste in SSB und CW: horizontal



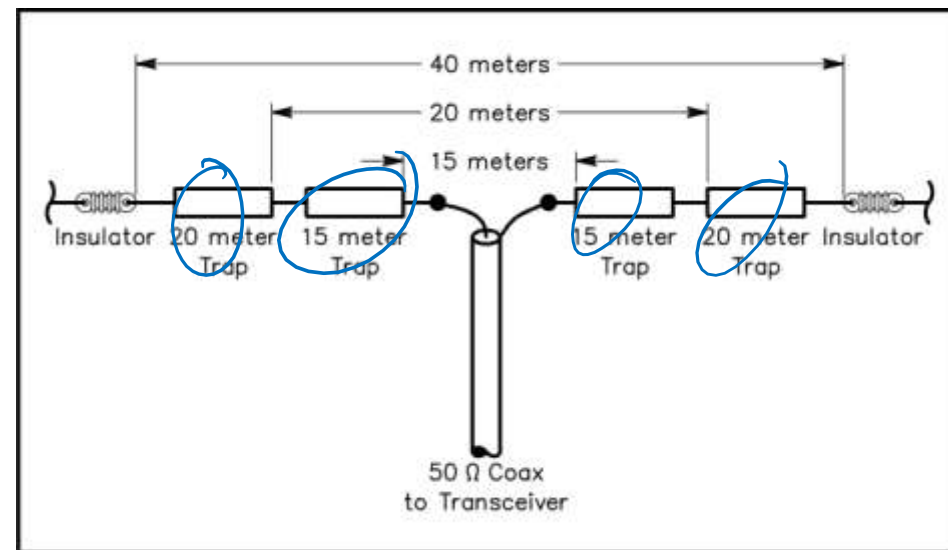
Kreuzdipol mit 90° Umwegleitung





Trap-Dipol

- Anwendung: Mehrere Bänder mit einer Antenne
- Traps blockieren bestimmte Bänder (Bandsperrern)

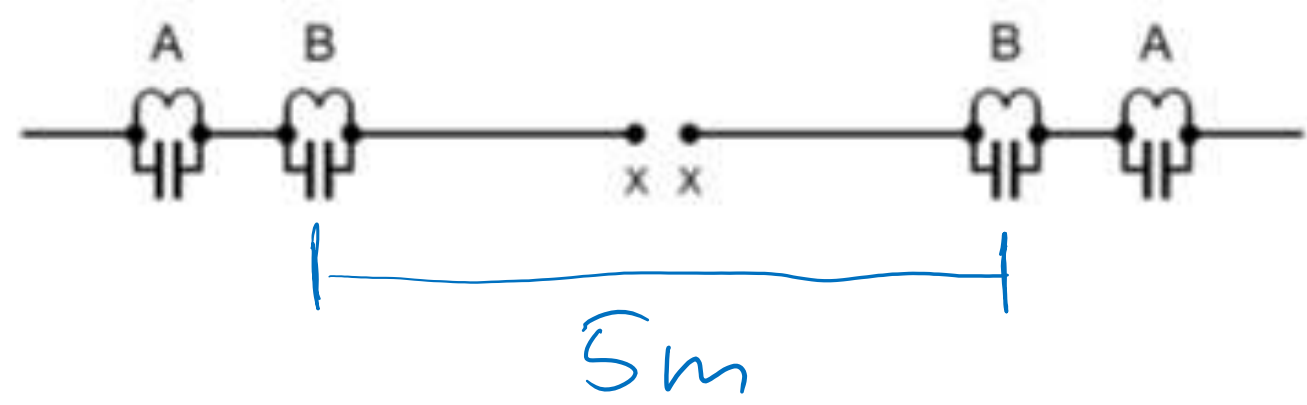
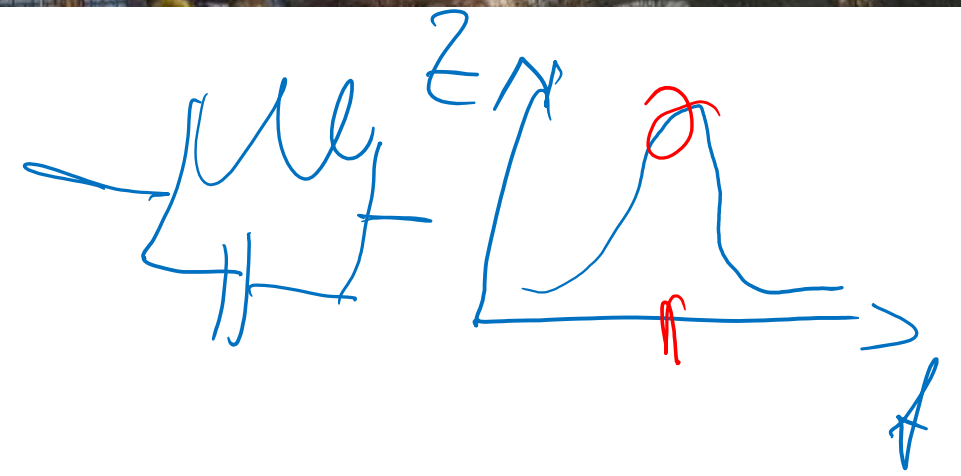
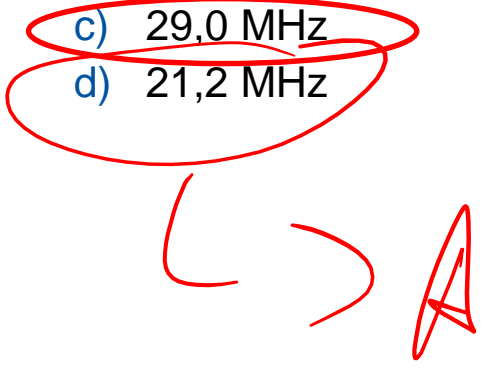




Trap-Dipol

TH136: Das folgende Bild stellt einen Dreiband-Dipol für die Frequenzbänder 20, 15 und 10 Meter dar. Die mit B gekennzeichneten Schwingkreise sind abgestimmt auf:

- a) 10,1 MHz
- b) 14,2 MHz
- c) 29,0 MHz**
- d) 21,2 MHz**





Richtdiagramme

- Öffnungswinkel/Halbwertsbreite
- Winkel in dem die Feldstärke nicht weniger als das 0.707-fache des Maximalwertes beträgt
- -3 dB Beamwidth
- Half Power Beamwidth



Dipol



Yagi



Groundplane

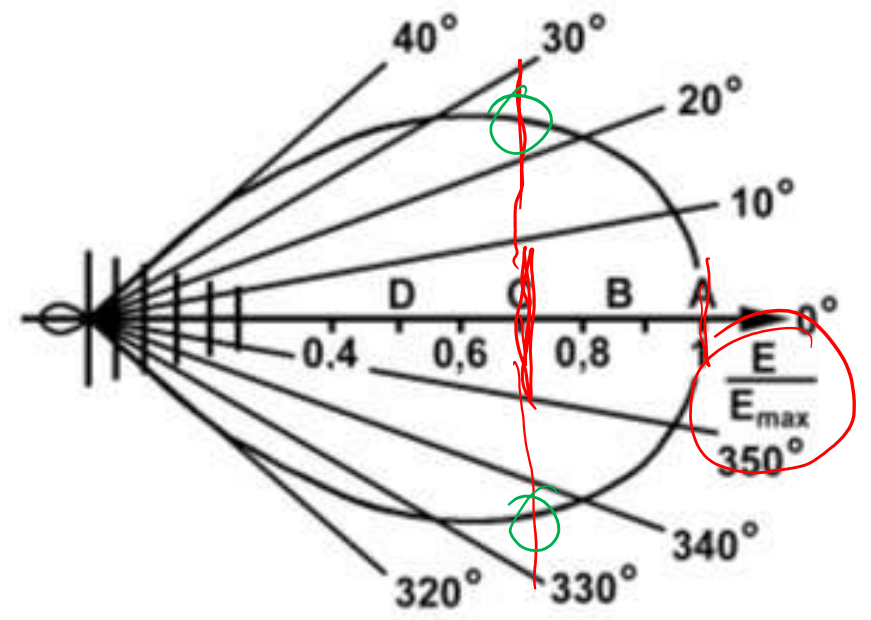




Richtdiagramme

TH213: Die Skizze zeigt das Horizontaldiagramm der relativen Feldstärke einer horizontalen Yagiantenne. Wie groß ist die Halbwertsbreite?

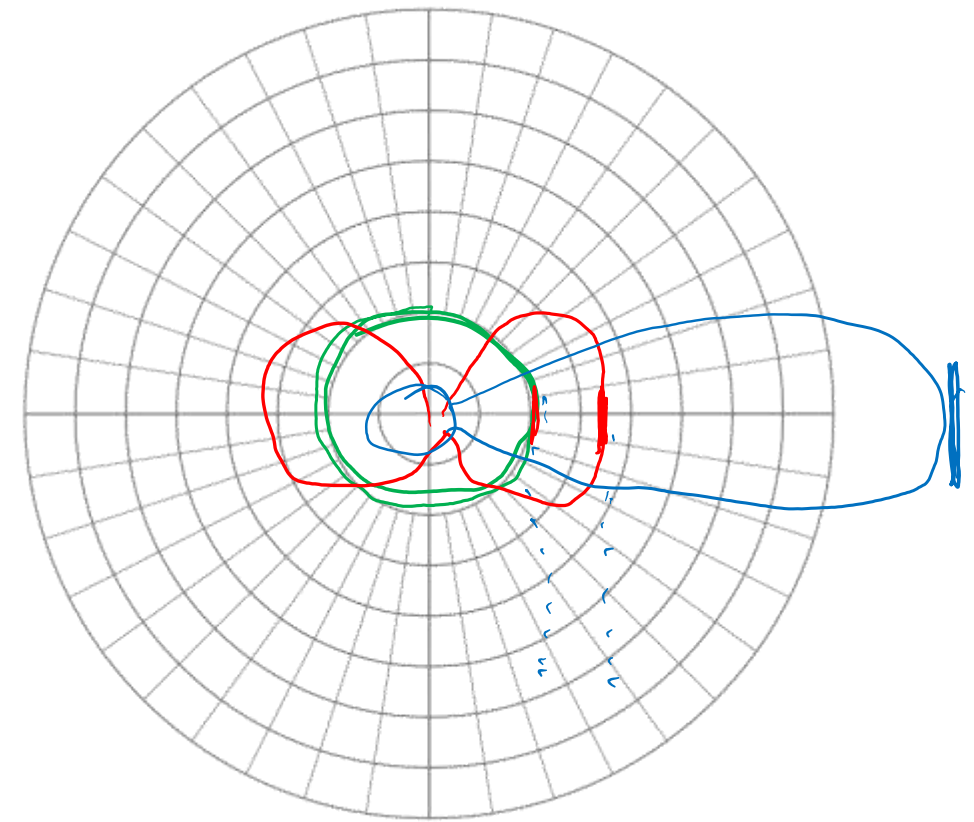
- a) Etwa 34°
- b) Etwa 55°**
- c) Etwa 69°
- d) Etwa 27°





Antennengewinn

- Gewinn: Strahlungsleistung in Hauptrichtung gegenüber Referenzantenne. $G_{Ref} = \frac{P_V}{P_{Ref}}$
- Gewinn gegenüber Dipol: Angabe in dBd
- Gewinn gegenüber isotropem Kugelstrahler: Angabe in dBi
- 0 dBd = 2,15 dBi



0 dBd = 2,15 dBi

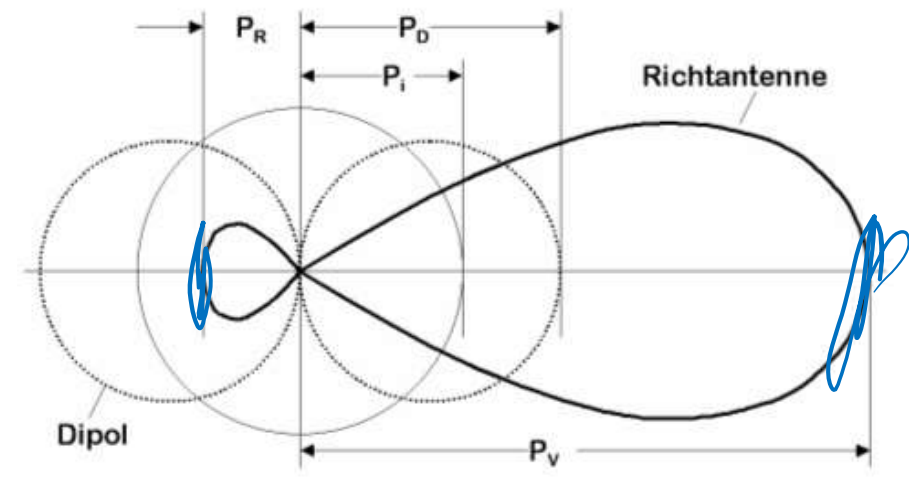




Vor-/Rückverhältnis

- Verhältnis der nach vorne abgegebenen Leistung zu der nach hinten abgegebenen Leistung.

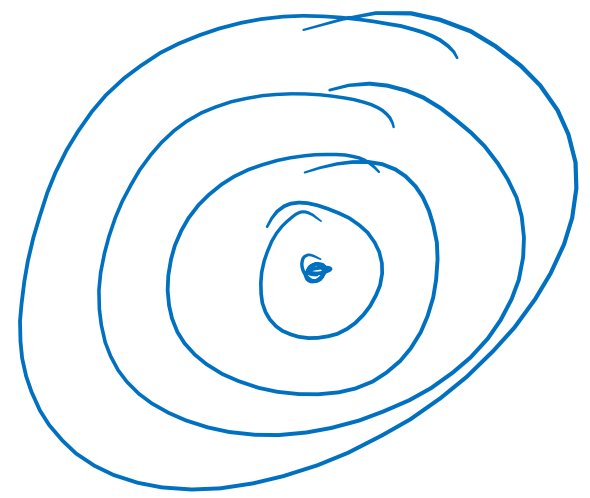
$$VRF = \frac{P_V}{P_R}$$





ERP & EIRP

- Gibt die Leistung an, die man in eine Bezugsantenne einspeisen müsste, um die selbe Feldstärke in Hauptstrahlrichtung zu erreichen
- EIRP: Equivalent Isotropically Radiated Power
 - Bezugsantenne: Isotroper Kugelstrahler (Gewinn: 0 dB)
- ERP: Effective Radiated Power
 - Bezugsantenne: Dipol (Gewinn: 2,15 dB)





ERP & EIRP

TL205: Ein Sender mit 5 Watt Ausgangsleistung ist über eine Antennenleitung, die 2 dB Kabelverluste hat, an eine Antenne mit 5 dBd Gewinn angeschlossen. Welche EIRP wird von der Antenne maximal abgestrahlt?

- a) 6,1 Watt
- b) 10 Watt
- c) 16,4 Watt
- d) 32,8 Watt

5 Watt \rightarrow 37 dBm
- 2 dB
5 dBd $\xrightarrow{+2,15}$ 7,15 dBi

42 dBm EIRP

40 dBm \rightarrow 10 W

42 dBm \rightarrow 15 W

Alternativer Rechenweg:
1) 5 dBd + 2,15 dBi/dBd - 2 db \approx +5 dBi
2) 5 dB \sim Faktor 3
3) 5 W * 3 = 15 W \rightarrow Antwort C





Amateurfunk-Gruppe
der RWTH Aachen
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA
DBØSDA

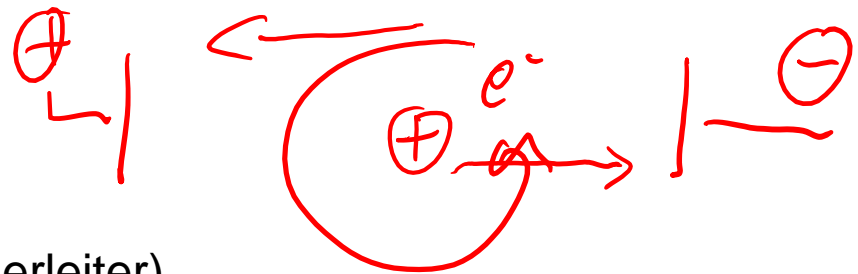
Leitungen



RWTHAACHEN
UNIVERSITY

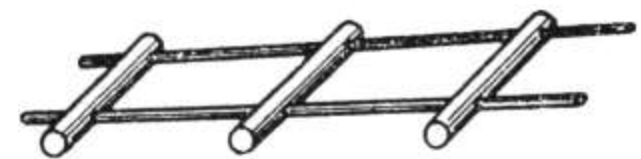
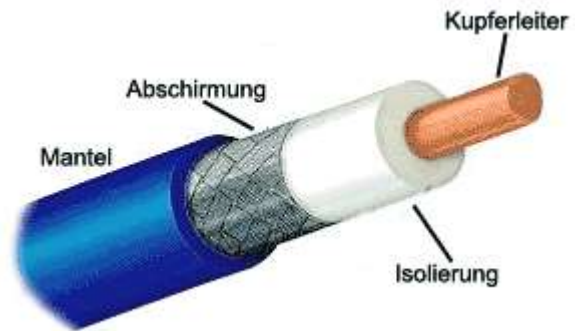


Leitungstypen



Dielektrische Verluste durch Verschiebungsstrom im Dielektrikum

- Symmetrisch: Zweidrahtleitung (Hühnerleiter)
 - Vorteil: Geringe Verluste, Hohe Spannungsfestigkeit
 - Nachteil: Beeinflussung durch Umgebung
- Asymmetrisch: Koaxialkabel
 - Außenleiter: Masse
 - Innenleiter: Signal
 - Vorteil: Abgeschirmt
 - Nachteil: Höhere Verluste





Leitungen

TH314: Welche Leitungen sollten für die HF-Verbindungen zwischen Einrichtungen in der Amateurfunkstelle verwendet werden, um unerwünschte Abstrahlungen zu vermeiden?

- a) Unabgestimmte Speiseleitungen
- b) ~~Symmetrische Feederleitungen~~
- c) Hochwertige asymmetrische Koaxialkabel
- d) ~~Hochwertige abgeschirmte Netzanschlusskabel~~

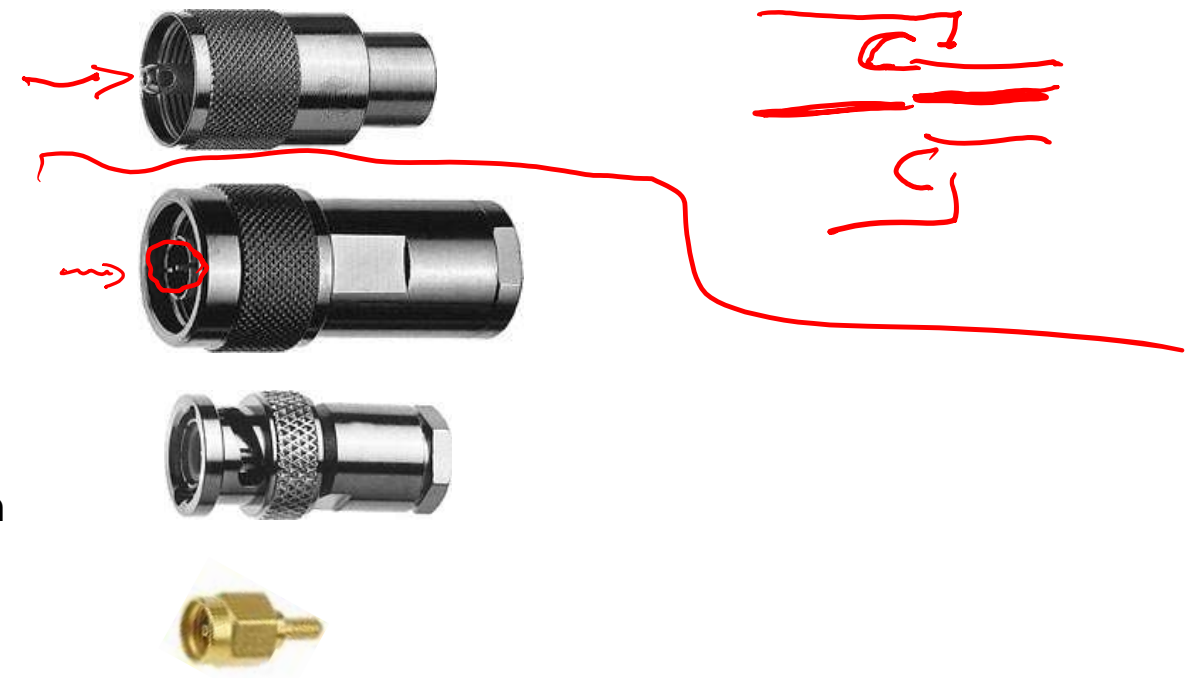




Koaxial Verbinder

PL für höhere Frequenzen nicht dicht!

- UHF/PL-Norm
 - Geeignet für Kurzwelle
 - Wird leider häufig auch im UKW-Bereich eingesetzt
- N-Norm
 - Geeignet für hohe Frequenzen und Leistungen
- BNC-Norm
 - Je nach Qualität bis über 2 GHz geeignet, geringe Leistungen
- SMA-Norm
 - Für hohe Frequenzen, aber geringe Leistungen

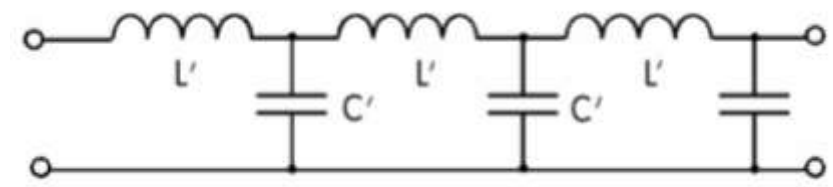




Wellenwiderstand

- Der Kapazitäts- und Induktivitätsbelag einer Leitung bestimmt ihren Wellenwiderstand
- Übliche Werte:
 - Paralleldrahtleitung: 150-600 Ω
 - Koaxialkabel: 50 Ω , 60 Ω , 75 Ω

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$$



Ersatzschaltbild einer Leitung

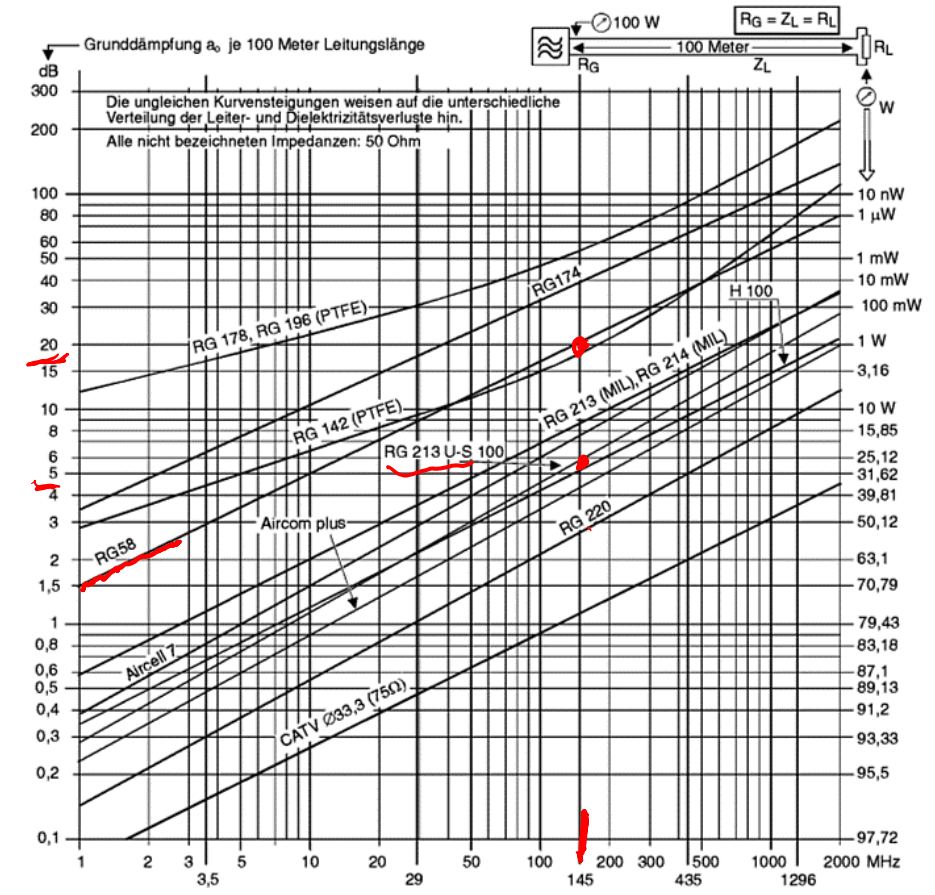




Dämpfung und Verluste

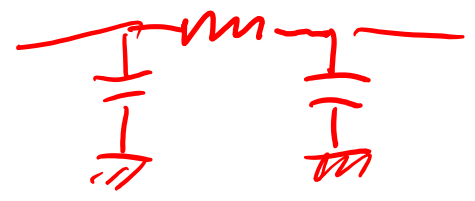
- Leitungswiderstand und Dielektrikum bewirken Verluste
- Die Verluste sind frequenzabhängig (exponentiell)
- Angabe in dB/100m üblich

100M RG58 bei 145 MHz

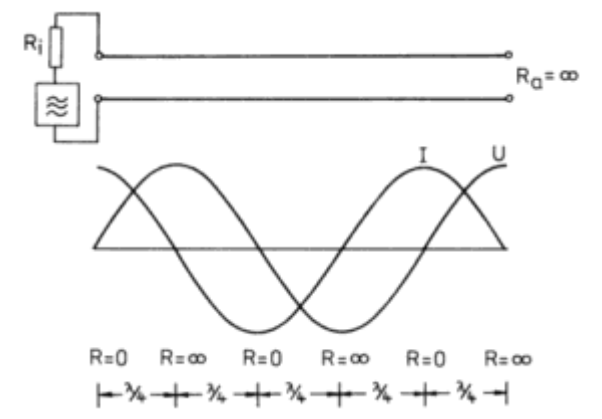
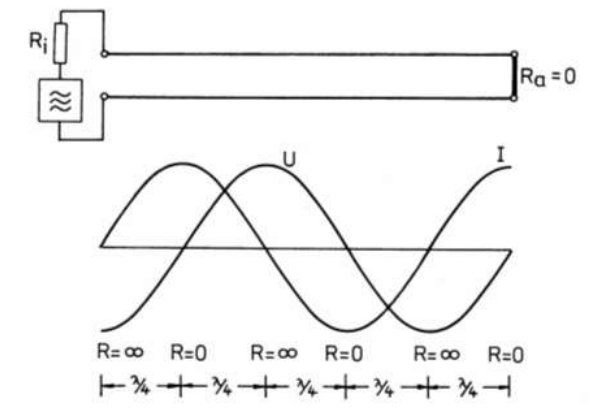




Anpassung



- Optimal: Transceiver, Leitung und Antenne mit 50 Ω
- Sonst: stehende Wellen, rücklaufende Leistung
- Anpassung möglich durch:
 - Kapazitäten und Induktivitäten (z.B. in einem Antennentuner)
 - Transformationsleitung („Lecherleitung“)

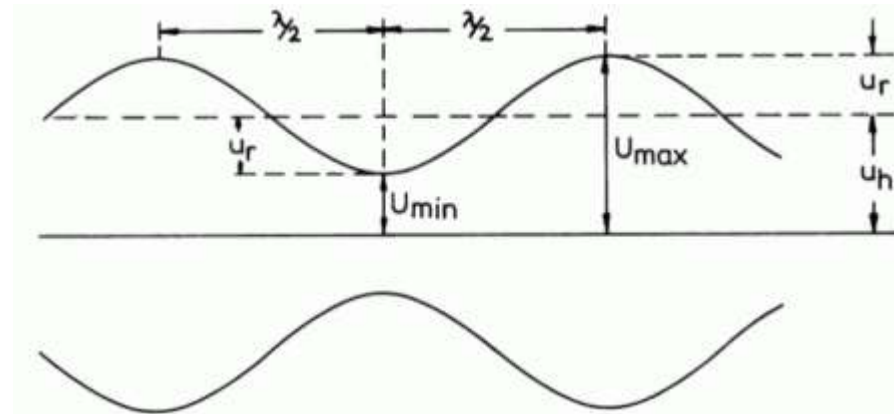




Stehwellenverhältnis (VSWR)

- VSWR = 1 → optimale Anpassung
- VSWR = ∞ → vollständige Reflektion
- Messung mit SWR-Meter (Reflektometer)

$$VSWR = \frac{U_{max}}{U_{min}}$$

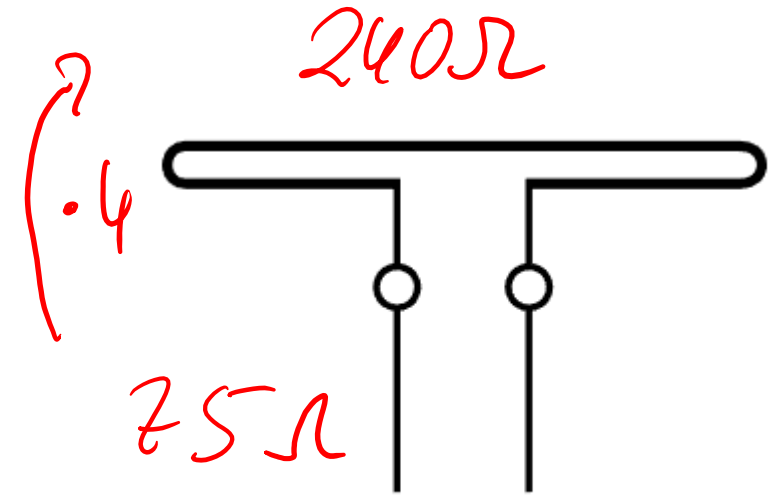




Stehwellenverhältnis (VSWR)

TH221: Ein Kabel mit einem Wellenwiderstand von 75Ω und vernachlässigbarer Dämpfung wird zur Speisung einer Faltdipol-Antenne verwendet. Welches VSWR kann man auf der Leitung erwarten?

- a) ca. 3,2 bis 4
- b) 0,3
- c) ca. 1,5 bis 2
- d) 5,7



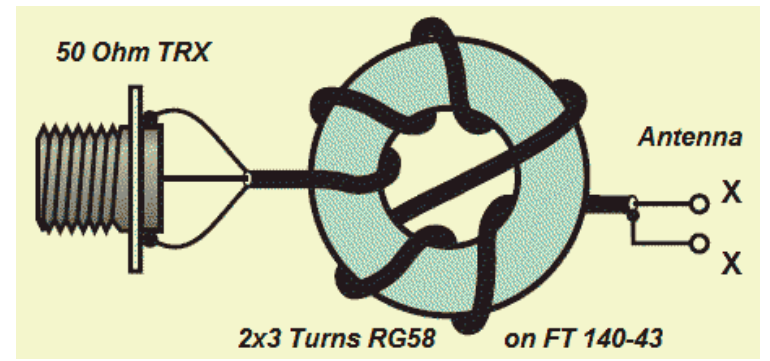
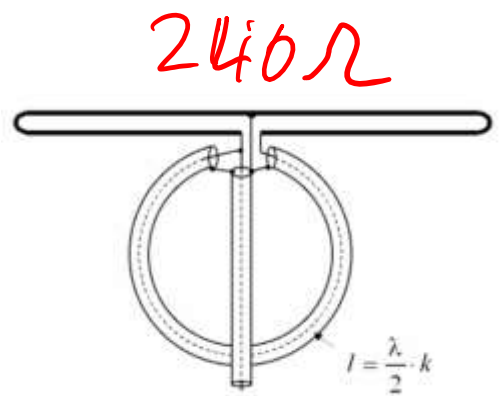
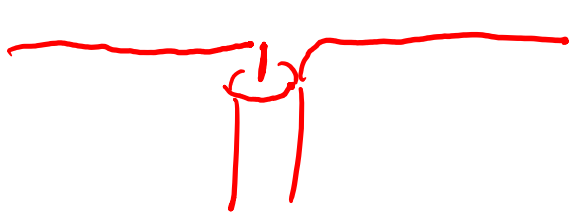
Realteil Impedanz und Spannung verhalten sich linear zueinander, folglich ist VSWR direkt aus Impedanz-Mismatch abzuleiten





Symmetrierung

- Notwendig, falls Antenne symmetrisch und Speiseleitung unsymmetrisch oder umgekehrt
- Ohne Symmetrierung können Mantelwellen entstehen
- Möglichkeiten zur Symmetrierung
 - Mantelwellensperre (Strom-Balun)
 - $\lambda/2$ Umwegleitung (für kleine Wellenlängen)

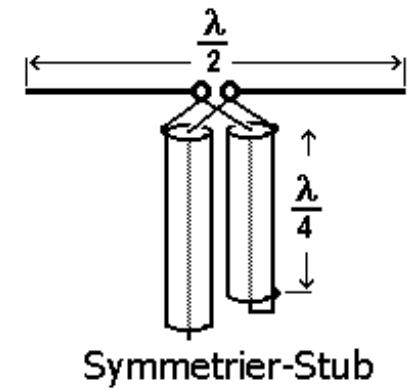
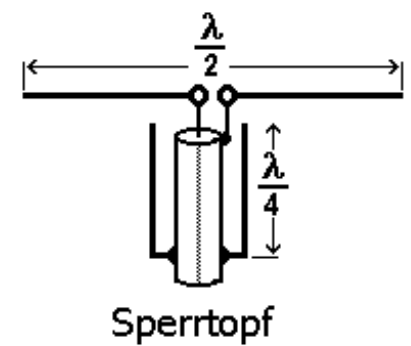




Symmetrierung

TH416: Ein Dipol soll mit einem Koaxkabel gleicher Impedanz gespeist werden. Was ist dazu zum Beispiel notwendig?

- a) Das Parallelschalten eines am freien Ende kurzgeschlossenen $\lambda/2$ -langen Leitungsstücks (Stub) am Speisepunkt der Antenne.
- b) Die Einfügung von Sperrkreisen (Traps) in den Dipol.
- c) Parallelschalten eines am freien Ende offenen $\lambda/4$ -langen Leitungsstücks (Stub) am Speisepunkt der Antenne
- d) Einbau eines Symmetriergliedes wie Umwegleitung oder Balun.





Weiterführende Infos

- AT&T Archives: Similarities of Wave Behavior (Bonus Edition)
- <https://youtu.be/DovunOxIY1k>





Weitere Infos

- Folien herunterladbar auf www.afu.rwth-aachen.de → Amateurfunkkurs
- Nächster Termin:
 - Sender
- Treffen Afu-Gruppe
 - Donnerstags 18 Uhr
 - Raum 528 – Heaviside Labor

The screenshot shows the website 'Amateurfunk-Gruppe der RWTH Aachen'. The navigation menu includes 'Home', 'News', 'Über uns', 'Stellen', 'Foto', 'AFU-Kurs', and 'Downloads'. A red arrow points to the 'AFU-Kurs' link. The main content area features a news article titled 'Ausbildungskurs Amateurfunk ab April' and three other articles: 'Interview von der HAMRADIO 2022 zu HAMNET', 'Slot-Umstellung bei DB0WA DMR', and 'Neuer Relaisverantwortlicher DB0WA'. A sidebar on the right contains a Twitter feed and a 'Werbung' section.



**Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit**



„Faulheit kann qualvoll sein, da man nie weiß, wann man damit fertig ist.“ - Leslie Nielsen

55!