

Software Defined Radio

QFH-Antenne Geometrie & Berechnung

1. Aufgabe
2. Idee: Schleifen auf zylindrischem Körper
3. Tatsächliche Anordnung der Schleifen
4. Eine halbe Schleife (z.B. rote Schleife)
5. Abwicklung eines zylindrischen Körpers
6. Die mittlere Länge einer $\frac{1}{2}$ Schleife
7. Die mittlere Länge einer Schleife
8. Muster einer Schleife aus Draht
9. Zylinder mit Schleife (mittlere Schleifenlänge)
10. Zylinder mit Schleife aus Draht
11. Modell einer Schleife
12. Vorgaben für die eigentliche Berechnung
13. Formeln finden
14. Formeln für die „mittlere Schleifenlänge“ (ohne Faktoren)
15. Durchmesser/Höhe – Verhältnis
16. mittlere Wellenlänge, elongation, deviation
17. elongation (Verlängerungsfaktor, Resonanz)
18. Deviation
19. Formeln mit elongation-Faktor

Aufgabe

Die QFH-Antenne geometrisch verstehen.
Den Rechenweg von der Frequenz zu den Antennenmaßen aufzeigen.

Eine QFH-Antenne scheint einen nicht so leicht zu durchschauenden Aufbau zu haben.
Was ist also eine „quadrifilare Helixantenne“?

Englischer Begriff

Quadrifilar Helixantenna

englisch

Quadri...

...filar

Helix...

deutsch

vier-

elementige
(adrige, drahtige)
auch filar => Faden

Wendel ...
(Spirale...)

Sinngemäße deutsche, jedoch ungebrauchliche Übersetzung

4-elementige Wendelantenne

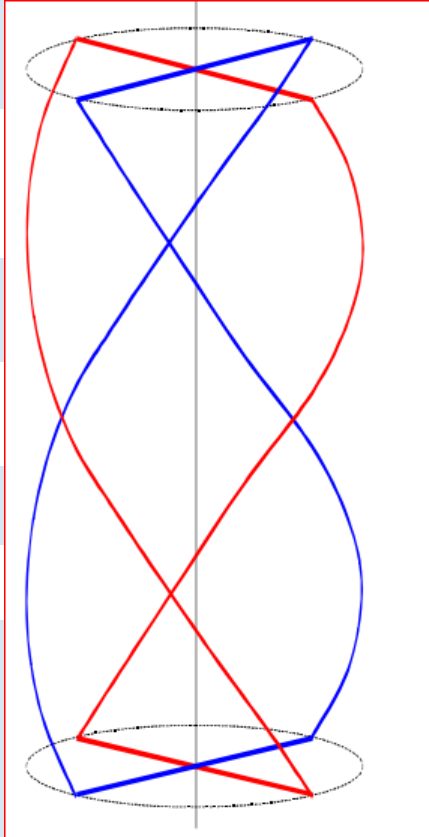
Gebräuchliche Bezeichnung

quadrifilare Helixantenne, kurz QFH-Antenne

Was sagt uns das?

Die Antenne besteht aus 4 Elementen, die wendelförmig angeordnet sind.
Genau genommen bilden aber 2 Elemente eine Schleife (mit den Radien)

Idee: Schleifen auf zylindrischem Körper



Die blaue und rote Schleife bilden zueinander einen rechten Winkel.
Die Schleifen umfassen einen **zylindrischen Körper**.

Die blaue und rote Schleife sind **oben offen**.
Hier ist der Antennenanschluss.

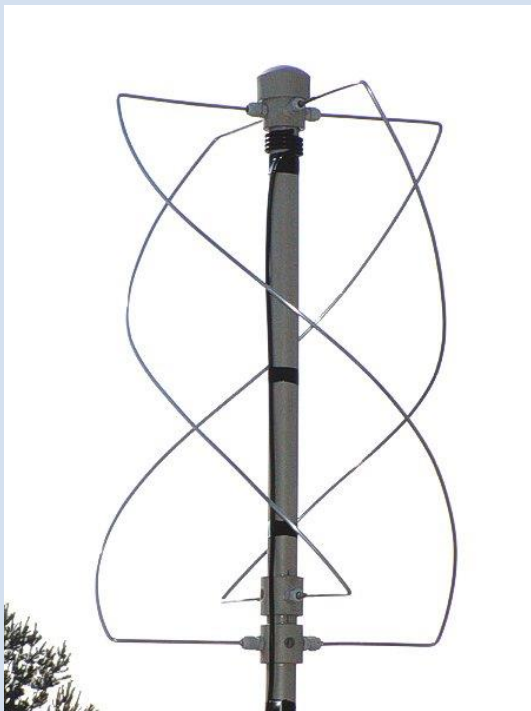
Die blaue und rote Schleife sind unten nicht miteinander verbunden.

In erster Annäherung entspricht die **Länge** der roten und blauen Schleife **einer Wellenlänge**.

Die Hälfte einer Schleife (blau oder rot) ist um 180° verdreht ($\frac{1}{2}$ Zylinder).

Zeichnung:
R.W. Hollander
TECHNOTE 1999 - 1
Resonant Quadrafilar Helical Antenna

Tatsächliche Anordnung der Schleifen



Die zueinander rechtwinklig stehenden Schleifen sind unterschiedlich lang.
Daraus ergibt sich ein innerer und äußerer Zylinder.

Äußere Schleife „Larger Loop“ genannt.
Innere Schleife „Smaller Loop“ genannt.

Begriff „mittlere Schleifenlänge“:

Die äußere und innere Schleifenlänge werden bestimmt aus der mittleren Schleifenlänge.

Äußere Schleifenlänge „Larger Loop“ > mittlere Schleifenlänge
Innere Schleifenlänge „Smaller Loop“ < mittlere Schleifenlänge

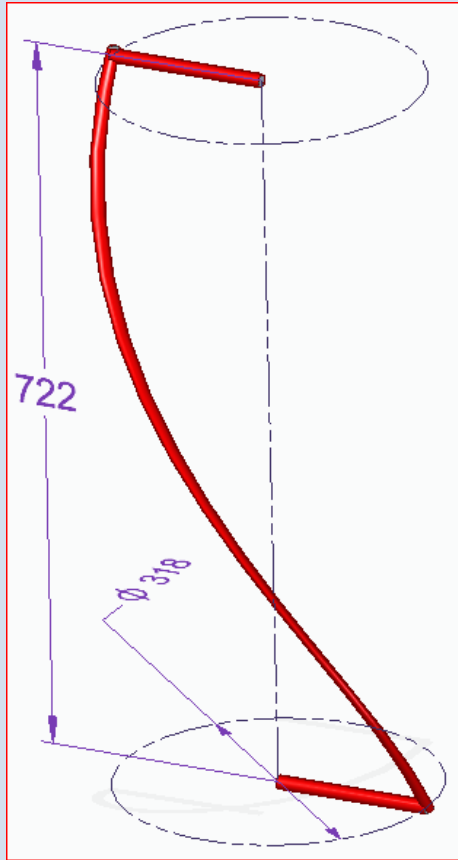
Foto:

David OLIVARES - F4BPP

Making a Quadri Filar Helix antenna

<http://f4bpp.raidghost.com/articles.php?lng=en&pg=116&tconfig=0>

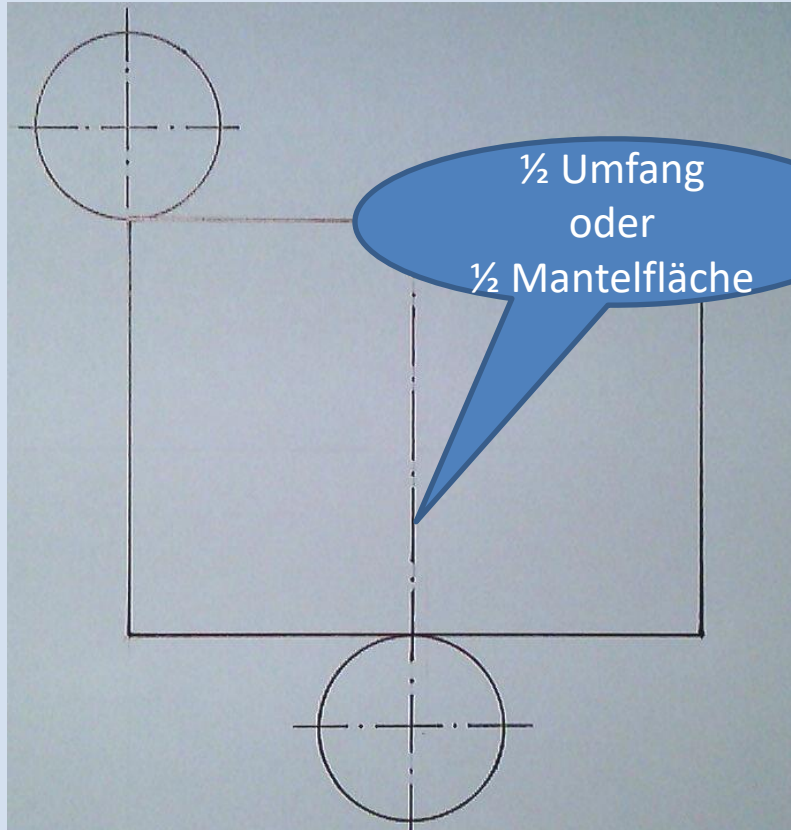
Eine halbe Schleife (z.B. rote Schleife)



Die Hälfte einer Schleife ist um 180° verdreht ($\frac{1}{2}$ Zylinder).

Die halben Schleifen haben eine identische Länge und Form!
Sie sind unten verbunden und oben offen.

Abwicklung eines zylindrischen Körpers



Konstruktionswerte:

Vorgabe:

Duchmesser $D = 40 \text{ mm}$, ($r = 20 \text{ mm}$)

Verhältnis $D/H = 0,44$

Berechnet:

Höhe $H \sim 91 \text{ mm}$

Berechnet:

Umfang

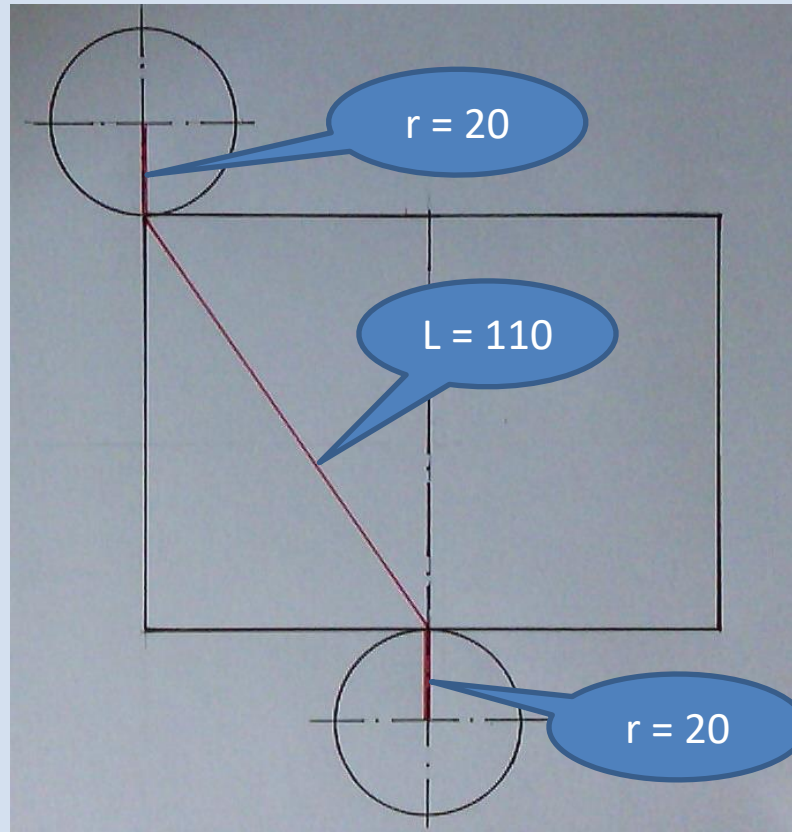
$$U = D * \pi$$

$$U \sim 126 \text{ mm}$$

Die Abwicklung besteht aus einer Mantelfläche und zwei Grundflächen

Abwicklung zeichnerisch halbieren, um einen halben Zylinder darzustellen

Die mittlere Länge einer ½ Schleife



Konstruktion

der mittleren Länge einer ½ Schleife

In der ½ der Mantelfläche eine Diagonale einzeichnen

Länge der ersten Spiralkomponente der Schleife messen:

$$L = 110 \text{ mm}$$

Radius des Zylinders:

$$r = 20 \text{ mm (Vorgabe)}$$

Länge der halben Schleife:

$$L_{\text{halbe Schleife}} = L + 2 * r$$

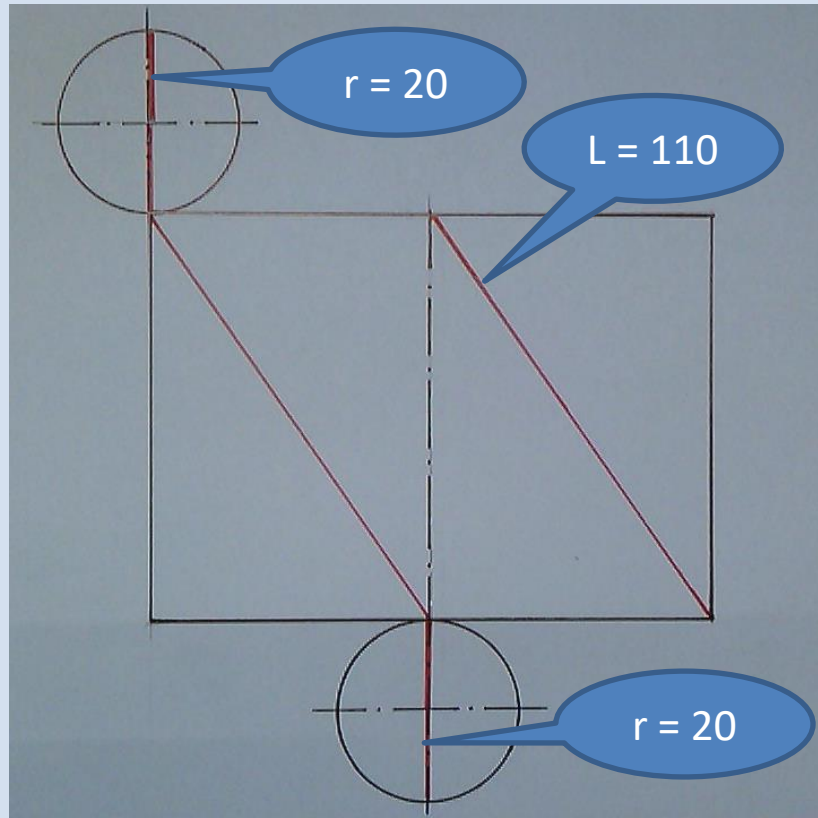
$$L_{\text{halbe Schleife}} = 110 \text{ mm} + 2 * 20 \text{ mm}$$

$$L_{\text{halbe Schleife}} = 150 \text{ mm}$$

Die mittlere Länge einer ½ Schleife

entspricht „etwa“ der halben Wellenlänge $\lambda/2$

Die mittlere Länge einer Schleife



Konstruktion

der mittleren Länge einer Schleife

Eine weitere Diagonale einzeichnen

Länge der zweiten Spiralkomponente der Schleife

$L = 110$ mm

Länge der halben Schleife:

$L_{\text{halbe Schleife}} = 150$ mm

Mittlere Länge einer Schleife:

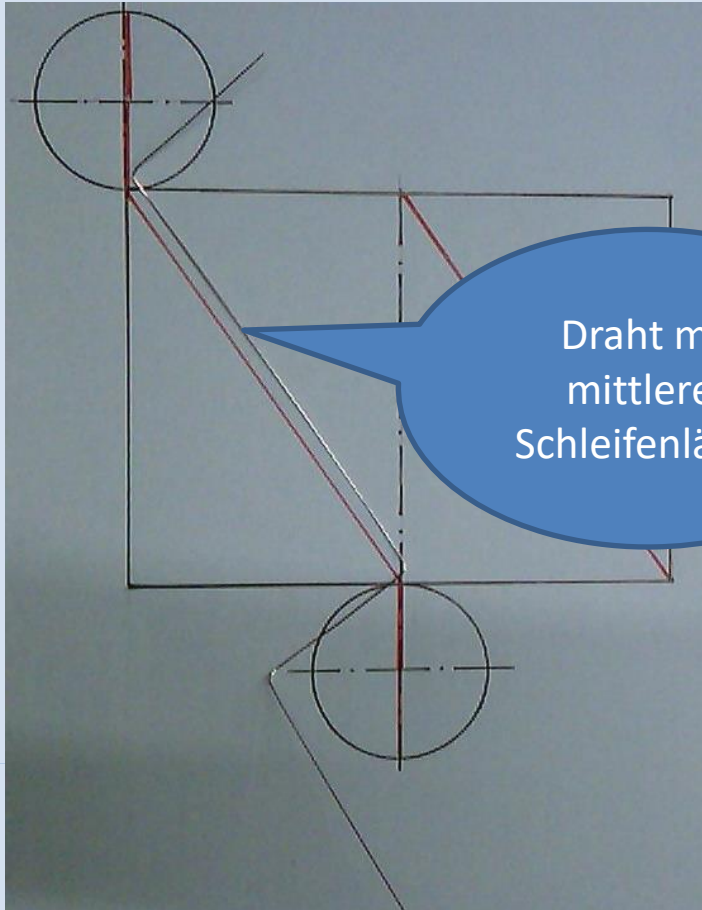
Mittlere Länge Schleife = $2 * L_{\text{halbe Schleife}}$

Mittlere Länge Schleife = $2 * 150$ mm

Mittlere Länge Schleife = 300 mm

Die „mittlere Schleifenlänge“ entspricht ca. λ

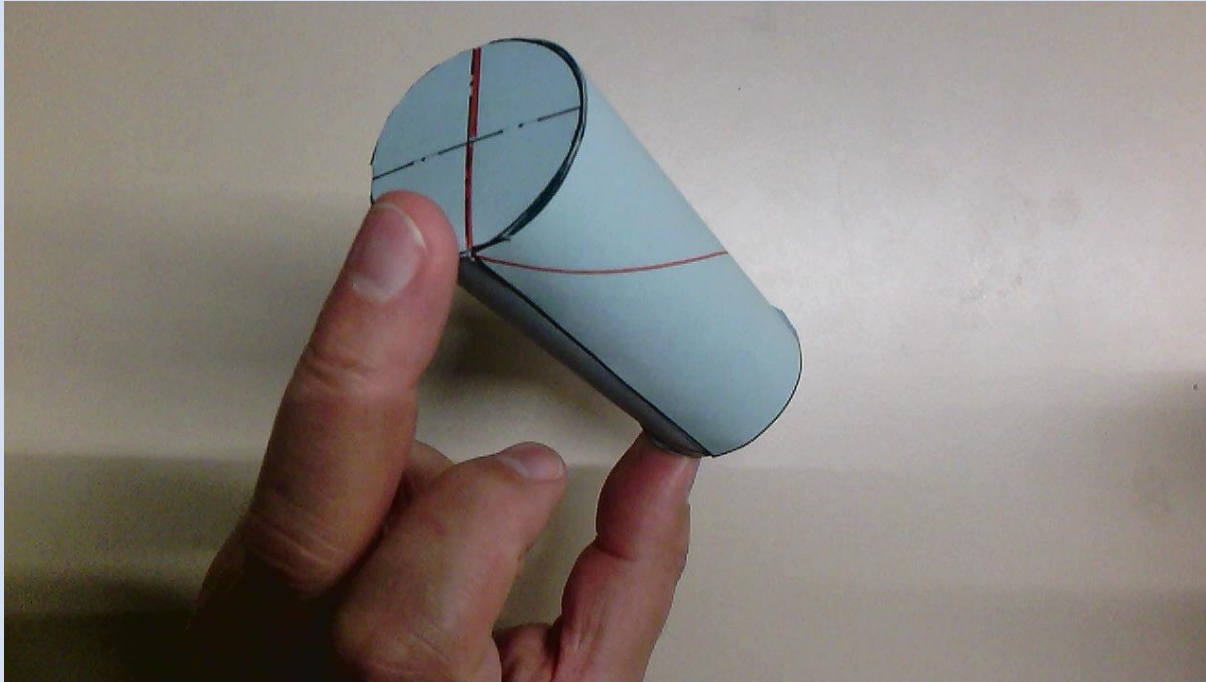
Muster einer Schleife aus Draht mit „mittlerer Schleifenlänge“ herstellen



Draht mit
mittlerer
Schleifenlänge

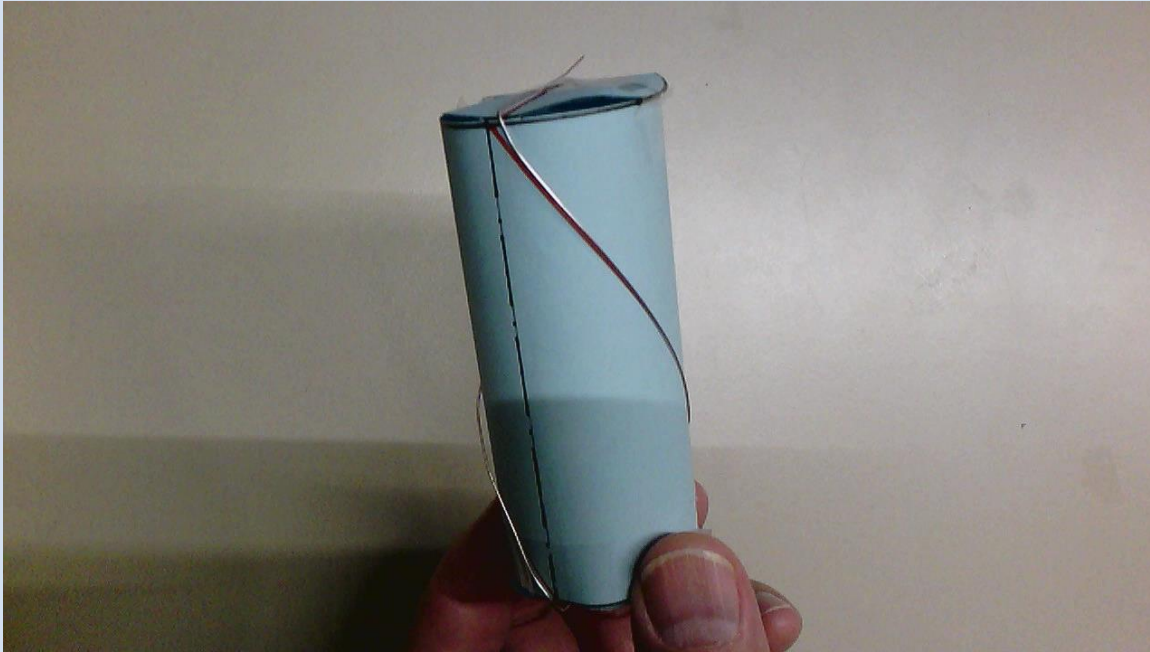
Aus der Abwicklung und der eingezeichneten Schleife lässt sich das Muster der Schleife aus Draht biegen.

Zylinder mit Schleife (mittlere Schleifenlänge)



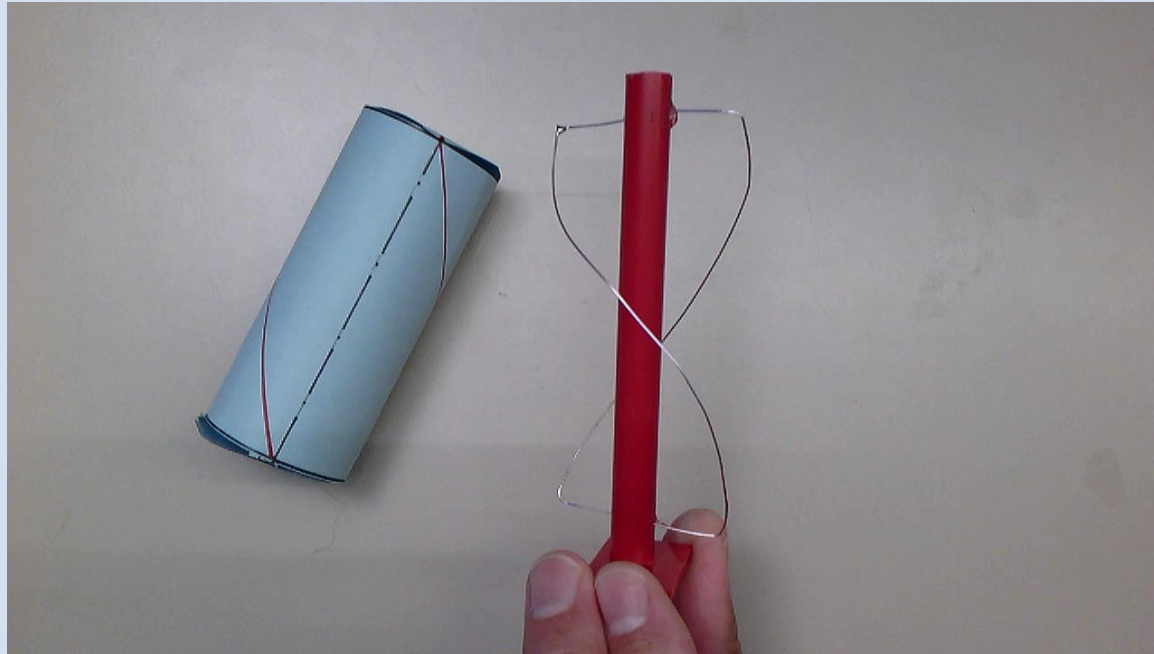
Aus der Abwicklung und der eingezeichneten Schleife lässt sich das Muster der QFH-Antenne erstellen

Zylinder mit Schleife aus Draht



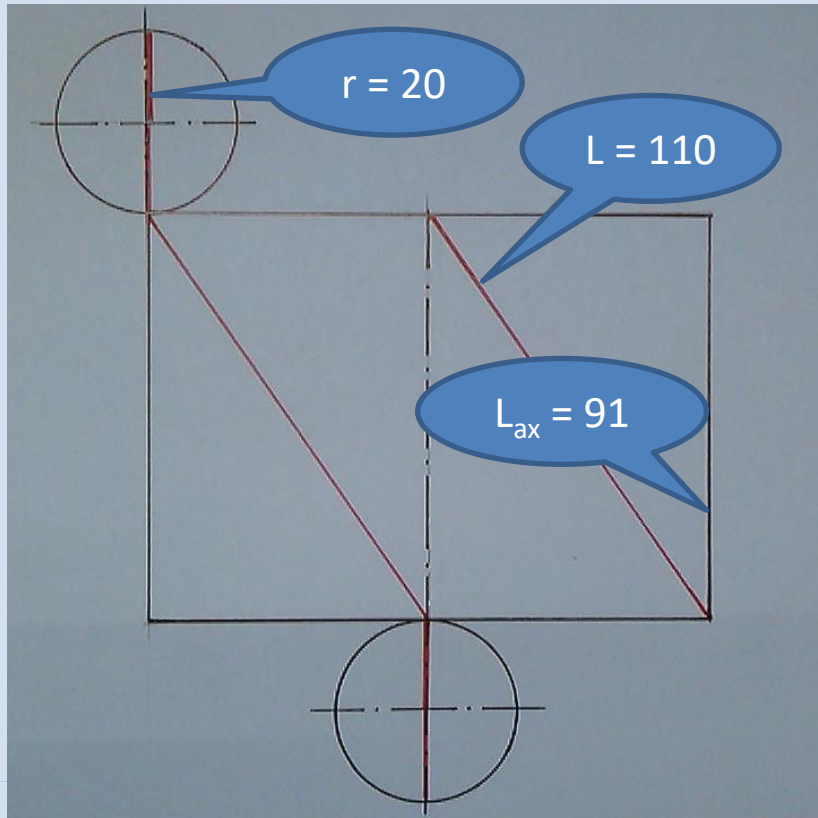
Die vorher gefertigte Draht-Schleife umfasst den Zylinder

Modell einer Schleife



Die vorher gefertigte Draht-Schleife
zusammengebaut

Vorgaben für die eigentliche Berechnung



Vorgaben für die Berechnung

Bekannt:

Frequenz $f = 137,5$ MHz

Verhältnis $R = D/H = 0,44$ (R von engl. ratio)

($H = L_{ax}$)

Gesucht sind die Formeln zur Berechnung von:

Länge der Zylinderachse L_{ax} :

$L_{ax} = \dots$

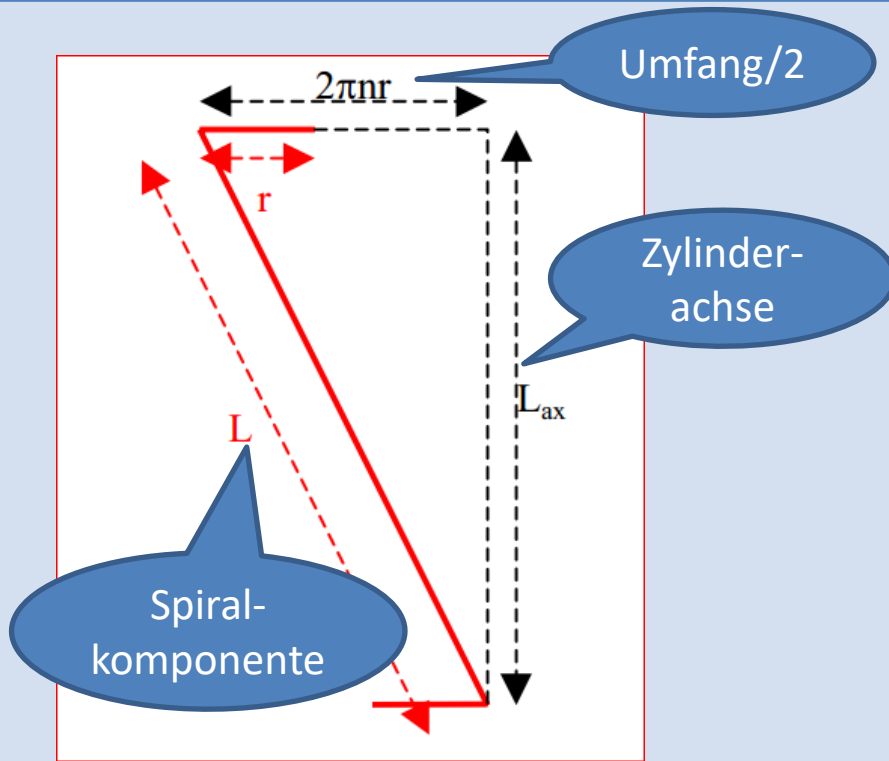
Länge der Spiralkomponente der Schleife L :

$L = \dots$

Radius des Zylinders r :

$r = \dots$

Formeln finden



Idee:

Der $\frac{1}{2}$ Umfang, die Zylinderachse und die Spiralkomponente bilden ein rechtwinkliges Dreieck

Bekannt: Wellenlänge λ
Verhältnis R
Anzahl der Windungen n

Gesucht:

Länge der Zylinderachse L_{ax}
Länge der Spiralkomponente der Schleife L
Radius des Zylinders r

Ansätze:

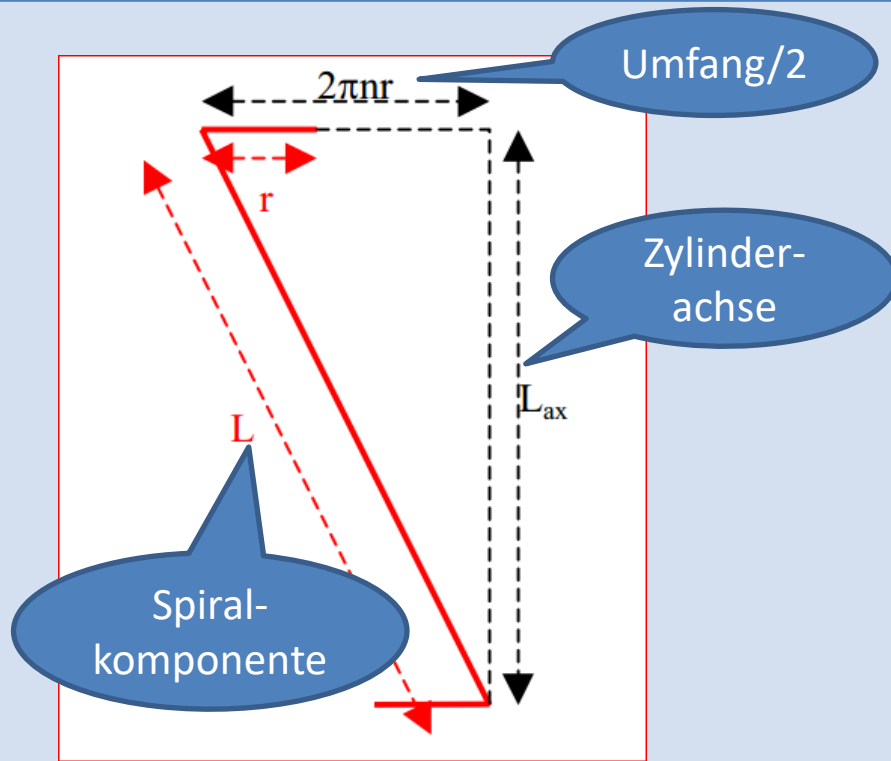
$$L + 2 * r = \frac{\lambda}{2}$$

$$L^2 = L_{ax}^2 + (2 * \pi * n * r)^2$$

$$n = \frac{1}{2} \text{ (halbe Schleife)}$$

$$R = \frac{2 * r}{L_{ax}}$$

Formeln für die „mittlere Schleifenlänge“ (ohne Faktoren)



Bekannt: Wellenlänge λ
Verhältnis $R = D/H$
Anzahl der Windungen $n = \frac{1}{2}$

Formeln:

Länge der Zylinderachse L_{ax}

$$L_{ax} = \frac{\lambda}{2 * (\sqrt{(n * \pi * R)^2 + 1} + R)}$$

Radius des Zylinders r

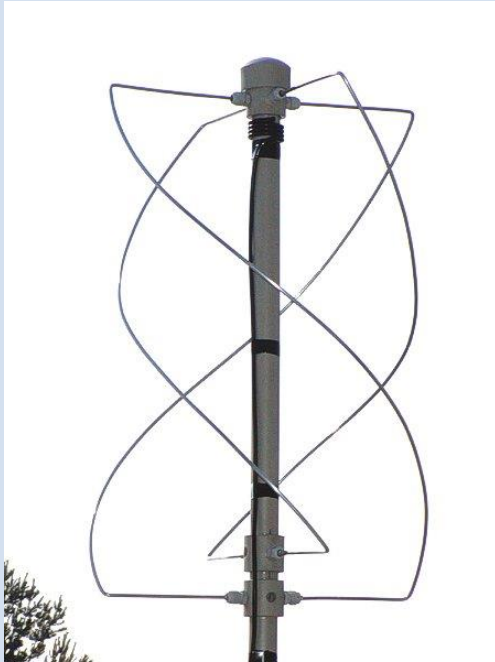
$$r = \frac{R * L_{ax}}{2}$$

Länge der Spiralkomponente der Schleife L

$$L = \frac{\lambda}{2} - R * L_{ax}$$

R.W. Hollander
TECHNOTE 1999 - 1
Resonant Quadrafilar Helical Antenna

Berechnung der Antenne Durchmesser/Höhe - Verhältnis



Die zueinander rechtwinklig stehenden Schleifen sind unterschiedlich lang. Daraus ergibt sich ein innerer und äußerer Zylinder.

Der Durchmesser und die Höhe (D/H) eines Zylinders stehen in bestimmten Verhältnissen.

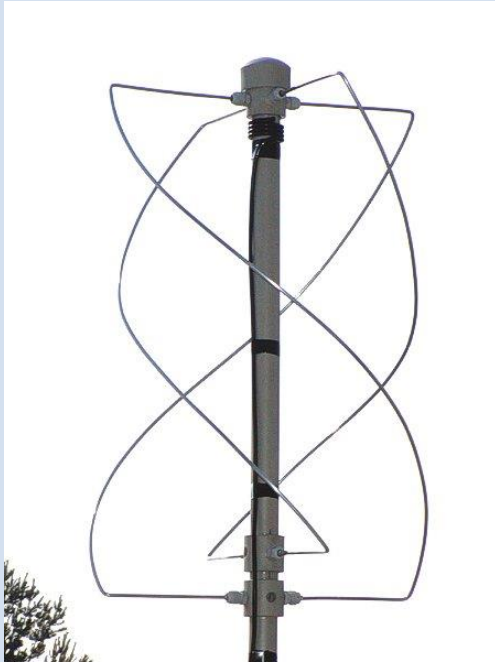
Das D/H -Verhältnis beeinflusst die Empfangscharakteristik, die beim Durchlauf des Satelliten von Horizont zu Horizont optimal sein soll.

Vorgeschlagen werden die Werte 0,44 und 0,66.

Gewählt $R = 0,44$

Berechnung der Antenne

mittlere Wellenlänge, elongation, deviation



Elongation:

Die konstruktive Länge (mittlere Wellenlänge) der Schleifen ergibt sich aus der Wellenlänge und einem Verlängerungsfaktor der, experimentell ermittelt, die Resonanzfähigkeit herstellt.

Deviation:

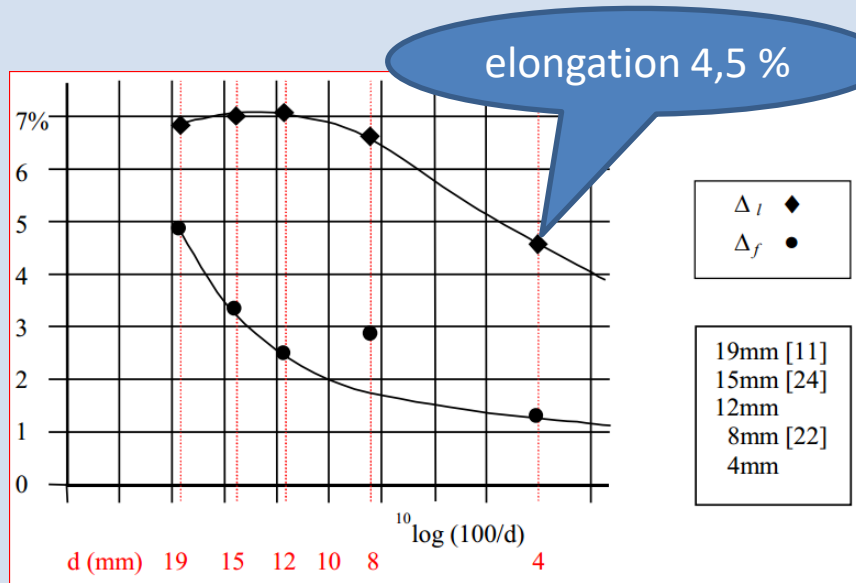
Ausgehend von der mittleren Wellenlänge, werden die Länge der inneren und äußeren Schleife mit Hilfe des Deviation-Faktors errechnet.

David OLIVARES - F4BPP

Making a Quadri Filar Helix antenna

<http://f4bpp.raidghost.com/articles.php?lng=en&pg=116&tconfig=0>

Berechnung der Antenne elongation (Verlängerungsfaktor, Resonanz)



Nach R.W.Hollander:
elongation-Faktor ca. 1,045 (für 4 mm Durchmesser)

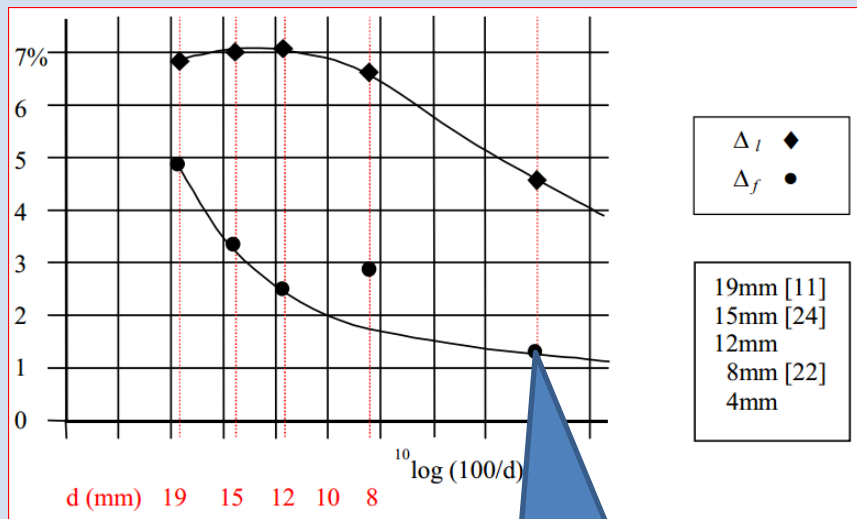
Nach Coppens:
elongation-Faktor = 1,064 (für 3 mm Durchmesser)

Gewählt elongation-Faktor = 1,064 (nach Coppens)

John Coppens ON6JC/LW3HAZ
<http://jcoppens.com/ant/qfh/calc.en.php>

Diagramm
R.W. Hollander
TECHNOTE 1999 - 1
Resonant Quadrafilar Helical Antenna

Berechnung der Antenne Deviation



deviation 1,3 %

Nach R.W.Hollander:

deviation um die mittlere Wellenlänge 1,3 % bei 4 mm

Nach Coppens:

deviation um die mittlere Wellenlänge 2,5 %.

deviation-Faktor äußere Schleife = 1,026 ? (larger loop)

deviation-Faktor innere Schleife = 0,975 (smaller loop)
(für 4 mm)

Gewählt deviation-Faktor = 2,5 % (nach Coppens)

John Coppens ON6JC/LW3HAZ

<http://jcoppens.com/ant/qfh/calc.en.php>

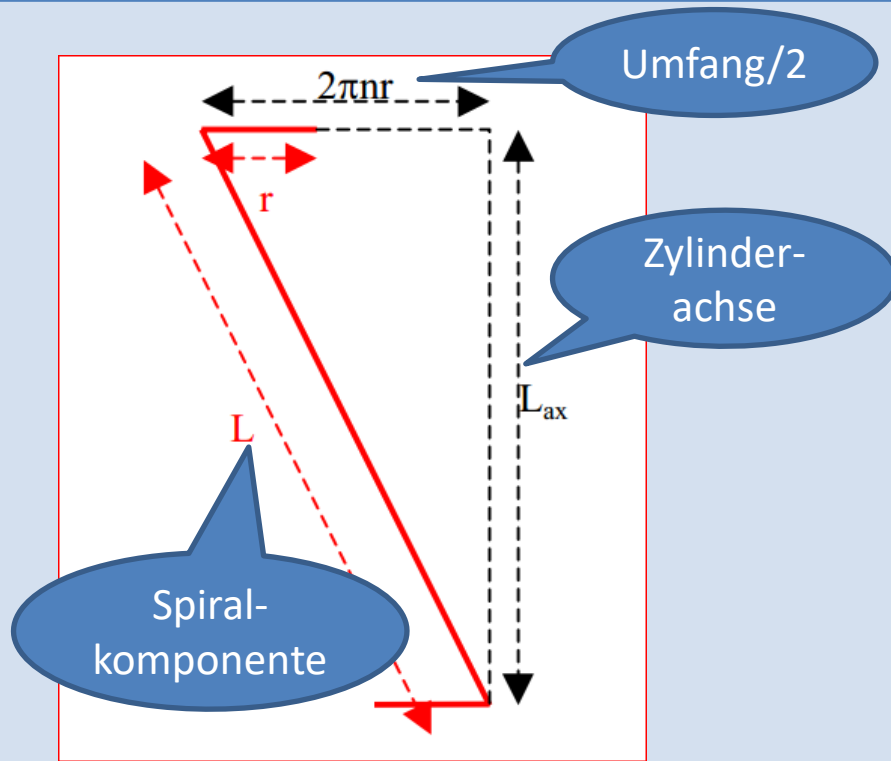
Diagramm

R.W. Hollander

TECHNOTE 1999 - 1

Resonant Quadrafilar Helical Antenna

Formeln mit elongation-Faktor (mittlere Schleifenlänge)



Bekannt: Wellenlänge λ
Verhältnis $R = D/H$
Anzahl der Windungen $n = \frac{1}{2}$
Elongation-Faktor f_l

Formeln:

Länge der Zylinderachse L_{ax}

$$L_{ax} = \frac{f_l * \lambda}{2 * (\sqrt{(n * \pi * R)^2 + 1} + R)}$$

Radius des Zylinders r

$$r = \frac{R * L_{ax}}{2}$$

Länge der Spiralkomponente der Schleife L

$$L = f_l * \frac{\lambda}{2} - R * L_{ax}$$

R.W. Hollander

TECHNOTE 1999 - 1

Resonant Quadrafilar Helical Antenna