



Antennenbau



Chaos Computer Club e.V.
Erfa-Kreis Kassel
<https://kassel.ccc.de/>

Kai Baumgart <kai@kassel.ccc.de>
Uwe Kamper <uwe@kassel.ccc.de>

Hard copy of presentation:
https://kassel.ccc.de/vortraege/wlan_antennen.pdf





Einige Worte vorweg

Was wir euch bieten wollen:

- Ein theoretisches Grundgerüst und viele praktische Tipps zum Antennenbau.

Was wir euch nicht bieten können:

- Eine wissenschaftliche Vorlesung.

=> Also seid bitte etwas nachsichtig mit uns ...





Roadmap



Theoretischer Abschnitt

- Der Schwingkreis
- Das Prinzip von Antennen
- Elektromagnetische Wellen
- Polarisation
- Wellenausbreitung bei WLAN





Roadmap



Theoretischer Abschnitt

- Der Schwingkreis
- Das Prinzip von Antennen
- Elektromagnetische Wellen
- Polarisation
- Wellenausbreitung bei WLAN

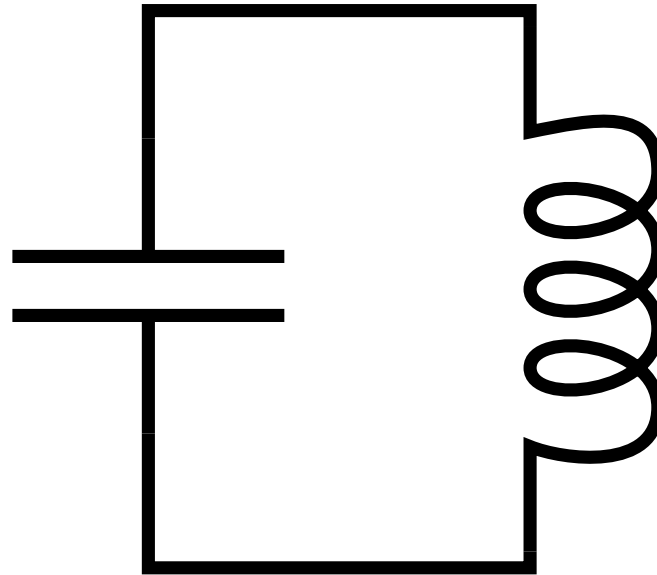
Praktischer Abschnitt

- Antennen-Formen
- Wetter- und Blitzschutz
- Gesetze





Der Schwingkreis: Aufbau

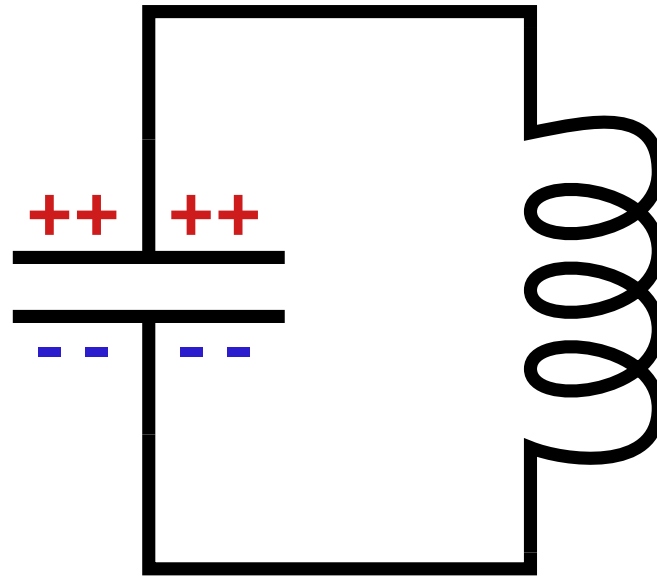


Der elektromagnetische Schwingkreis: Ein Kondensator
und ein Spule





Was passiert im Schwingkreis (1/3)?

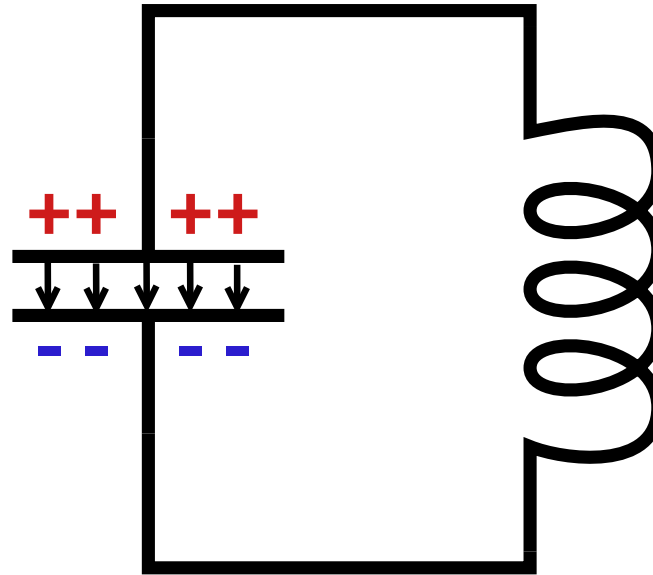


- Kondensator aufladen





Was passiert im Schwingkreis (1/3)?

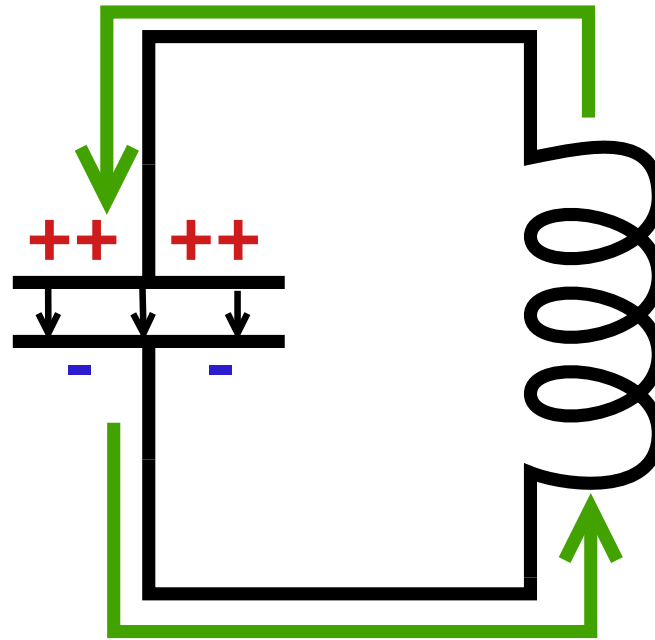


- Kondensator aufladen
- elektrisches Feld





Was passiert im Schwingkreis (2/3)?

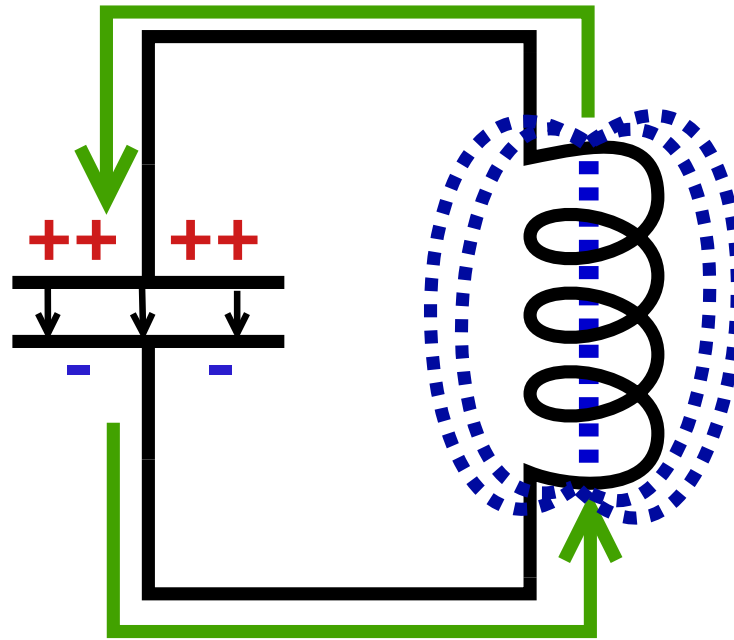


- Strom fließt durch die Spule





Was passiert im Schwingkreis (2/3)?

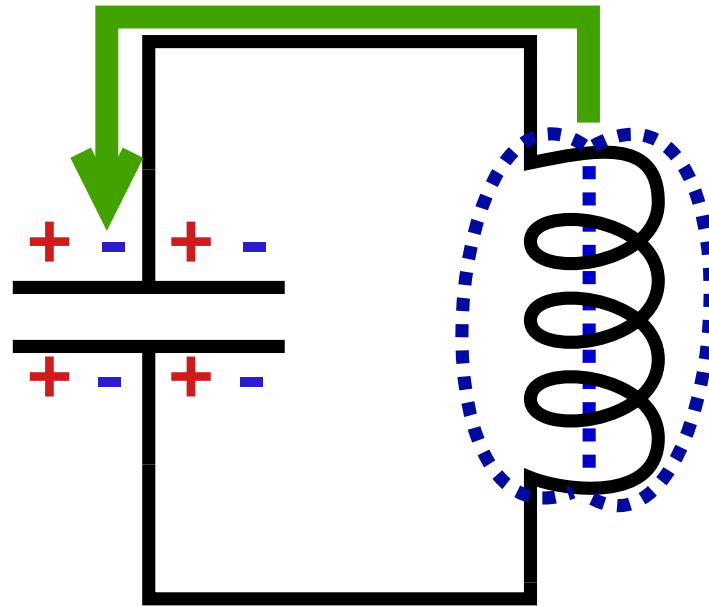


- Strom fließt durch die Spule
- magnetisches Feld entsteht, hemmt den Stromfluss





Was passiert im Schwingkreis (3/3)?

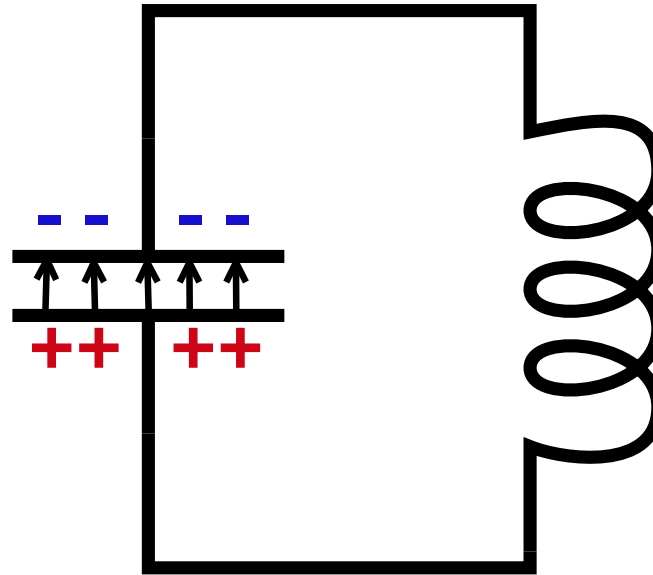


- Induktion „schiebt“ die Elektronen an.





Was passiert im Schwingkreis (3/3)?

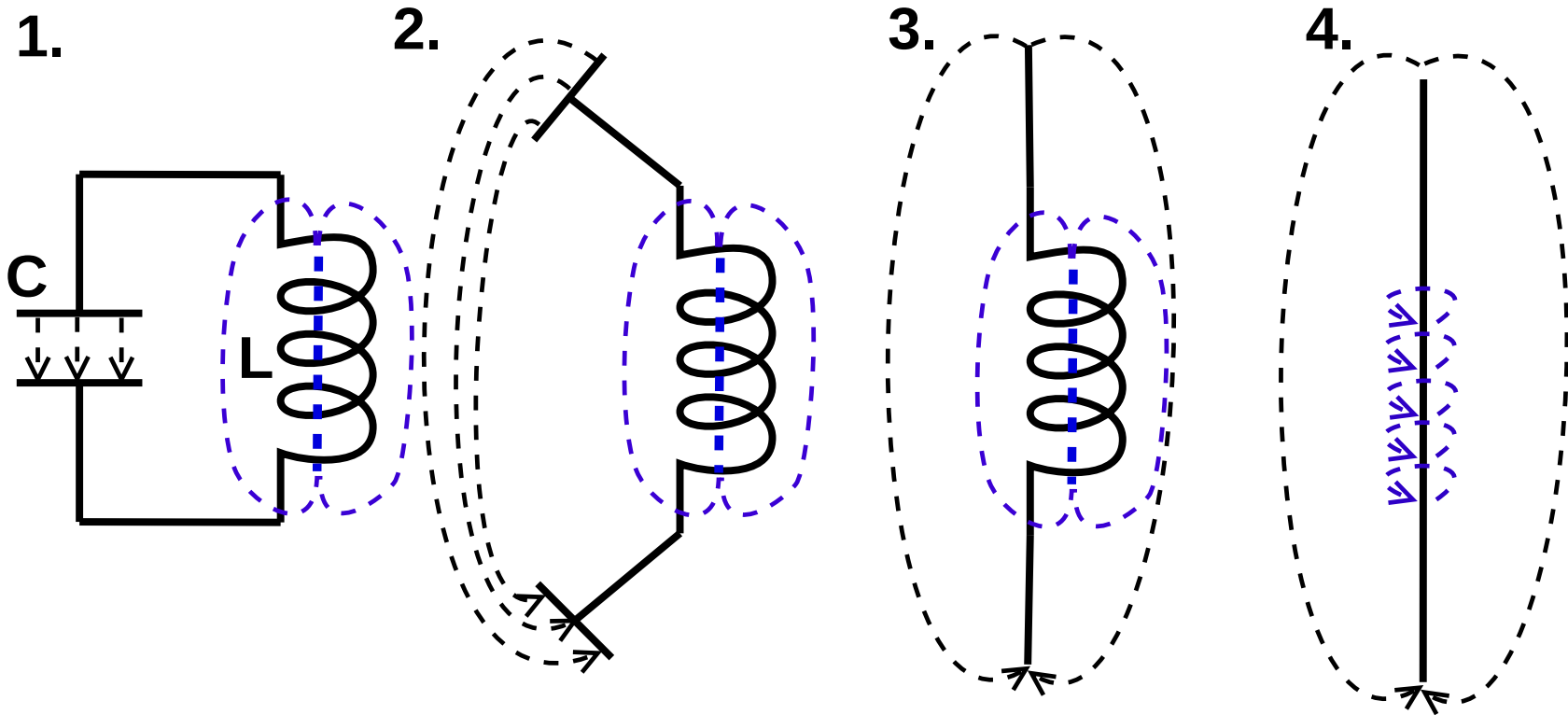


- Induktion „schiebt“ die Elektronen an.
- Kondensator ist umgekehrt aufgeladen



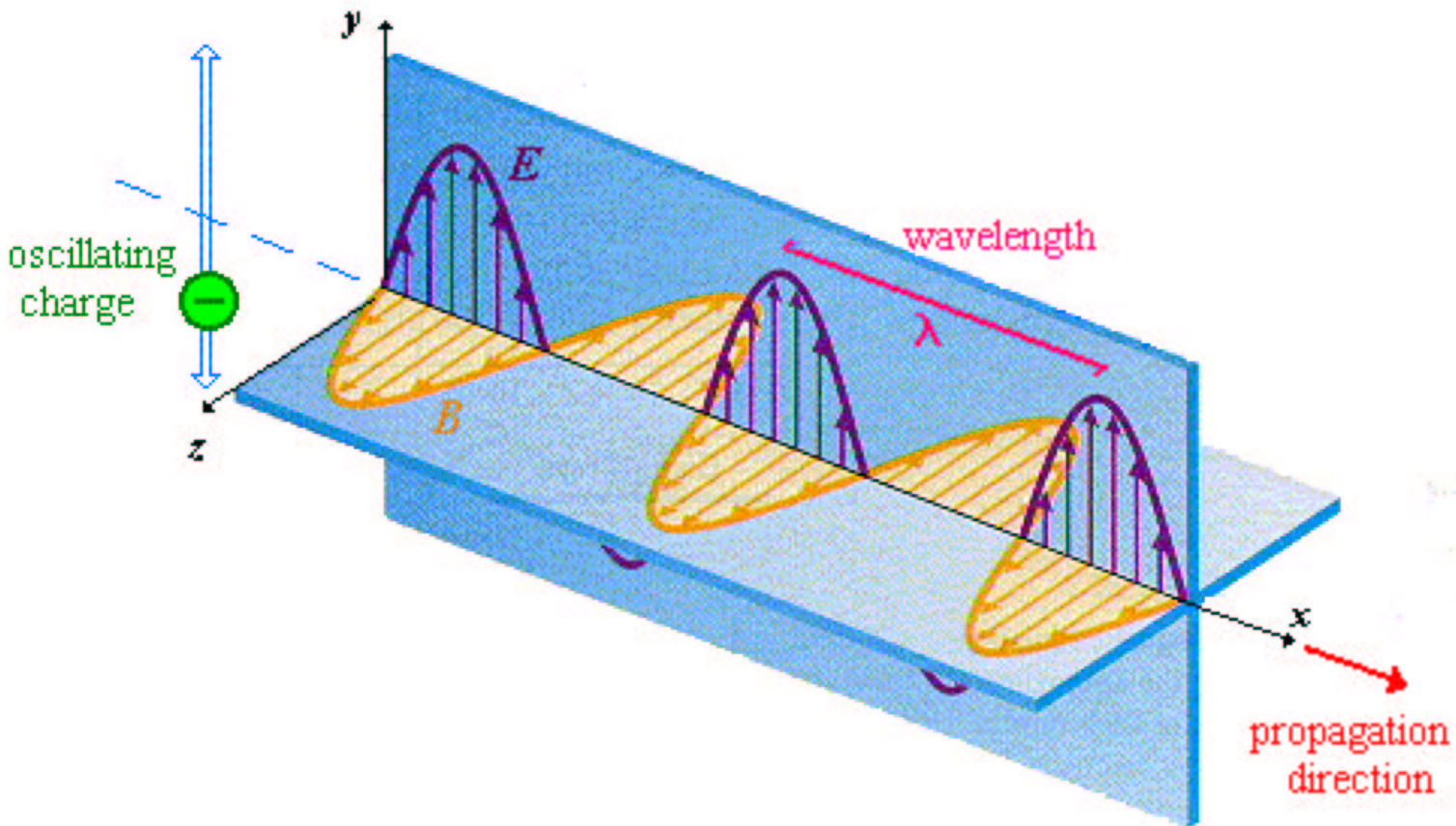


Das Prinzip einer Antenne





Elektromagnetische Welle





Polarisation



- Horizontal





Polarisation



- Horizontal
- Vertikal





Polarisation



- Horizontal
- Vertikal
- Zirkular, rechts- oder linksdrehend (in der Praxis v.a. für Wardriver interessant).

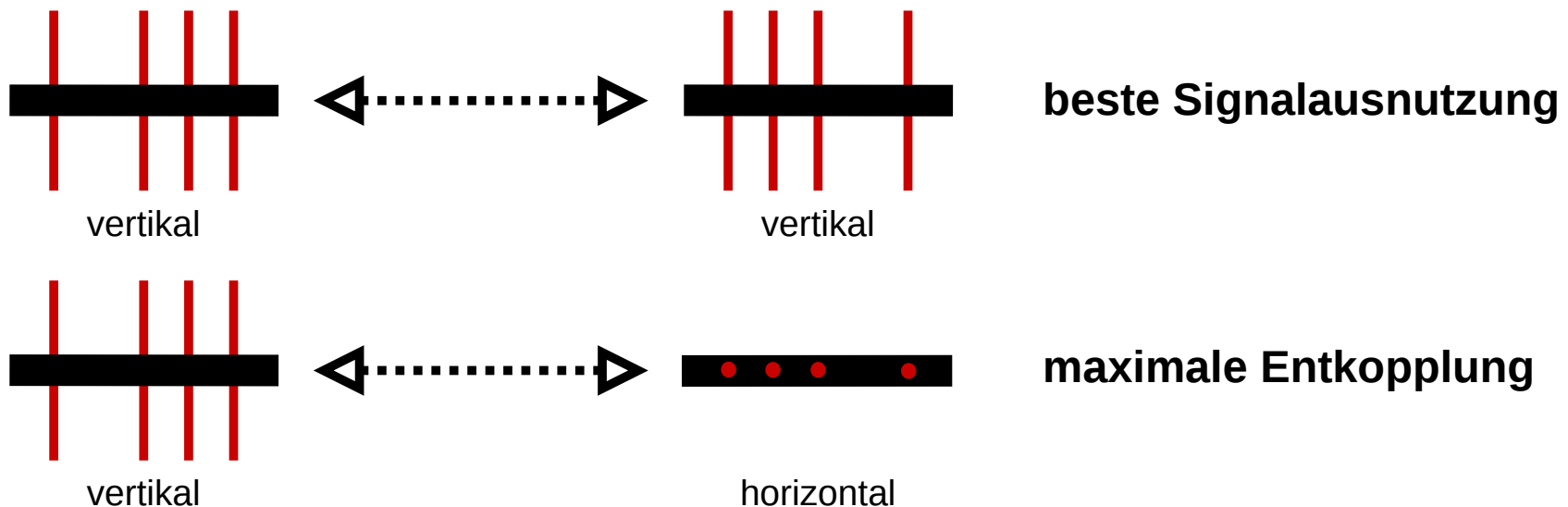




Polarisation



- Horizontal
- Vertikal
- Zirkular, rechts- oder linksdrehend (in der Praxis v.a. für Wardriver interessant).

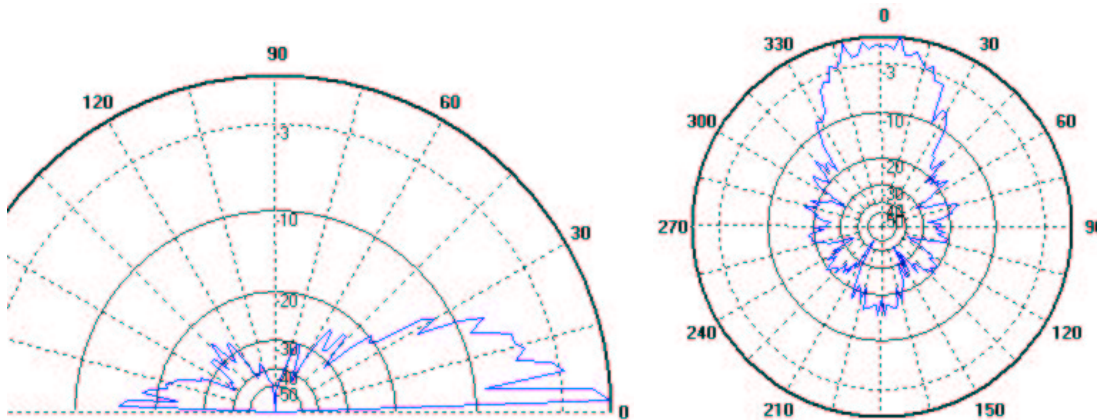




Antennen-Diagramme



- Darstellung der Richtcharakteristik einer Antenne
- Werden oft bei kommerziellen Antennen mitgeliefert
- Software: NEC4WIN95
- Antennen-„Verstärkung“





Jetzt wirds praktisch, aber ...



... noch ein kurze Bemerkung zur Impedanz

- Anschlußwiderstand an der Antenne





Jetzt wirds praktisch, aber ...



... noch ein kurze Bemerkung zur Impedanz

- Anschlußwiderstand an der Antenne
- Alle WLAN-Karten haben einen 50Ω -Anschluss





Jetzt wirds praktisch, aber ...



... noch ein kurze Bemerkung zur Impedanz

- Anschlußwiderstand an der Antenne
- Alle WLAN-Karten haben einen 50Ω -Anschluss
- Antennen-Impedanz sollte immer ca. 50Ω betragen





Jetzt wirds praktisch, aber ...

... noch ein kurze Bemerkung zur Impedanz

- Anschlußwiderstand an der Antenne
- Alle WLAN-Karten haben einen 50Ω -Anschluss
- Antennen-Impedanz sollte immer ca. 50Ω betragen
- Bei falscher Impedanz könnt Ihr die WLAN-Karte zerstören





Jetzt wirds praktisch, aber ...

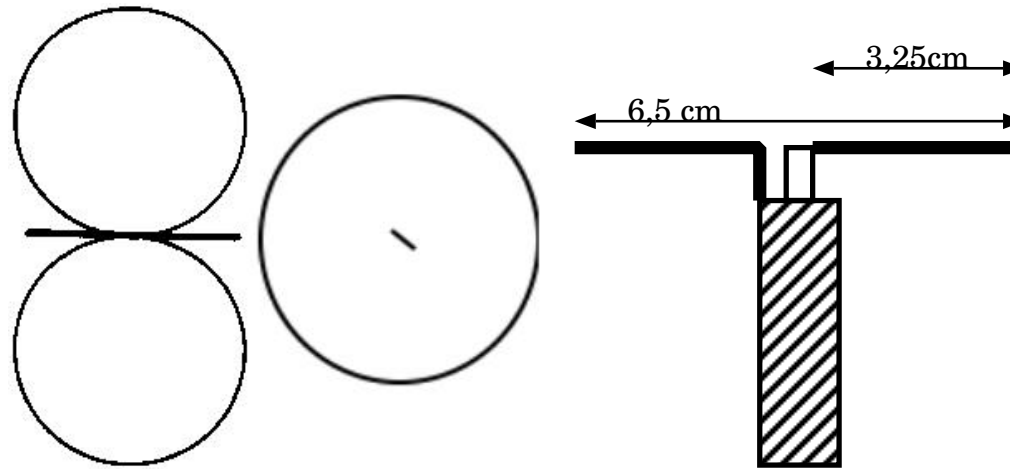
... noch ein kurze Bemerkung zur Impedanz

- Anschlußwiderstand an der Antenne
- Alle WLAN-Karten haben einen 50Ω -Anschluss
- Antennen-Impedanz sollte immer ca. 50Ω betragen
- Bei falscher Impedanz könnt Ihr die WLAN-Karte zerstören
- Alle vorgestellten Antennen haben die richtige Impedanz.





$\lambda/2$ -Dipol (2 dBi)

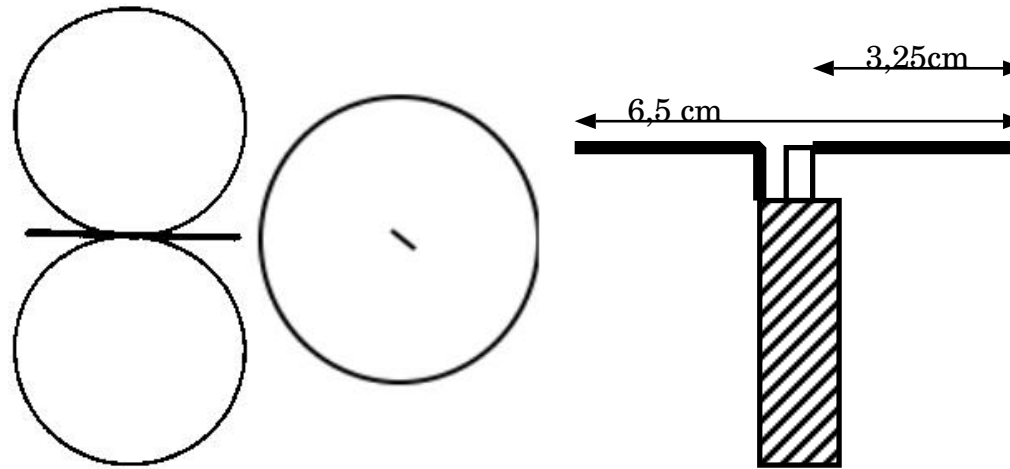


- In vielen WLAN-Karten eingebaut, strahlt sehr breit





$\lambda/2$ -Dipol (2 dBi)

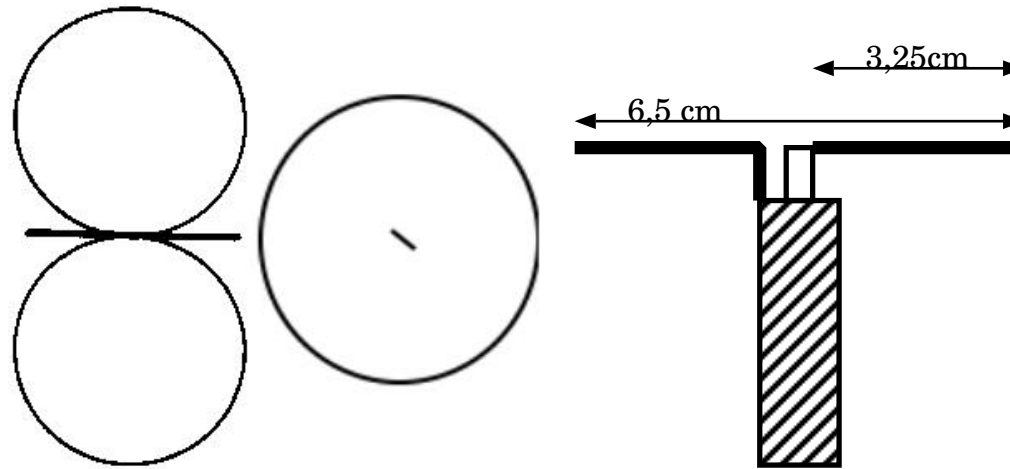


- In vielen WLAN-Karten eingebaut, strahlt sehr breit
- sehr einfacher Aufbau, aber kaum Gewinn





$\lambda/2$ -Dipol (2 dBi)

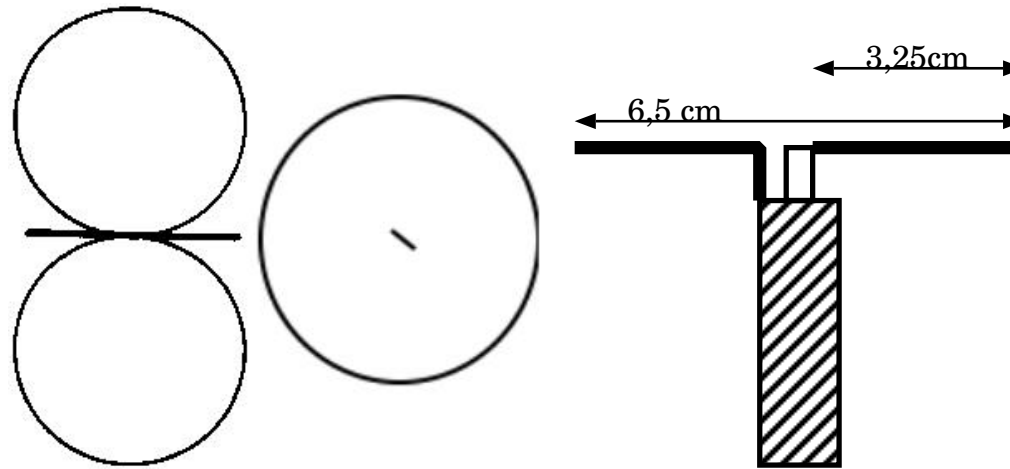


- In vielen WLAN-Karten eingebaut, strahlt sehr breit
- sehr einfacher Aufbau, aber kaum Gewinn
- einfache Lösung für zu „laute“ Computer





$\lambda/2$ -Dipol (2 dBi)

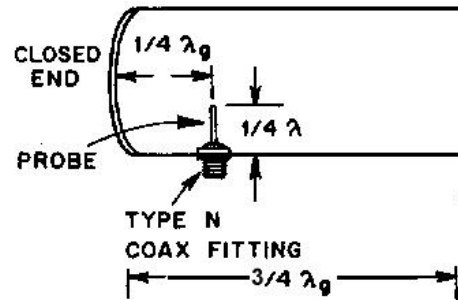


- In vielen WLAN-Karten eingebaut, strahlt sehr breit
- sehr einfacher Aufbau, aber kaum Gewinn
- einfache Lösung für zu „laute“ Computer
- 100mW EIRP werden praktisch nie überschritten





„Pringles“-Antenne



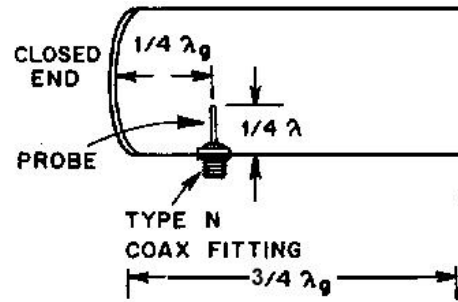
$$\lambda_g = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{\lambda}\right)^2 - \left(\frac{1}{1.706 \cdot D}\right)^2}} \quad (1)$$

- $\lambda/4$ -Strahler in Metallröhre





„Pringles“-Antenne



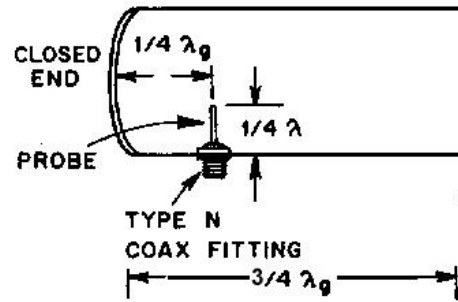
$$\lambda_g = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{\lambda}\right)^2 - \left(\frac{1}{1.706 \cdot D}\right)^2}} \quad (1)$$

- $\lambda/4$ -Strahler in Metallröhre
- Konservendosen (ca. 9x20cm) sind besser





„Pringles“-Antenne



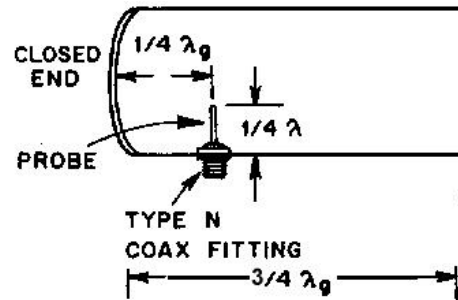
$$\lambda_g = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{\lambda}\right)^2 - \left(\frac{1}{1.706 \cdot D}\right)^2}} \quad (1)$$

- $\lambda/4$ -Strahler in Metallröhre
- Konservendosen (ca. 9x20cm) sind besser
- <http://www.saunalahti.fi/elepal/antenna2calc.php>





„Pringles“-Antenne



$$\lambda_g = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{\lambda}\right)^2 - \left(\frac{1}{1.706 \cdot D}\right)^2}} \quad (1)$$

- $\lambda/4$ -Strahler in Metallröhre
- Konservendosen (ca. 9x20cm) sind besser
- <http://www.saunalahti.fi/elepal/antenna2calc.php>
- Material: Leere Konservendose, 3mm-Kupferdraht, N-Einbaubuchse





Loop-Antennen (5 dBi)



- Sehr breitbandig, unempfindlich bei Regen





Loop-Antennen (5 dBi)



- Sehr breitbandig, unempfindlich bei Regen
- 2. Loop ($\lambda/4$ -Abstand) oder Blechplatte als Reflektor





Loop-Antennen (5 dBi)



- Sehr breitbandig, unempfindlich bei Regen
- 2. Loop ($\lambda/4$ -Abstand) oder Blechplatte als Reflektor
- Material: Deckel einer Konservendose, N-Einbaubuchse, 3mm-Kupferdraht

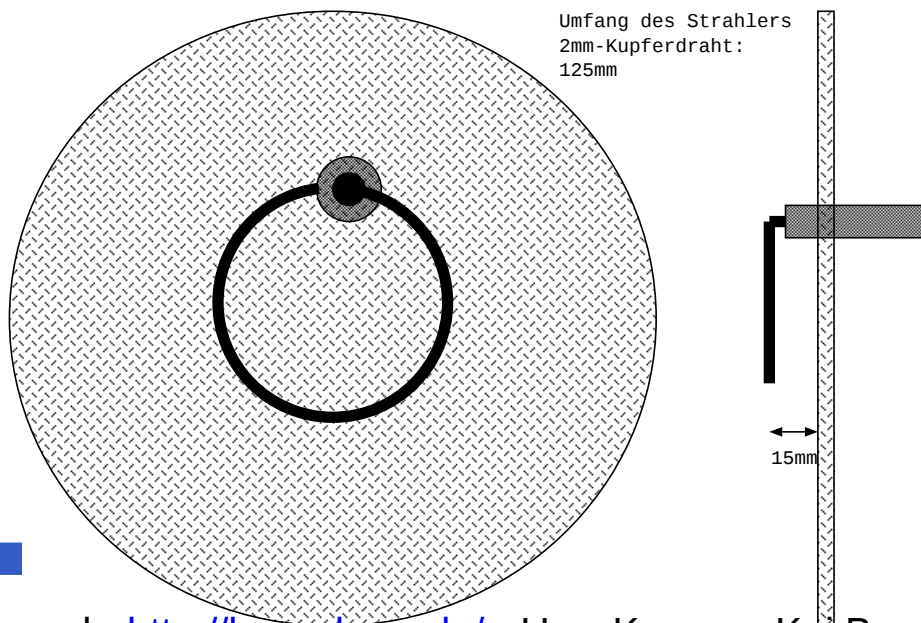




Loop-Antennen (5 dBi)



- Sehr breitbandig, unempfindlich bei Regen
- 2. Loop ($\lambda/4$ -Abstand) oder Blechplatte als Reflektor
- Material: Deckel einer Konservendose, N-Einbaubuchse, 3mm-Kupferdraht





(Doppel-)Acht mit Refl. (8 – 11 dBi)

- Prinzip ähnlich der Loop-Antennen





(Doppel-)Acht mit Refl. (8 – 11 dBi)

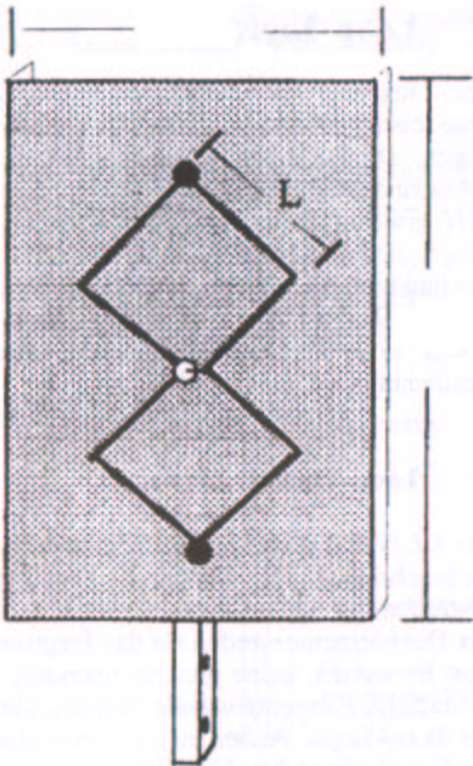
- Prinzip ähnlich der Loop-Antennen
- Bei unsauberem Aufbau „schielt“ die Antenne





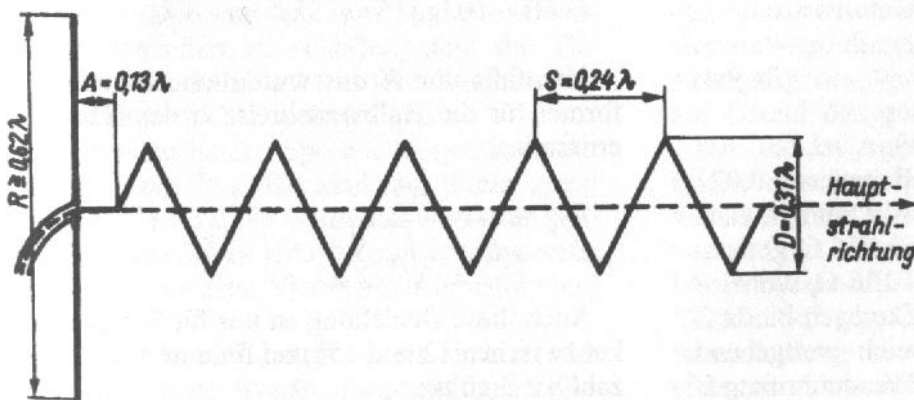
(Doppel-)Acht mit Refl. (8 – 11 dBi)

- Prinzip ähnlich der Loop-Antennen
- Bei unsauberem Aufbau „schielt“ die Antenne





Helix-Antenne

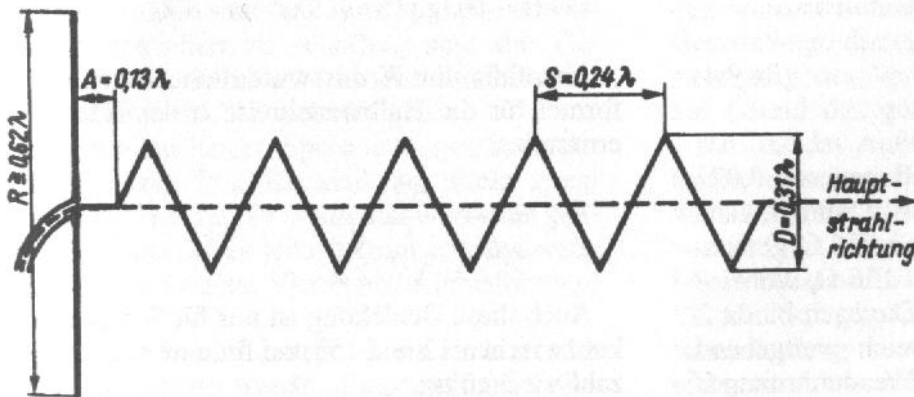


- komplizierter Selbstbau, Material: Abwasserrohr, Blech, Draht





Helix-Antenne

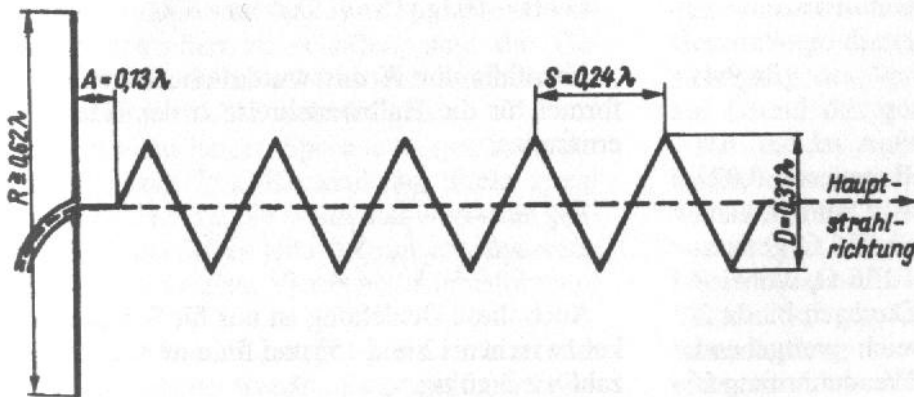


- komplizierter Selbstbau, Material: Abwasserrohr, Blech, Draht
- Gewinn abhängig von Länge der Helix





Helix-Antenne

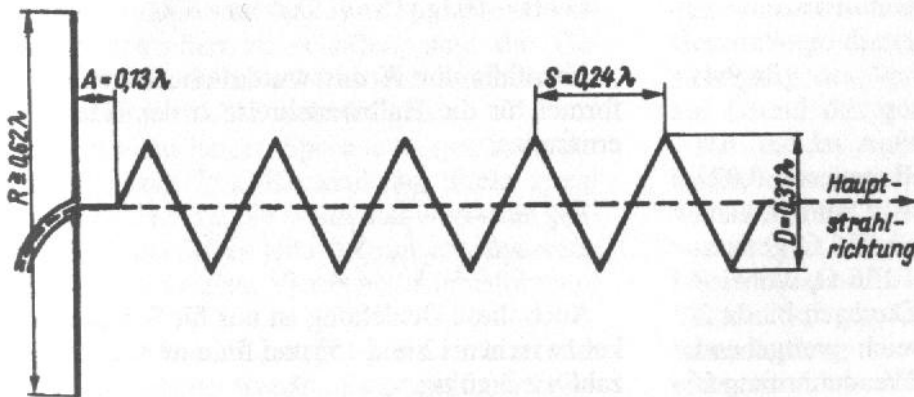


- komplizierter Selbstbau, Material: Abwasserrohr, Blech, Draht
- Gewinn abhängig von Länge der Helix
- zirkulare Polarisation





Helix-Antenne

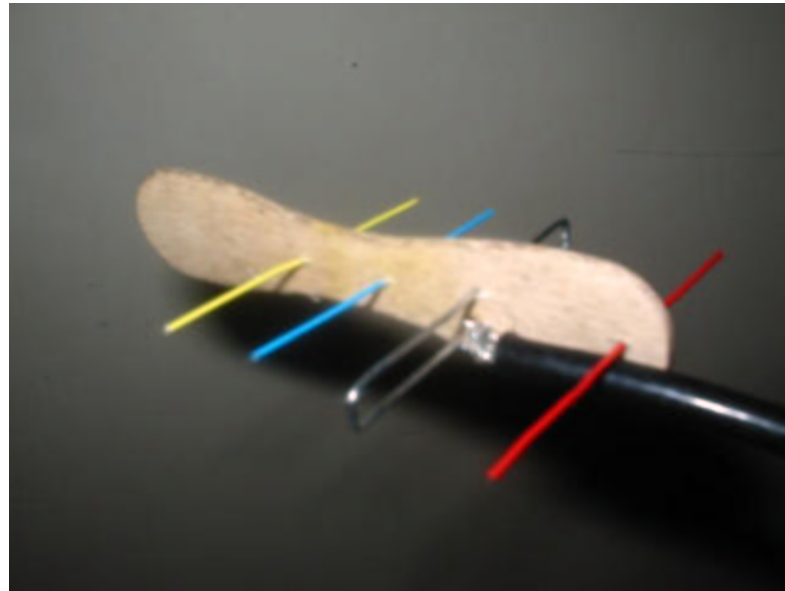
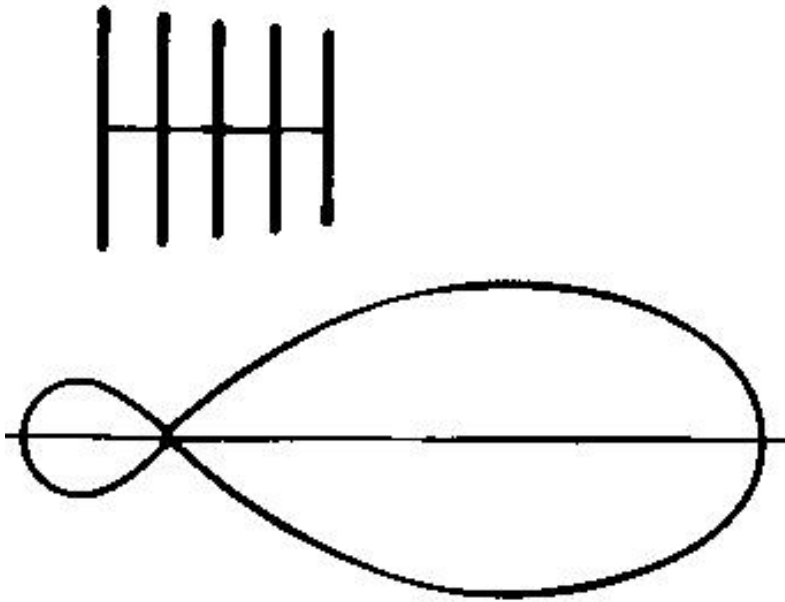


- komplizierter Selbstbau, Material: Abwasserrohr, Blech, Draht
- Gewinn abhängig von Länge der Helix
- zirkulare Polarisation
- Sinnvoll v.a. für Sysadmins, Wardriver



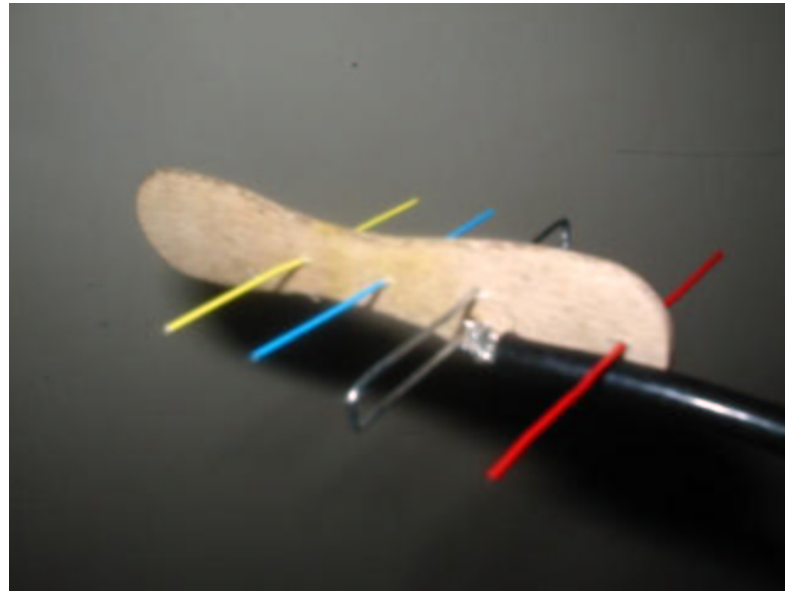
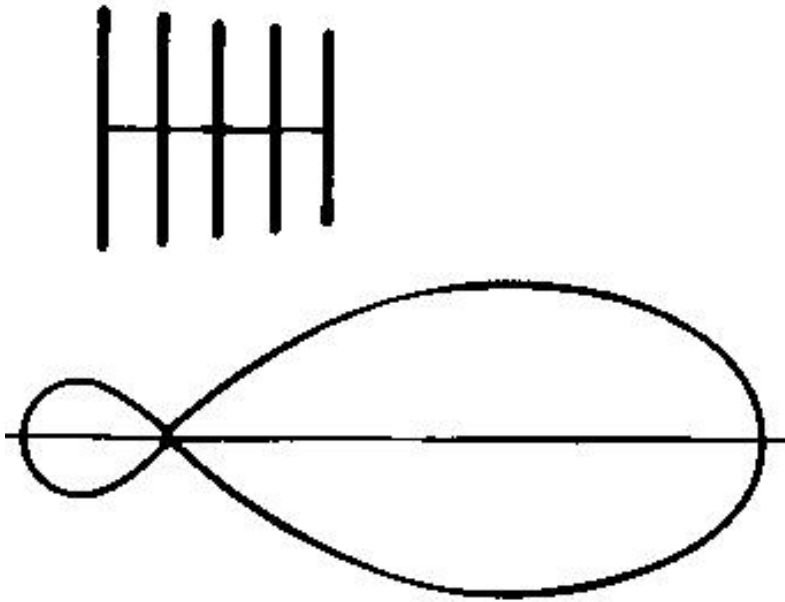


Yagi-Antennen



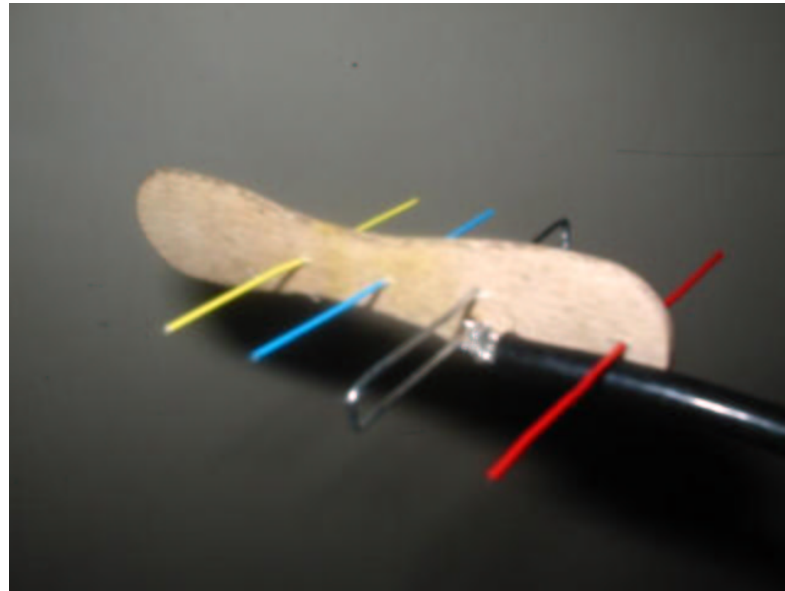
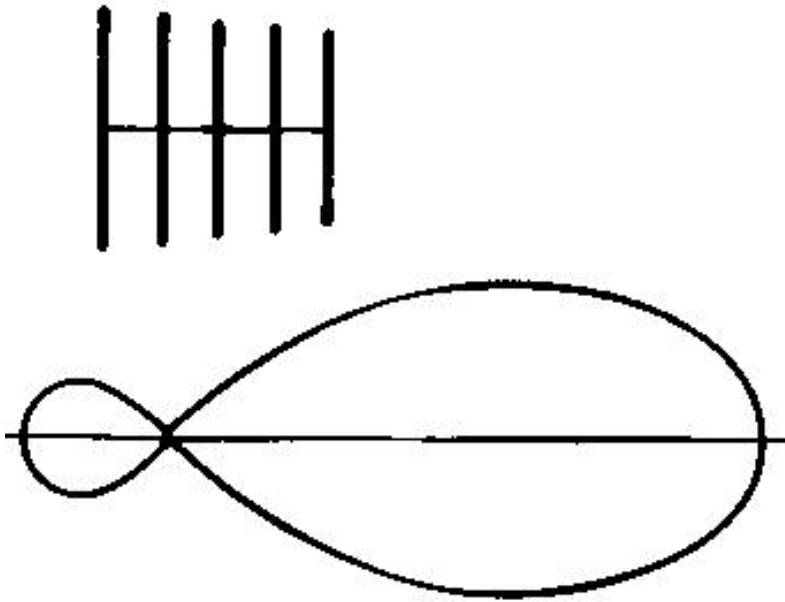


Yagi-Antennen



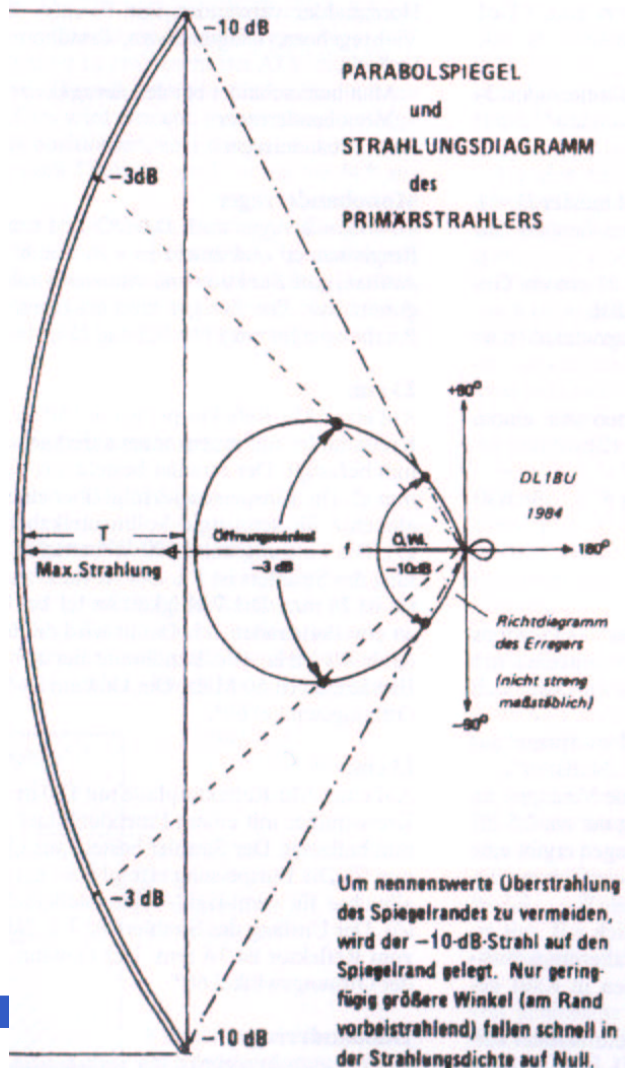


Yagi-Antennen





Parabol-Antennen (min. 20 dBi)

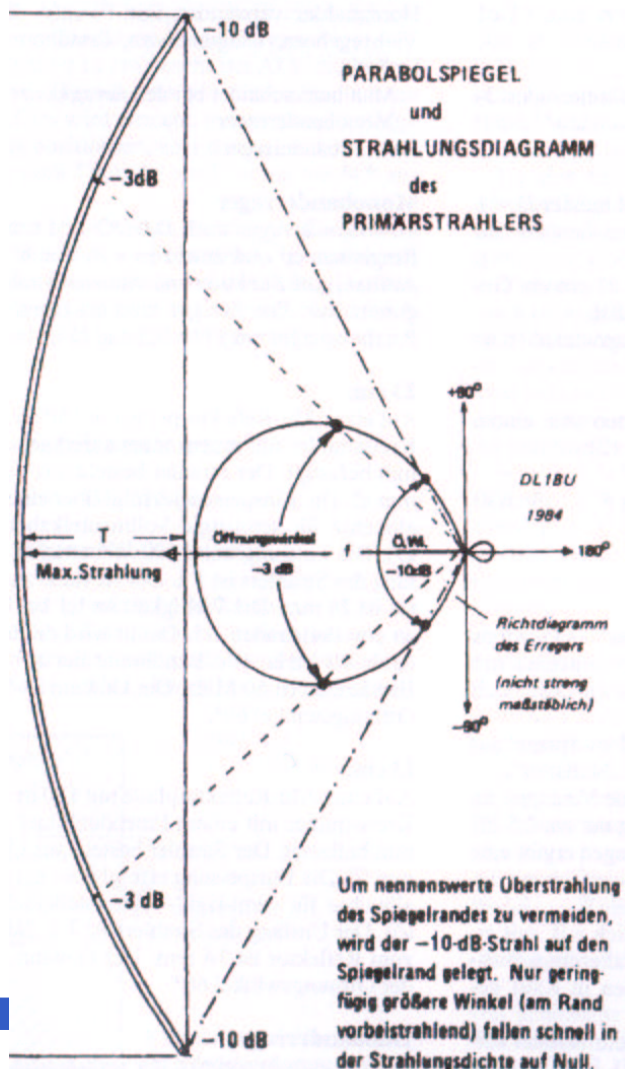


• „Booster“ für beliebige Antennen





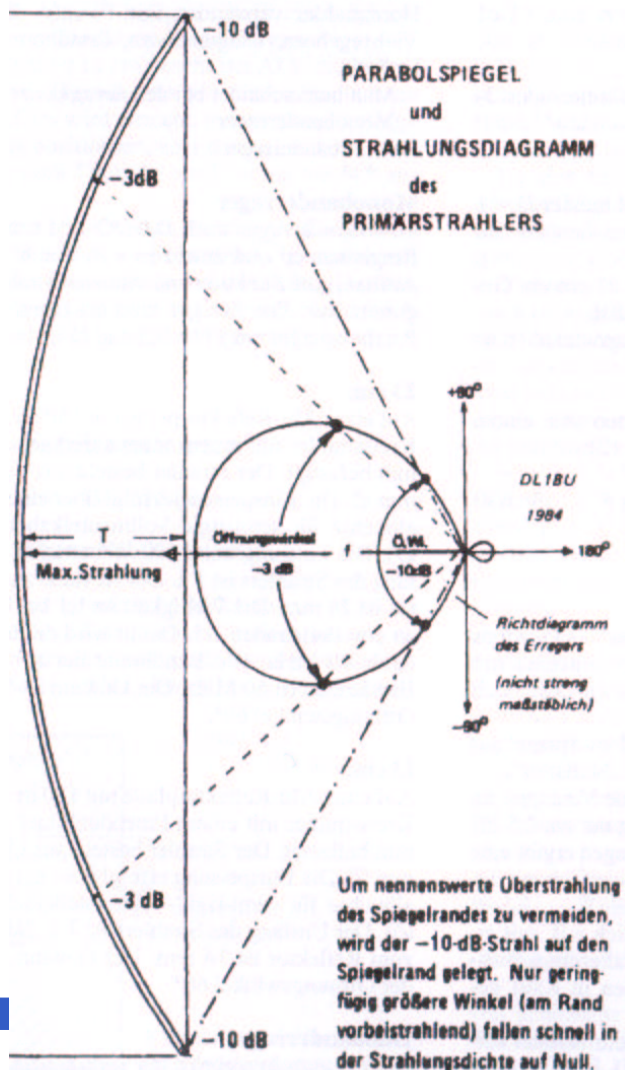
Parabol-Antennen (min. 20 dBi)



- „Booster“ für beliebige Antennen
- sehr geringer Öffnungswinkel (wenige Grad)



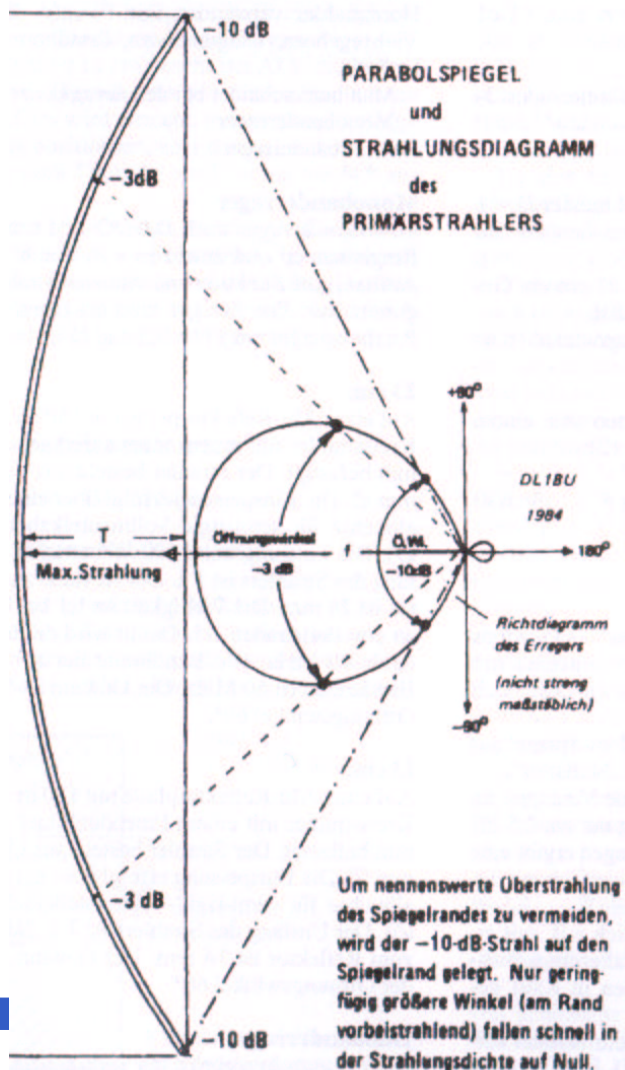
Parabol-Antennen (min. 20 dBi)



- „Booster“ für beliebige Antennen
- sehr geringer Öffnungswinkel (wenige Grad)
- hoher Gewinn, vom Durchmesser des Spiegels abhängig



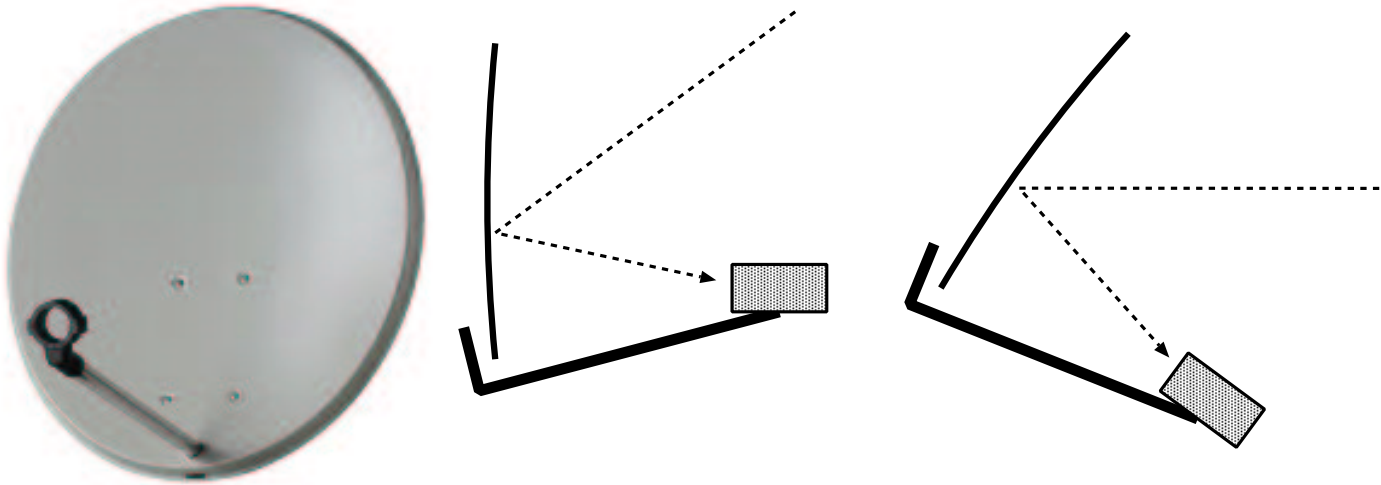
Parabol-Antennen (min. 20 dBi)



- „Booster“ für beliebige Antennen
- sehr geringer Öffnungswinkel (wenige Grad)
- hoher Gewinn, vom Durchmesser des Spiegels abhängig
- als Sender praktisch immer illegal.



Offset-Spiegel

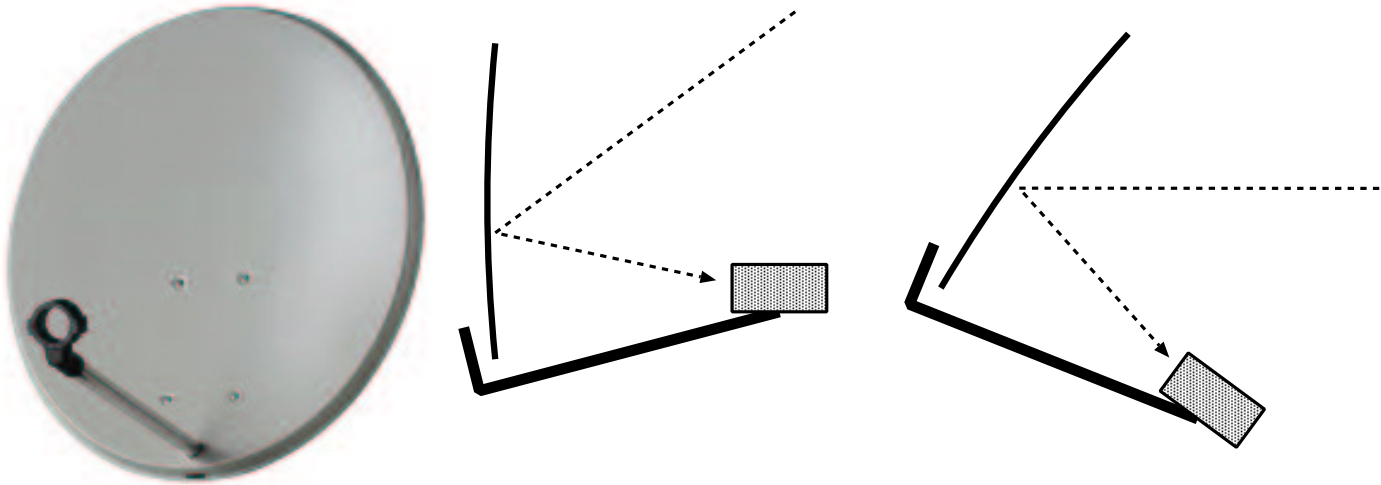


- Gebräuchlich als SAT-Antenne





Offset-Spiegel



- Gebräuchlich als SAT-Antenne
- oft als Schrott erhältlich





Kabel und Stecker



- Koax-Kabel: RG 213, EcoFlex, AirCell, ...





Kabel und Stecker



- Koax-Kabel: RG 213, EcoFlex, AirCell, ...
- N- oder SMA-Stecker verwenden, BNC und PLC sind ungeeignet





Kabel und Stecker

- Koax-Kabel: RG 213, EcoFlex, AirCell, ...
- N- oder SMA-Stecker verwenden, BNC und PLC sind ungeeignet
- Kabellängen möglichst kurz halten





Kabel und Stecker

- Koax-Kabel: RG 213, EcoFlex, AirCell, ...
- N- oder SMA-Stecker verwenden, BNC und PLC sind ungeeignet
- Kabellängen möglichst kurz halten
- normale Koax-Kabel (RG 58) sind nur als Dämpfungs-Glieder geeignet





Kabel und Stecker



- Koax-Kabel: RG 213, EcoFlex, AirCell, ...
- N- oder SMA-Stecker verwenden, BNC und PLC sind ungeeignet
- Kabellängen möglichst kurz halten
- normale Koax-Kabel (RG 58) sind nur als Dämpfungs-Glieder geeignet
- von innen Nass gewordene Kabel sofort wegwerfen.





Die 100mW-Begrenzung



dB	Faktor (gerundet)
1	1,3
3	2
4	2,6
6	4
20	100

- Bsp.: Bei 35mW (Lucent) darf die Antennenanlage insgesamt einen Gewinn von 4,5 dB haben





Die 100mW-Begrenzung



dB	Faktor (gerundet)
1	1,3
3	2
4	2,6
6	4
20	100

- Bsp.: Bei 35mW (Lucent) darf die Antennenanlage insgesamt einen Gewinn von 4,5 dB haben
- – 0,5 dB pro Stecker, – 0,3 dB pro Kabelmeter





Die 100mW-Begrenzung



dB	Faktor (gerundet)
1	1,3
3	2
4	2,6
6	4
20	100

- Bsp.: Bei 35mW (Lucent) darf die Antennenanlage insgesamt einen Gewinn von 4,5 dB haben
- – 0,5 dB pro Stecker, – 0,3 dB pro Kabelmeter
- RG 58 (1 dB pro Meter) als Dämpfungsglied





Wetterschutz, Blitzschutz



- keine Anschlüsse über Dach





Wetterschutz, Blitzschutz



- keine Anschlüsse über Dach
- Wetterschutz-Klebeband





Wetterschutz, Blitzschutz



- keine Anschlüsse über Dach
- Wetterschutz-Klebeband
- Klarlack





Wetterschutz, Blitzschutz



- keine Anschlüsse über Dach
- Wetterschutz-Klebeband
- Klarlack
- Am besten Unter-Dach-Montage (kein Blitzschutz nötig)





Wetterschutz, Blitzschutz

- keine Anschlüsse über Dach
- Wetterschutz-Klebeband
- Klarlack
- Am besten Unter-Dach-Montage (kein Blitzschutz nötig)
- Blitzschutz: Funkenstrecke, geerdeter Antennenmast





Abschluss-Diskussion



- Fragen?
- Anregungen?
- Diskussionsbedarf?





Abschluss-Diskussion



- Fragen?
 - Anregungen?
 - Diskussionsbedarf?
-
- Vielen Dank!





Literatur / Quellen



- Rothammel, Karl; Antennenbuch; DARC-Verlag, Baunatal
- The ARRL Antenna Book; American Radio Relay League
- <http://www.cbu.edu/jvarrian/122/nscl122.htm>
- Freshmeat.net-Artikel zu Prosper:
<http://freshmeat.net/articles/view/667/>
- <http://www.saunalahti.fi/elepal/antenna2.html>

