

The Clothesline Antenna oder 'Die Wäscheleine Antenne'

Trocknest du deine Wäsche oder arbeitest du DX. Könnte das die erste Universalantenne sein?



Robert, VA2ERY

Jedem geht mal eine Idee durch den Kopf, die so einfach ist, dass man gar nicht glaubt, dass diese nicht schon jemand vor dir gehabt haben könnte. Sicher, sagst du zu dir selbst, du bist doch nicht die erste Person auf der Welt, die so dachte.

So war es auch mit der „Wäscheleine-Antenne“ und mir. Während ich über die Eignung einer Vielzahl von Antennen für mein QTH grübelte, begann ich einige Sinuskurven bei unterschiedlichen Frequenzen aufs Papier zu bringen. Eins führte zum anderen und ich war mir klar, dass ich eine ganz besondere Lösung für meine Antenne benötige und es schwierig wird, alle meine Anforderungen unter einen Hut zu bringen. Was mich betrifft, habe ich die „Wäscheleine-Antenne“ erfunden. Ich wundere mich aber nicht, wenn mir jemand sagt, dass er es bereits vor mir getan hat!



Auch wenn es dieses Antennendesign schon seit Urzeiten gibt, kann es aber dennoch neu für dich sein. Wenn du so etwas Ähnliches wie eine Wäscheleine gesehen hast, solltest du beim nächsten Mal genauer hinschauen. Für Funkamateure kann es in verschiedenen Situationen genau das sein, was dir der Arzt verschreibt, um dein DX-Dilemma zu kurieren.

Was es ist ... und was es nicht ist

Ich sage dir was die „Wäscheleine“ ist, aber zuerst sage ich dir was sie nicht ist.

Die „Wäscheleine-Antenne“ ist nicht irgendein dubioser Trick, wo 12 Meter von deiner Wäscheleine und RG213 mit vier Wicklungen um deine Waschmaschine geschlungen werden. Es ist vielmehr eine Antenne, die auf allen Kurzwellenbändern funktioniert und sehr gute Ergebnisse erzielt. Sie braucht keinen Tuner, weil sie einen Resonanzpunkt auf dem 160, 80, 40, 20, 15 und 10 Meter Band aufweist. Mit einer kleinen Anpassung ist das auch für 12 und 17 Meter möglich.

Die Antenne ist bemerkenswert einfach zu bauen. Es gibt keine Traps, keine Stubs, keine Drosseln, keine variablen oder festen Kondensatoren, keine Schrauben, keine Schellen und du brauchst auch keinen Bohrer. Diese Antenne ist so einfach zu spannen, das glaubt dir keiner. Die „Wäscheleine-Antenne“ besteht nur aus einem Stück Draht, einem Mittelisolator, einer Speiseleitung, zwei Seilrollen und ein paar Zubehörteile aus dem Baumarkt für nicht mal 5 €.

Zu schön, um wahr zu sein, sagst du? Wo ist denn da der Haken, fragst du dich?

Na ja, du musst diese Antenne bei jedem Bandwechsel neu anpassen. Aber bevor du dir den Kopf um das Wort „anpassen“ zerbrichst, ich spreche nicht vom Festtackern einer Spule mit schwarzem Klebeband oder dem Herumdoktern an der leitenden Achse - Hoppla, heiße Seite, sorry! - eines 50 Jahre alten variabler Kondensator, der mal auf dem Flohmarkt erstanden wurde. Nein, die „Wäscheleine-Antenne“ macht eine Bandänderung zum Kinderspiel. Wenn du es siehst, wie einfach es geht, wirst du lachen!



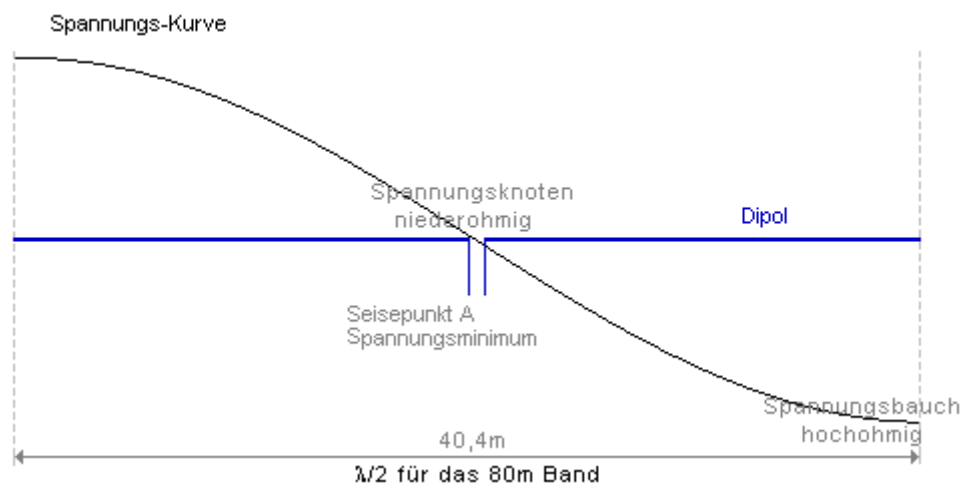
Quelle: DL-GTC 1975/2

Hier ein paar Kommentare zum linken Bild:

- Die ganze Leistung geht in die Hose ... Nimm sie ab!
- Warum eine Wäscheleine kaufen, die Antenne von meinem Ollen tut's genau so gut!
- Hast du' n neues Waschmittel? Das SWR ist miserabel!
- Häng die Wäsche ab, Emma. Das 20 Meter Band geht auf.
- Jetzt kauf dir um Gotteswillen einen automatischen Wäschetrockner!
- Liebling, hänge die Hosen weiter nach links. Dann stimmt mein SWR wieder.

Das Konzept

Der einfachste Weg zu erklären, wie die „Wäscheleine-Antenne“ funktioniert, ist dir meine Überlegungen, die ich gemacht habe zu vermitteln. Ich begann mit einer Zeichnung wie hier zu sehen ist.



Es zeigt einen Dipol für 80m. Er ist um die 40,4m lang und wird in der Mitte mit Koaxkabel gespeist. Als nächstes zeichnete ich entlang der Grundfrequenz die Kurve der Spannungsverteilung der Antenne. Beachte, dass die Spannung an den Antennenenden gegenüber Grund am höchsten ist.

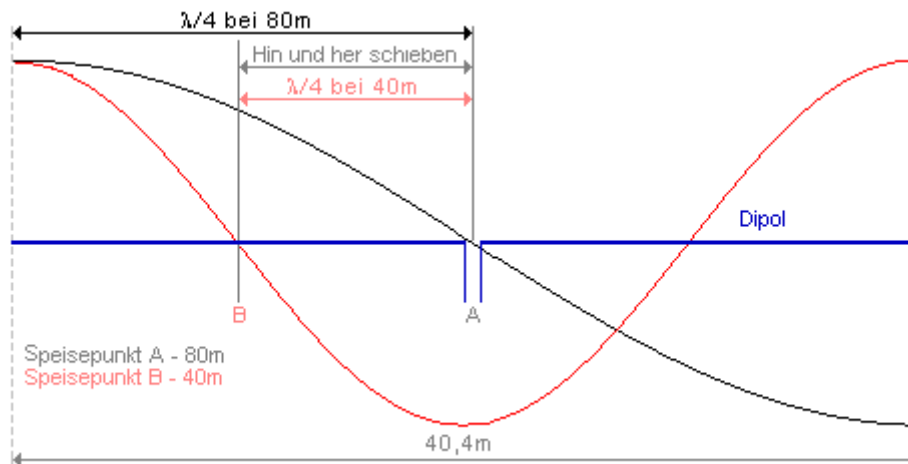
Das ist für jeden Dipolstrahler so. Die Antennenenden müssen mit der hohen Spannung der Kurve übereinstimmen.

Ich wusste ja bereits, dass die Kurve der Spannungswelle $\frac{1}{4}$ eines vollen Zyklus beschreibt, $\frac{1}{4}$ der Wellenlänge auf jeder Hälfte der Antenne. Und der Abstand zwischen den beiden Stellen, an denen die Spannung am höchsten ist, oder mit anderen Worten, von einem Ende der Antenne zur anderen, $\frac{1}{4}$ plus $\frac{1}{4}$, also eine halben Wellenlänge ist. Deshalb sprechen wir auch von einem Halbwellendipol.

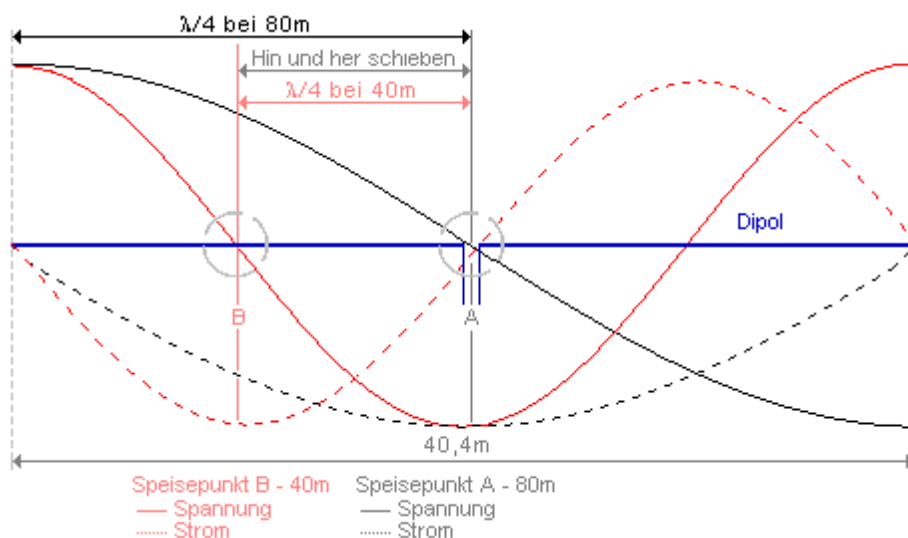
Nun verstand ich auch, warum der Einspeisepunkt in der Mitte ist. Denn genau dort, ist der Spannungsverlauf am niedrigsten, wieder bezogen auf Grund.

Für mich ist eine Antenne wie ein Transformator, der wie hier, die niedrige Impedanz, die das Koaxialkabel bereitstellt, in die Impedanz wandelt, die am Speisepunkt abgestrahlt wird. Niedrig kommt rein, höher geht raus. So viel zum einfachen Dipol.

Ich zeichnete dann eine 7 MHz Spannungskurve über die ursprüngliche Länge für 3,5 MHz, siehe folgende Abbildung.



Da die neue Frequenz ein ganzzahliges Vielfaches der ursprünglichen Frequenz, $3,5 \text{ MHz} \text{ mal } 2 = 7 \text{ MHz}$, ist, gibt es noch eine ganze Zahl von halben Wellenlängen von einem Ende zum anderen, wo Spannungsbäuche an den Enden erscheinen. Das heißt, dass die gleiche Drahtlänge auch bei 7 MHz resonant ist, was bedeutet, sie strahlt ebenfalls bei dieser Frequenz.



Aber ich merkte sofort, dass sich etwas verändert hatte, denn der Punkt, wo das Spannungsminimum die x-Achse kreuzte, war nicht mehr in der Mitte. Es gab nun zwei solcher Punkte, keiner von ihnen irgendwo in der Nähe der Mitte. Damit war die Antenne resonant, die Spannungsbäuche waren an den Dipolenden und mein ursprünglicher Einspeisepunkt war nicht nutzlos!

In Ordnung, dachte ich. Wenn ich die Zuleitung an die Punkte der neuen Spannungsknoten verschiebe, habe ich das perfekte Setup, Spannungsmaximum an den Enden, Spannungsminimum an den Einspeisepunkten. DX'er passt auf, ich komme!

Ich dachte darüber nach, wie weit ich den Speisepunkt verschieben kann. Betrachtet man die Kurve, kannst du sehen, dass es von [A] nach [B] eine Viertel Wellenlänge von der neuen Frequenz ist. Stimmt doch, oder?

Nun verdoppele ich die Frequenz, das bedeutet, wir halbieren die alte Wellenlänge. Was früher eine Viertelwellenlänge der alten Frequenz [80m], von der Mitte zu einem Ende war, ist jetzt das Zweifache oder eine halbe Wellenlänge, bei der neuen Frequenz [40m].

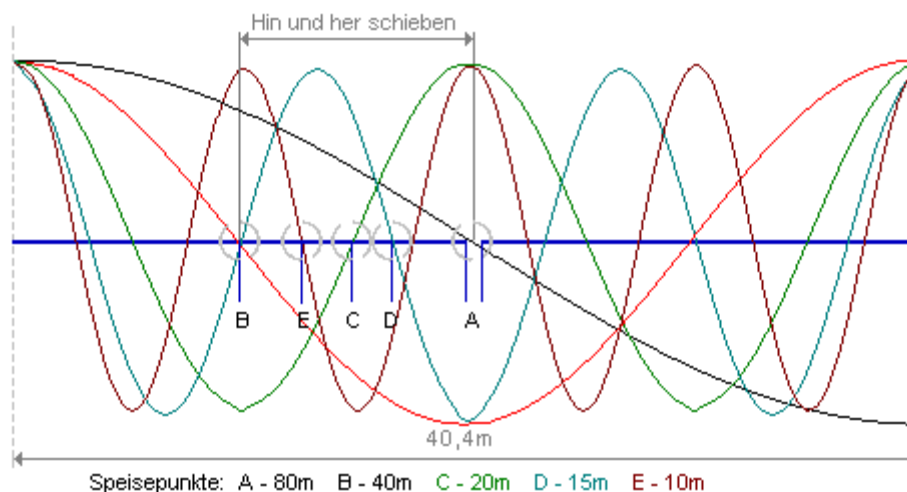
Und wenn du den Einspeisepunkt am neuen Punkt [B] erreichen möchtest, so verschiebe diesen nur zur Hälfte vom Halben, also eine viertel Wellenlänge, auf das neue Minimum bei [B].

Ich erkannte auch, dass ich bereits eine $\lambda/2$ Wellenlänge auf der rechten Antennenseite hatte, so dass die rechte Seite $\lambda/2$ plus $\lambda/4$ Wellenlängen, oder insgesamt aus $3 \lambda/4$ langen Wellenlängen bestand. Mit $3 \lambda/4$ auf der rechten Seite sowie $\lambda/4$ auf der linken erhalte ich 1λ und hatte nun eine Antenne mit voller Wellenlänge und einen kleinen Gewinn gegenüber dem Dipol, gespeist bei einem Viertel der Wellenlänge von einem Ende.

Ich machte weiter und verdoppelte die Frequenz nochmals und es passierte das Gleiche. Die Spannungsbäuche an den Enden blieben, aber ich stellte fest, dass sich der Einspeisepunkt bei jeder neuen Frequenz um ein Viertel der Wellenlänge weiter nach links verschob, wenn ich verdoppelte.

Ich habe es für andere Vielfache von 3, 5, 6, 7 und so weiter versucht. So wie ich erwartete, ergaben sich ganzzahlige Halbwellen und Spannungsbäuche an den Enden. Alles was ich tun musste, war den Einspeisepunkt an den neuen $\lambda/4$ Punkt der Antenne zu bewegen. Und für diese Angelegenheit hatte ich für jedes Band, außer 80 mehrere Einspeisepunkte zur Auswahl. Je höher ich das Band wählte, umso mehr Spannungsknoten fand ich auf dem Draht zum einspeisen!

Jetzt zeichnete ich viele neue Kurven für 80, 40, 20, 15 und 10 Meter, wie die Abbildung zeigt.



Ich setzte Bezugslinien bei jedem Spannungsknoten, um zu zeigen, wo die Einspeisepunkte, abhängig von der Frequenz, auf dem Draht liegen würden. Da es mehrere Einspeisepunkte für die höheren Bänder gab, konnte ich zu jeder Zeit der Frequenzänderung sehen, dass ich nur zum nächsten Einspeisepunkt wechseln musste, um zur nächsten Frequenz zu gelangen, los geht's!

Aber wie weiter? Wie sollte ich eine einfache Antenne mit all diesen Einspeisepunkten aufbauen? Was das betrifft, fragte ich mich, was ist überhaupt einfacher als eine Antenne mit so vielen Einspeisepunkten? Die Antwort ist „nichts“.

Wie kann ich mit nur einem einzigen Einspeisepunkt über die Antenne gleiten, um genau überall da hinzukommen, wo ich es will? Wie könnte ich das wohl machen? Ich schaute aus dem Fenster auf meinem 40 Meter Faltdipol und bekam die Antwort.

Abgesehen von der Tatsache, dass über eine 300Ω Zweidrahtleitung und nicht mit Koax gespeist wird, ist der Faltdipol fast identisch mit dem Standard Dipol.

Er ist resonant bei den gleichen Strahlerlängen auf den gleichen Frequenzen, so dass meine wunderbare „Multiband-Schiebbare-Ein-Speisepunkt-Antenne“, die aber noch erfunden werden muss, ebenso bequem mit einem gefalteten Dipol von 40,4 m umgesetzt werden könnte. Aber was ist mit dem gleitenden Einspeisepunkt?

Was würde mit meinem Faltdipol passieren, wenn ich die Speiseleitung einfach anpacke und versuche diese zu einem der Enden zu verschieben? Mich traf ein Geistesblitz.

Wenn die Endpunkte über Rollen geführt werden, würde sich der Speisepunkt effektiv schieben lassen! Er würde nur entlang der Unterseite der Antenne laufen, um überall positioniert werden zu können. Soweit es die elektrischen Eigenschaften der Antenne betrifft, hat sich außer der Position des Einspeisepunktes absolut nichts geändert!

Und das war's, die „Multiband-Schiebbare-Ein-Speisepunkt-Antenne“ war geboren, auch bekannt als „Wäscheleine-Antenne“! Siehe die folgenden Abbildungen.

Aber Moment mal, dachte ich. Es ist eine Wäscheleine. Es kann unmöglich funktionieren. Das ist zu einfach!



Hey, Pass doch auf! Das letzte paar lange Unterhosen, das du herausgehängt hast verschiebt meinen Speisepunkt!

Mit weiterhin viel Stochern auf dem Papier versuchte ich Mängel zu finden. Immer noch sehr skeptisch, brachte ich eine Miniaturversion für 10 und 20 Meter auf meinem Grundstück zum laufen. Es hat geklappt!

Mit dem Verschieben von über 2,4 m vom Ende auf 10 Meter und etwa 4,8 m vom Ende auf 20 Meter, genau dort, wo es mir die aufgemalten Schnittpunkte zeigten.

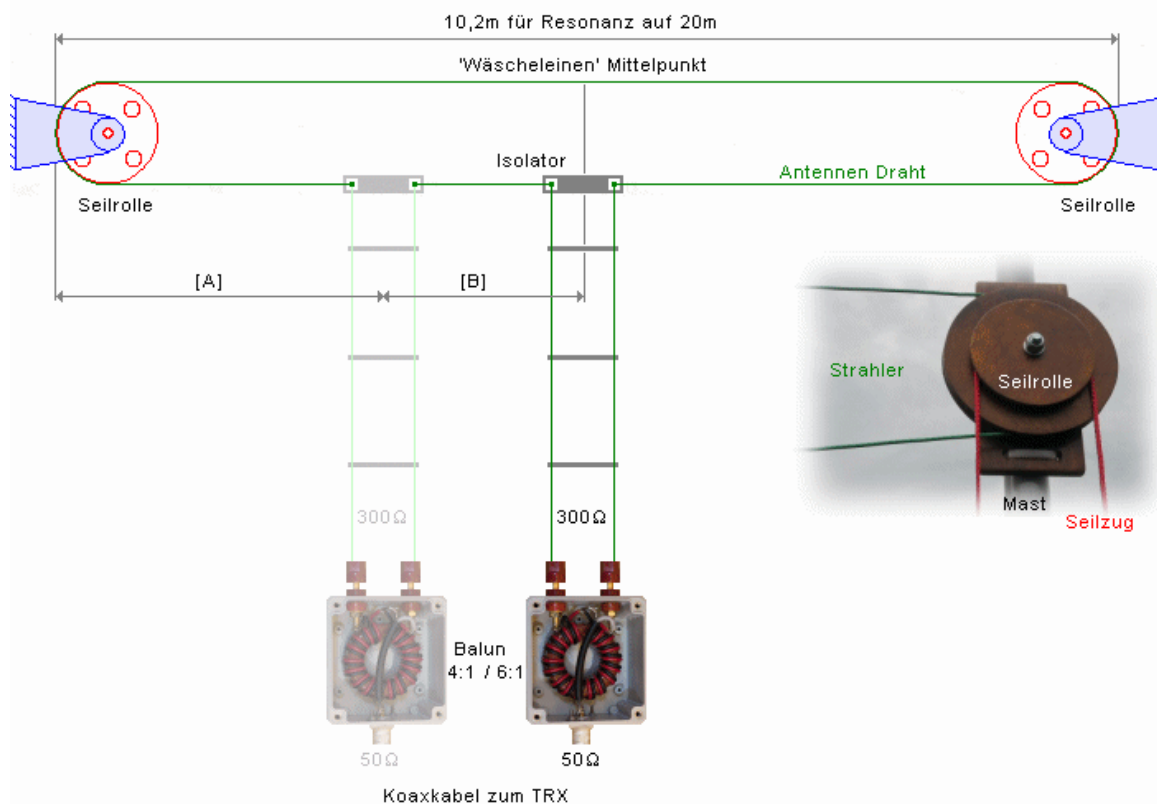
Ich kaufte mir geeigneten Draht, ein Paar Kunststoffrollen, 23 m von der 300Ω Zweidrahtleitung und spannte auf dem Grundstück ca. 20,1 m für 40 Meter bis 10 Meter. Mehr konnte ich mich nicht horizontal ausbreiten.

Innerhalb von ein paar Tagen hatte ich dutzende von DX Verbindungen auf jedem Band im Log. Sehr bemerkenswert war der scheinbare Gewinn auf den höheren Bändern. Ich überraschte andere Stationen und mich mit meiner Signalstärke. In der Regel bekam ich gleiche Rapporte und Lob wie die OM's mit mehr Leistung und größeren Antennen. Mit meinen 100 Watt und „Wäscheleine-Antenne“ erreichte ich die ganze Welt!

Wie wird die Wäscheleine gebaut und wie funktioniert sie

Berechne genug Draht für das Doppelte der niedrigsten Frequenz. Wenn du das für 80 Meter machst, benötigst du $2 \times 40,4$ m plus ein bisschen fürs Abstimmen. Spanne den Draht wie eine Wäscheleine, nimm Nylon- oder Hanfseile, um die Kunststoffrollen an den beiden Fixpunkten zu befestigen. Stelle sicher, dass der Draht in seiner ganzen Länge verwendet wird, so dass die Antenne ihre voller Länge erhält. Benutze eine lange Leiter, wenn du am

entfernten Ende den Draht aufhängst. Führe jeden der Drähte von oben nach unten durch die Rollen, befestige die beiden Enden im Zentrum mit einem Isolator und verbinde beide Mittelenden mit der Zuleitung. Das war's!



Einfach bei [A] oder [B] auf die zu arbeitende Frequenz einstellen. Solange es sich um ein mehrfaches der Grundfrequenz handelt ist deine Antenne abgestimmt. Stelle dein bevorzugtes Band ein, indem du beim Verschieben des Speisepunktes das SWR misst und wenn es gut ist, die Stelle am Draht farblich markierst. Später schiebst den Draht einfach bis zur Markierung und kannst losfunken!

Die Anpassung an die 50 Ω des TRX kann natürlich auch ein symmetrischer Tuner übernehmen.

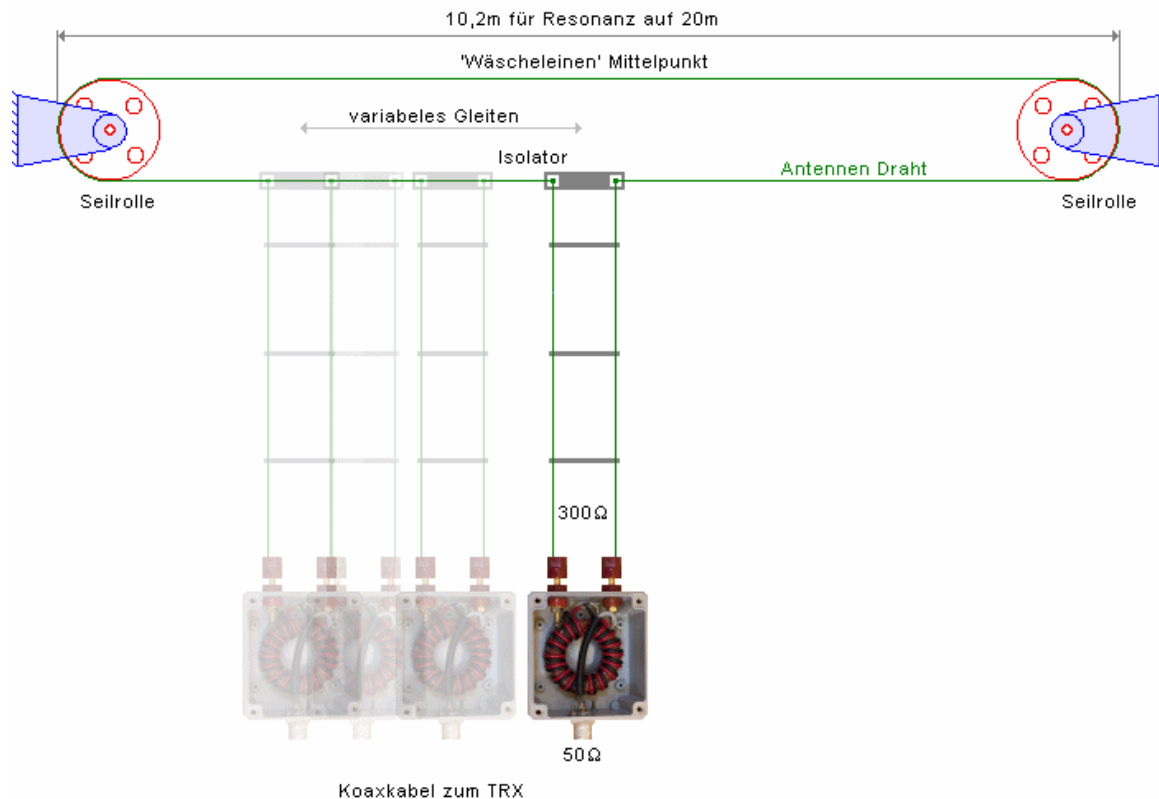
Wenn du eine Version für 80 oder 160 Meter auswählst, benötigst du eine dritte kleine Seilrolle am oberen Draht, die durch ein kurzes Stück Schnur am Mittelisolator befestigt ist. Das hilft, dass der obere und untere Antennendraht halbwegs parallel verlaufen. Verwendest du 40 Meter als niedrigste Frequenz, brauchst du dieses kleine Extra nicht.

Da es eine ganze Reihe von Einspeisepunkten zwischen der Antennenmitte und der Hälfte von beiden Enden gibt, und du die Zuleitung möglichst kurz haben möchtest, kannst du sie so bemessen, dass sie nur in diesem Bereich bewegt wird. Alternativ kannst du auch die Leitung länger machen und den Bereich verlassen, weil es ja verschiedene Speisepunkte bei gleicher Verstärkung für dieselbe Frequenz gibt. Die Verluste einer Zweidrahtleitung sind viel niedriger als von normalem Koaxkabel, beide sind einsetzbar. Sei aber vorsichtig bei der Verlegung der Zweidrahtleitung und halte auf dem Weg ins Shack Abstand zu jedem Metallgegenstand.

Im Shack passt man die Kabelimpedanz mit einem Balun an die Impedanz des Gerätes an. Ich benutze einen 6:1 Balun der die Impedanz auf 50 Ω runter transformiert. Ein 4:1 Balun ist auch OK, aber der 6:1 stellt eine etwas bessere Anpassung her. Beide Baluns kann man kaufen oder selber herstellen, was auch für die 300 Ω Zweidrahtleitung gilt.

Sprechen wir mal über das Shack. Wenn es sich bei dir auf einer oberen Etage befindet, solltest du versuchen ein Ende der Wäscheleine in Fensternähe enden zu lassen. Dadurch kannst du ein Ende schnell erreichen und abstimmen, das heißt am Draht ziehen, zurück zur Station und das SWR überprüfen.

Auch wenn du diesen Luxus nicht hast, kommst du nicht ins Schwitzen. Du kannst deine „Wäscheleine“ kalibrieren, indem du mit deiner Station für jedes Band die Feldstärke misst und so jedes Band vorabstimmst. Zurück im Shack, findest du im niedrigen SWR die Bestätigung. Auf jedem Band, das abgestimmt wurde war ich weit unter 1.5:1. Jeder Einspeisepunkt den ich gefunden habe wurde für jedes Band mit verschiedenfarbigen Markierungen dauerhaft sichtbar gemacht. Wenn du nun das Band ändern willst, gehst du nur noch hinauf und ziehst den Draht bis zur gewünschten Bandmarkierung, das ist Abstimmen! Es dauert nur Sekunden.



Variable Speisepunkteinstellung durch gleitendes Ziehen am Antennendraht.

Ich kann mir vorstellen, dass die Wäscheleine direkt von einem Fenster bis zu einem anderen bequemen Abspannpunkt laufen könnte. Oder vertikal nach oben oder unten an der Gebäudeseite, entlang eines Baumes oder einer Fahnenstange. Hisse eine Fahne wenn du es möchtest. Bist du unterwegs oder in der Vorstadt und es gibt schwierige Nachbarn, die gegen Antennen sind, mach eine abnehmbare Speiseleitung mit Krokodilklemmen und es ist die perfekte getarnte Antenne. Wer vermutet schon eine „Wäscheleinen-Antenne“?

Man könnte sie sogar am Tage nutzen, ... warte einfach, ... bis die Wäsche trocken ist!

Du kannst sie aus Teilen fertigen, die du vielleicht im Garten hast, eine Wäscheleine, Kunststoff Seilrollen, ummantelte Leitung, es funktioniert. Dies macht die „Wäscheleine“ zu einer Amateur Antenne, deren Teile man vollständig, abzüglich der Zuleitung, in einem örtlichen Baumarkt bekommt. In einem perfekt ausgestatteten Baumarkt findest du sogar zweiadrige Leitung.

Ja, ich weiß, dass ich am Anfang sagte, dass es keinen Trick für das Abstimmen einer „echten Wäscheleine“ gibt und ich stehe zu meinem Wort. Dies ist doch eine Antenne, die wie eine Wäscheleine aussieht. Oder?

Ich erwähnte bereits die Abdeckung des 17 und 12 Meter Bandes. Wenn du die ursprüngliche Länge auf 80 nur ein wenig von unten nach oben veränderst, bei 3,615 MHz, ist die fünfte Harmonische genau im 17 Meter Band. Veränderst du die Länge auf 3,55 MHz ist die siebente Harmonische im 12 Meter Band.

In der Tat handelt es sich um eine geringfügige Änderungen, die du sicherlich durchführen kannst, in dem du eine bequeme Mittenfrequenz auf 80 wählst und so einen Speisepunkt auf allen Bändern findest.

Obwohl du keinen Tuner brauchst, entweder innerhalb oder außerhalb des Shacks, kannst du damit natürlich das SWR genau auf null abstimmen. Denke daran, die Speisung mit einer Zweidrahtleitung oder anderen symmetrischen Zuleitungen hält die Verluste sehr gering, so dass ein erhöhtes SWR an den Bandenden kein Problem ist.

Ich denke jetzt noch über eine Art von Antrieb nach, der es mir erlaubt, die Abstimmung aus meinem Shack zu machen. Mein erster Gedanke zu dieser Idee war, ob ich es mit einem Motorantrieb oder dergleichen hinbekommen werde. Ist das dann einfacher als bei einem Beam? Ich denke, die Antwort ist „ja“. Der Antrieb wäre einfacher, denn ich bräuchte keine Rückmeldung. Alles was ich tun müsste, ist das SWR zu beobachten um zu wissen, wenn ich den Resonanzpunkt getroffen habe. Ich muss auch nicht die ganze Dipollänge nach den gewünschten Einspeisepunkten absuchen lassen, es reicht, wenn ich es nur über ein Viertel der Antennenlänge mache. Wie gut, somit erreiche ich mit wenigen Abstimmungen alle Bänder.

Und da es immer besser ist eine Antenne aufstellen zu können, als keine, sollten sich diejenigen, die dort wohnen wo sie keinen Draht oder ein anderes komplexes Antennensystem errichten können, die Frage stellen, ob es sich lohnt über eine „motorisierte Wäscheleine“ nachzudenken.

Ich habe den leisen Verdacht, dass es irgendwo da draußen eine billige Antriebseinheit für „Wäscheleinen“ gibt, über die wir gerade nachgedacht haben!

Quelle: “The Clothesline Antenna”, Robert, VA2ERY, QST July 1998, Page 56-58

Schlussbemerkung:

Anmerkung des Übersetzers:

Die Zustimmung zur Veröffentlichung der frei übersetzten Vorlage von VA2ERY liegt mir vor.

Für die Richtigkeit wird keine Garantie gegeben.

Beim Nachbau viel Erfolg und Spaß bei der Anwendung.

Eine kommerzielle Nutzung dieser Übersetzung untersage ich hiermit ausdrücklich!