

# Verlauf der HF-Spannungen auf einem Draht

Liebe Funkfreunde, speziell an die "Newcomer" gerichtet und zum allgemeinen Verständnis.... immer wieder höre ich, dass Funkneulinge und auch "alte Hasen" sich irgend einen Draht irgend einer Länge zum Funken aufhängen und sich wundern, dass durch HF auf den Gerätschaften ein vernünftiger Funkbetrieb auf mehreren Frequenzen nicht möglich ist. Auch mit einer nachgeschalteten Matchbox Unzufriedenheit aufkommt und die Performance zu wünschen übrig lässt.

In der Fachliteratur ist meistens die "ideale Antenne" aufgezeigt, mit dem Verlauf des Stromes auf der Leitung, der - wie bekannt - immer schön im Nullpunkt am Ende des Drahtes endet. Wenn es aber um die Anpassung irgend eines Drahtgebildes geht, den man "nur malso" aufgehängt hat..... Aber wie ist es mit dem Spannungsverlauf auf dem Draht? Wo ist der optimale Einspeisepunkt für "mehrere" Frequenzen - ja sogar für (fast) alle Amateurfunkfrequenzen? Auch in der einschlägigen Literatur findet man darauf leider keine direkte Antwort. Alle abgebildeten Antennen und Systeme sind einfach ideal gezeichnet und somit auch der Spannungs- und Stromverlauf.

Aus diesem Grund habe ich mir Gedanken darüber gemacht auf einfachste Art und Weise den **Verlauf der Spannung** (bzw. des Stromes) darzustellen.

Der Grundgedanke ist, dass am **Ende eines Drahtes die Spannung einen Maximalwert darstellt**, egal wie lang der Draht ist. Die Wellenlänge Lambda ist bekanntlich  $300/F(\text{MHz})$ . Als Verkürzungsfaktor habe ich  $VF=0.955$  angenommen. 300 ist die Umrechnung der Lichtgeschwindigkeit 300000 Km/s in m/s und Hz in MHz. Die Antennenlänge ist dann  $\text{Lambda} = \text{Lichtgeschwindigkeit} / \text{Frequenz} \cdot \text{Verkürzungsfaktor}$ .

**Lambda/4 = Niederohmiger Anschluss sowie jede Lambda/2 länger,  
Lambda/2 = hochohmiger Anschluss sowie jede Lambda/2 dazu verlängert.**

Wenn nun Lambda als Gradzahl oder Radiant (2 Pi) aufgezeigt wird, dann ist am Ende von  $\text{Lambda}=360^\circ$  und am Anfang 0 Grad. **360 Grad entsprechen auch 2 Pi.** Der  $\cos(0 \text{ Grad})=1$ , der  $\cos(90 \text{ Grad})=0$ ,  $\cos(180 \text{ Grad})=-1$ ,  $\cos(270 \text{ Grad})=0$  und  $\cos(360 \text{ Grad})=1$ . Betrachtet man nun rückwärts den Cosinusverlauf der Spannung, also vom Ende des Drahtes aus für die einzelnen Amateurfunkfrequenzen in Abhängigkeit von der Drahtlänge L nach der Formel...:

$f(\text{LDraht}) = \cos(2 \text{ mal } \pi \text{ geteilt durch } \text{Lambda} \text{ mal } \text{Länge des Antennendrahtes})$  ---  
>  $f(L) = \cos(2 \cdot \pi / 300 / f(\text{MHz}) \cdot \text{LDraht}(m))$

.....und bildet jeweils den Absolutwert vom Ergebnis, um keine negativen Werte zu erhalten, dann bekommt man die Schaubilder, die nachfolgend abgebildet sind.

**Bei der Drahtlänge wo sich Schnittlinien der Kurven ergeben, sind die physikalischen Verhältnisse für den Einspeisepunkt gleich.**

Die Daten für die Grafiken wurden mit einem Tabellenkalkulationsprogramm ermittelt.

Einfach aber irgendwie genial finde ich :-)) ..... und gerade für einen Neuling im Amateurfunk eine bildhafte Vorstellung, was auf einem Draht - vom Prinzip her - passiert. Somit kann man auch die Größe der Eingangsimpedanz abschätzen, wenn für den Wert "1" eine Größe im KOhm - Bereich angenommen wird.

## Beispiel für die Betrachtung Tabelle 1:

Angenommen sei 1KOhm bei maximaler Amplitude. Nun sucht euch die Schnittpunkte der einzelnen Kurven in dem Chart - bei irgend einer Drahtlänge und lest links den Wert zwischen 0 und 1 ab. Bei einer Drahtlänge von **13.5 Meter** hätte das 160 Meterband einen sehr hohen Wert von 0,9 - also gegen 900 Ohm. 80, 40, 20 und 12 Meterband liegen etwa bei einem Wert von 0.48 also ungefähr 480/500 Ohm. Auch 20, 17, 12 und 10 Meterband schneiden sich bei etwa 0.55 also 550 Ohm.... Nur 30 und 15 Meter sind fast 1 also haben die höchste Impedanz von fast 1 KOhm.

Mit einem Balun von 1:10 und einer einfachen Matchbox kann man also 80, 40, 20, 17, 12 und 10 Meterband problemlos anpassen. 160, 30 und 15 Meterband sind dagegen sehr hochohmig und hier muss die Matchbox "gequält" werden.

**Nun betrachtet mal einen 20 Meter langen Draht, so wie er kommerziell mit 1:9 Balun angeboten wird. Da stimmt überhaupt nichts, siehe Tabelle 2. Keine Kurve liegt bei 0.45 (450 Ohm - also 1:9). Ist es da noch ein Wunder, wenn Störungen auftreten und die Nachbarn sich freuen.... :-))**

**Die effektive Länge einer vertikalen Antenne ist wesentlich kürzer um den Faktor  $2/\pi$  also 0.6366. Ich muss den Draht also um diesen Faktor LÄNGER machen, damit er die gleichen Eigenschaften hat.**

**Aufgrund der sehr hohen Nachfrage und Beliebtheit, habe ich die Tabellen um fünf neue erweitert. Somit können jetzt Drahtlängen von 0 bis 175 Meter Länge betrachtet werden.**

Beim Betrachten der Kurven immer daran denken: Nach links geht's zum Ende des Drahtes und nach rechts zum Einspeisepunkt. **Die Blindanteile sind NICHT eliminiert.** NUR bei Resonanzlängen entspricht die Impedanz gleich dem Wirkwiderstand  $R_w$ , da sich hier die kapazitiven und induktiven Blindanteile auslöschen (Kurve im Minimum). Der Draht ist dann in Resonanz bei einem  $R_w$  von etwa 35 Ohm. Nach dieser Betrachtung ist es nicht mehr schwierig die richtige Speiseleitung einzusetzen bzw. den richtigen Impedanzwandler zu benutzen, um die Antennenanpassung zu optimieren. **Eine resonante Antenne ist aber IMMER besser als eine mit Widerstandstransformation (1:9 Balun) angepasste Antenne.** Ein nachfolgendes Antennenanpassgerät hat dann nur noch wenig Arbeit zu leisten.

Quelle: Homepage von DL7AHW

<http://www.mydarc.de/dl7ahw/Antennenlaenge.html>

Tabelle 1:

# Antennenlängen 0-20m

Dipl. Ing. Arthur Wenzel 09. 09. 2006

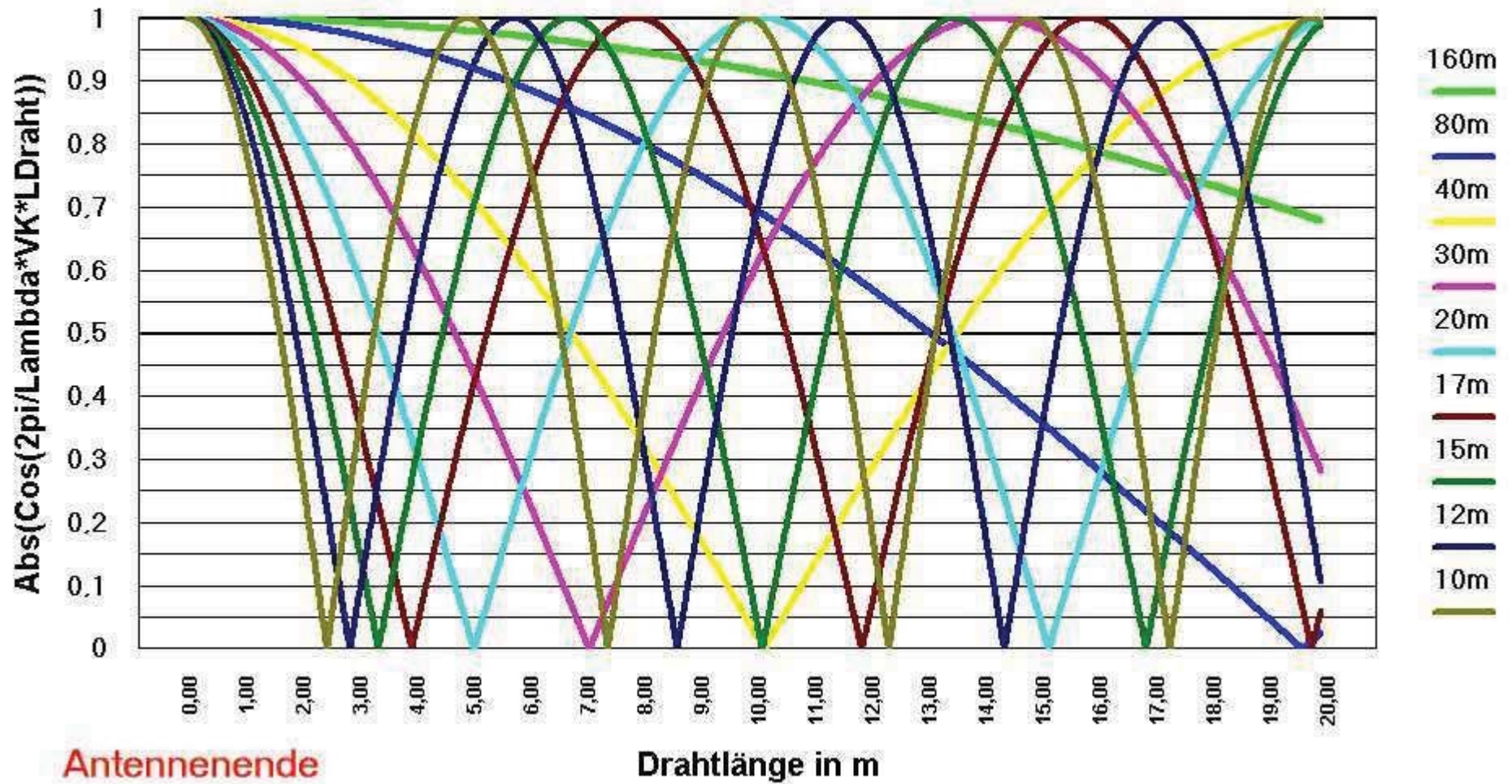


Tabelle 2:

# Antennenlängen 19 - 50m

Dipl. Ing. Arthur Wenzel 09. 09. 2006

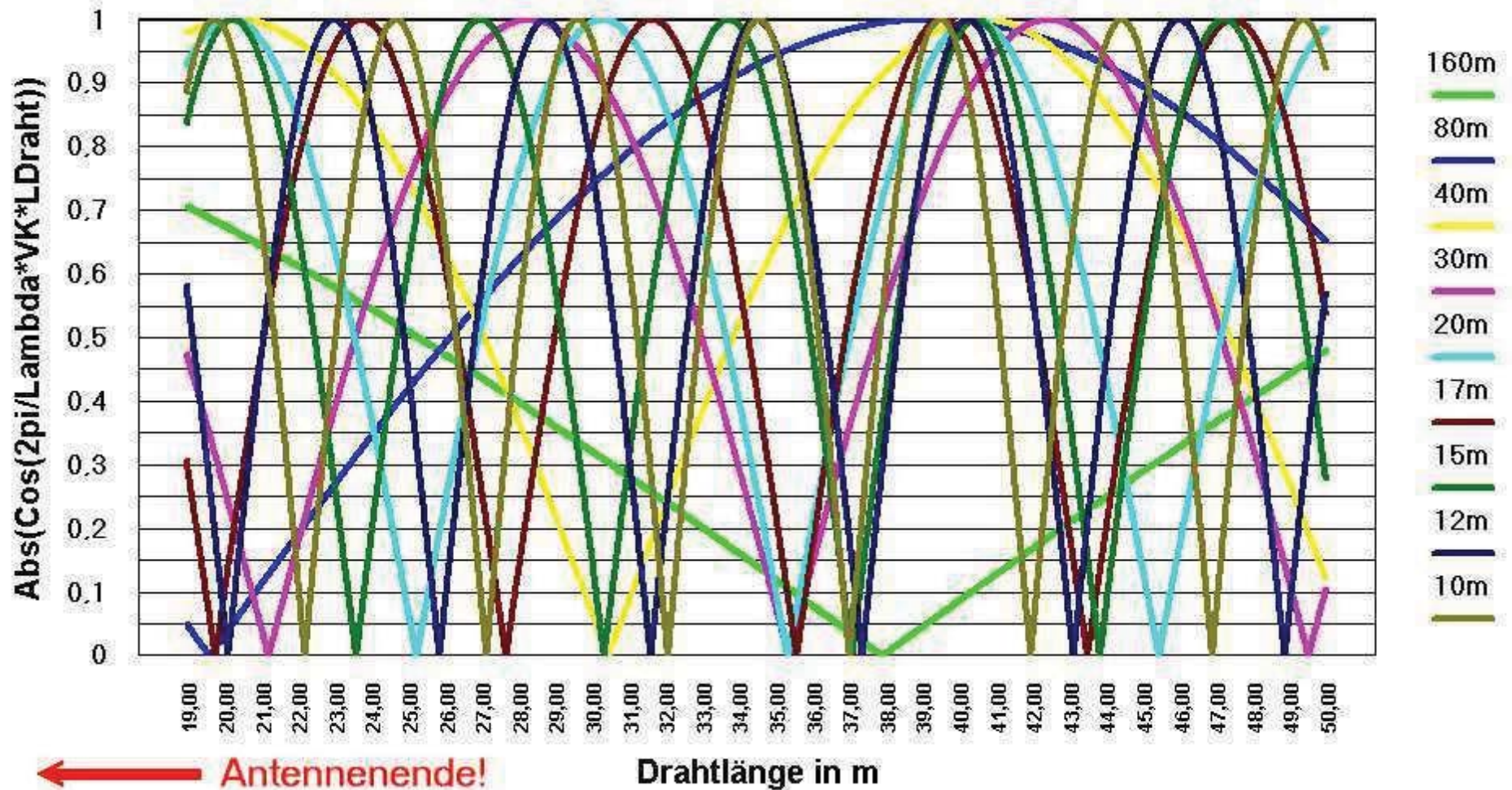


Tabelle 3:

# Antennenlängen 49 - 75m

Dipl. Ing. Arthur Wenzel 02. 11. 2006

