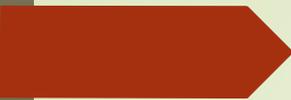




Drahtantennen für 160m / 80m / 40m und die Antennenlizenzen dafür

Vortrag zum aktuellen Fachaufsatz in der CQDL 11/2022 und 01/2023

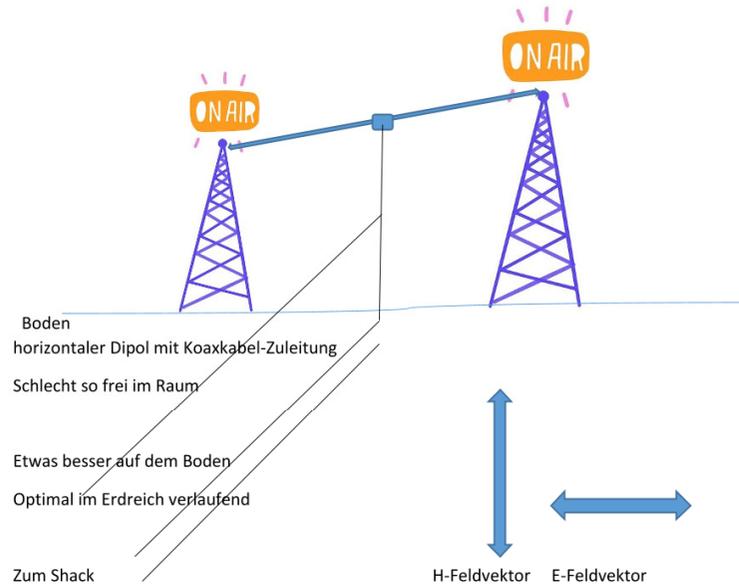
Autor: DK3SS Arno



Einige Grundlagen zu Drahtantennen

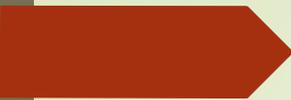
- Dipol oder Langdraht frei im Raum spannen, wenn machbar $\geq 0,2 \lambda$ hoch über Boden, auch nicht „ums Eck“ spannen
- Möglichst keine Hindernisse im Nahbereich, besonders keine „leitfähigen“
- Alternativ als Inverted-V aufbauen mit hohem Mast am Einspeisepunkt, so bringt man eine lange Antenne eher auf dem meist zu kleinen QTH unter
- Lieber keine Traps, keine W3DZZ oder ähnliche Gebilde, sie haben Verluste und verstimmen sich mit der Zeit, Traps sind Wohnraum für Ungeziefer
- Echte Antennenlitze mit Stahleinlage verwenden wegen den hohen Zugkräften, kein normaler Kupferschalt draht der immer länger wird
- Der HF-Strom fließt nur außen auf der Litze, dringt nur $< 40 \mu$ ein (Skin-Effekt, je höher die Frequenz je geringer die Eindringtiefe)

Zusätzlich die Mantelwellen vermeiden!



Da der H-Feldvektor senkrecht auf der Koaxleitung steht, ergeben sich Mantelwellen, besonders stark wenn das Kabel frei durch die Luft gespannt wird, etwas weniger Mantelwellenstrom wenn das Kabel auf dem Boden liegt, optimal geringe Mantelströme gibt es nur wenn das Kabel im Boden verlegt (in Kabelschutzrohr/Kunststoff) wird.

Das senkrecht vom Balun herabhängende Stück des Kabels ist hingegen frei von dort induzierten Mantelströmen.



Irrtümer und Fehler um die besagten Mantelwellen

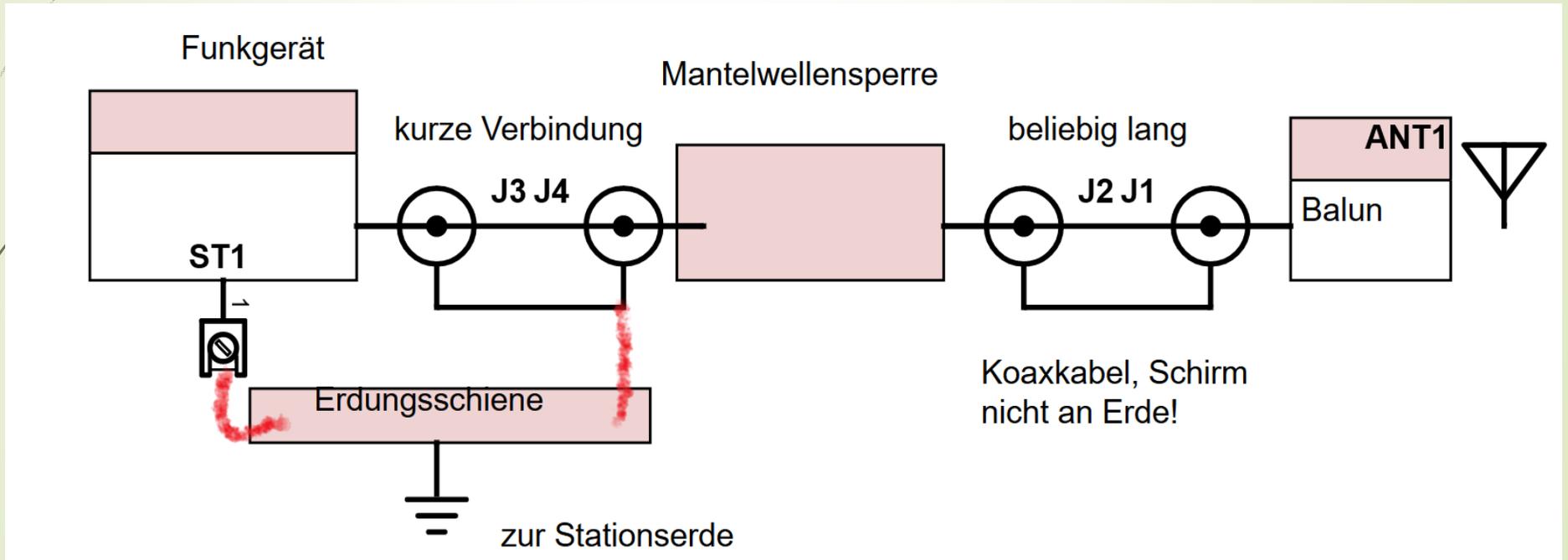
- **Der beste Balun verhindert keine Mantelwellen !**
- Die Abstrahlung der Antenne kann auf dem Koaxkabel Mantelwellen induzieren, wenn es ungünstig verläuft
- Ein Mantelwellenfilter oder Mantelwellensperre muss stets direkt bzw. nah am Sender montiert werden
- Bei Missachtung zeigt das Wattmeter falsche Leistung an, man glaubt die HF gelangt in den Mikrofoneingang, man hört üble Geräusche, der Sender ist HF-mäßig „heiß“ usw.

Mein Mantelwellenfilter sieht so aus, mit RG316 (Teflonkabel) auf 2 Kernen



Minimum-Dämpfung
>20dB auf höchster
Nutzfrequenz

Schaltschema zum richtigen Einbau einer Mantelwellensperre



Zugkräfte beim Spannen der Antenne

lange Drahtantennen, deren Durchhang und Zugkräfte

Zugkraft F_z

Kraft F

Last = Gewichte von Litze+Balun+Koaxkabel

Kraft aus Last [kg]

5

49,05 Newton

$F_z = F/2 * \cot(\beta)$

Winkel β [grad]

Durchhang D

Durchhang D

Durchhang D

Drahtlänge $L =$

40

20

80

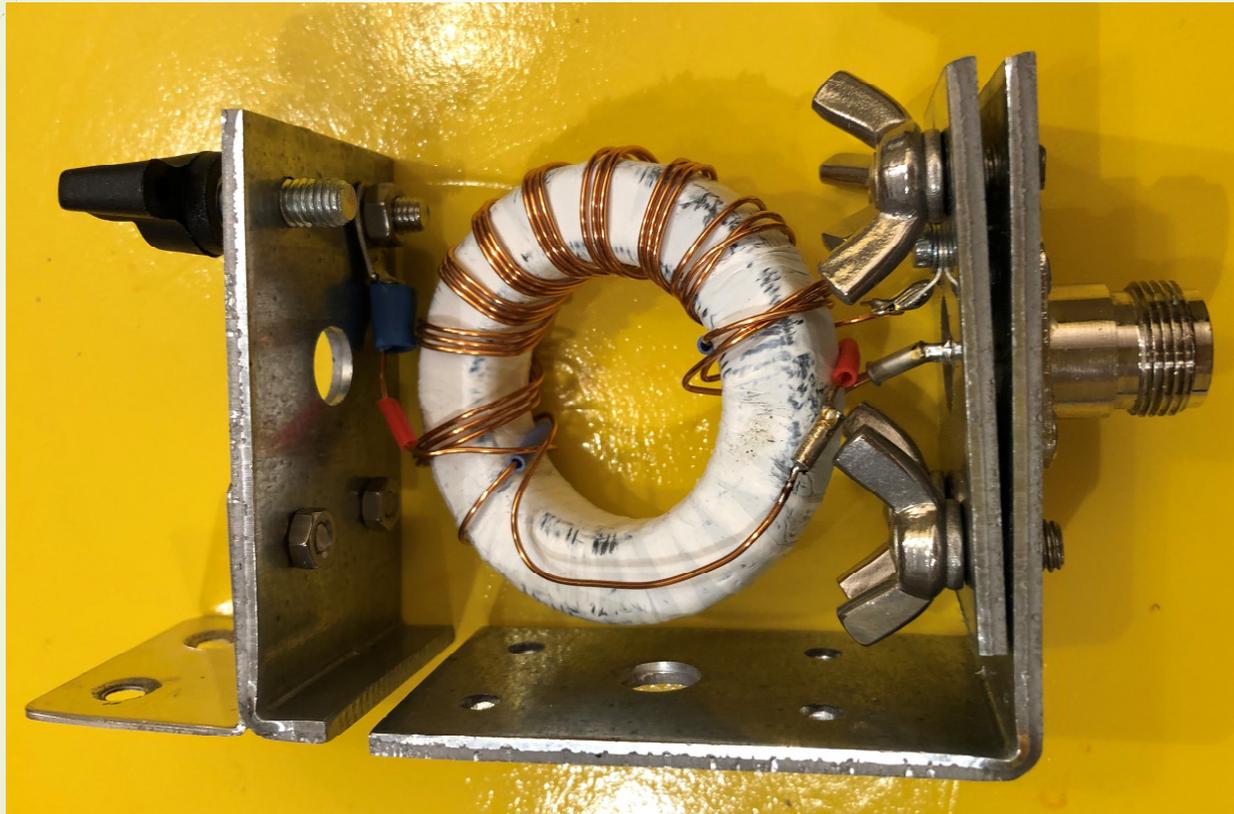
Zugkräfte an beiden Enden

139,1	Newton	10	3,53	1,76	7,05
154,8	Newton	9	3,17	1,58	6,34
174,5	Newton	8	2,81	1,41	5,62
199,7	Newton	7	2,46	1,23	4,91
233,3	Newton	6	2,10	1,05	4,20
280,3	Newton	5	1,75	0,87	3,50
350,7	Newton	4	1,40	0,70	2,80
468,0	Newton	3	1,05	0,52	2,10
702,3	Newton	2	0,70	0,35	1,40
1405,0	Newton	1	0,35	0,17	0,70

Alternative: eine endgespeiste / hochohmige Drahtantenne

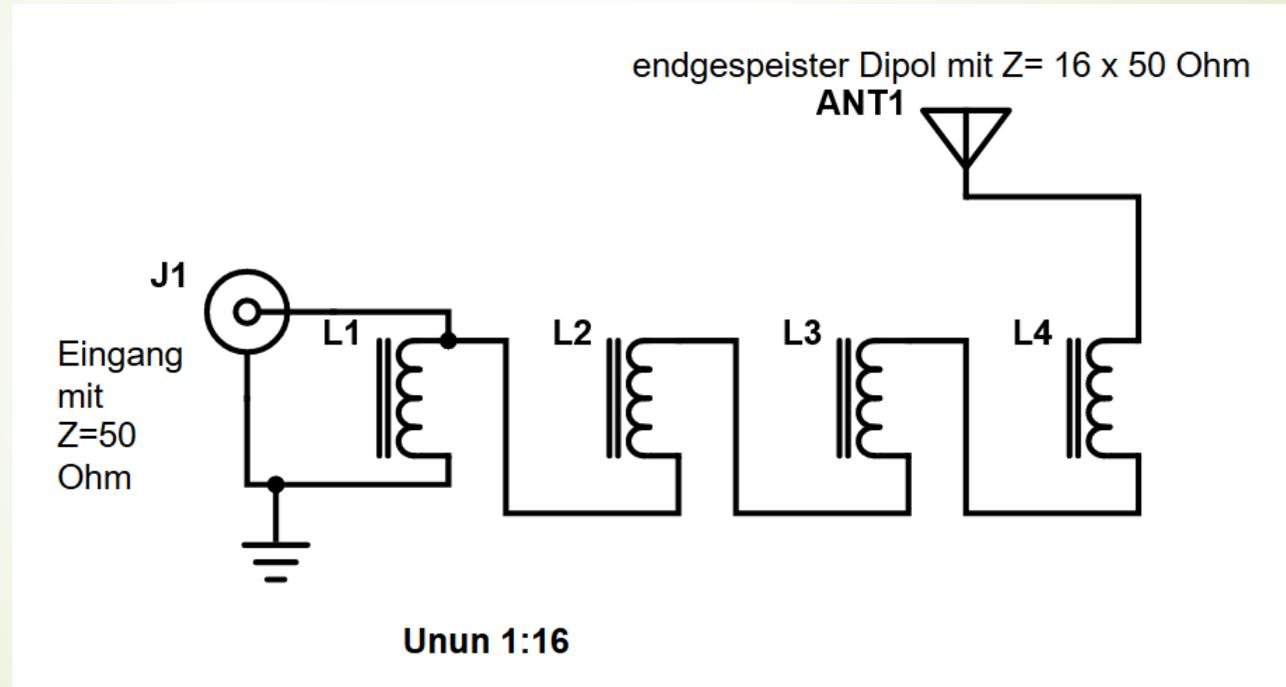
- **Vorteile:** Einspeisung im/am Haus möglich, kurzes Koaxkabel, eventuell Betrieb auch ohne Mantelwellensperre möglich, viel weniger Durchhang, geringere Zugkräfte, weniger auffällig da bloß ein umhüllter Draht mit 3mm, der aus der Distanz kaum sichtbar ist
- **Nachteil:** Impedanz-Transformator (Unun) 1:9 oder 1:16 oder höher nötig, wohl kaum käuflich, aber kann man selbst bauen
- **Gilt immer:** Die statische Aufladung **muss bei allen Antennen** zur Masse abgeleitet werden
- ACHTUNG 
- **Mein Wunsch mal eine gute Antenne für 160m zu bauen**, war die Initialzündung für das Messprojekt an marktgängigen Antennenlitzen
- **Fragen:** Welche Antennenlitze ist denn wie gut geeignet ?? Ist teuer auch = gut ?
- Zur Klärung dieser Fragen erfolgten Kontaktaufnahmen mit WIMO, DX-Wire und hofi der das Fritzel-Produktspektrum übernommen hatte

So sieht zum Beisp. ein 1:9 Unun aus



Wird auf eine
Keramikfliese
montiert
Links der Ant.-
Anschluss
Unten eine
Funkenstrecke

Unun 1:16 mit 4er (quadrifilar) Wicklung



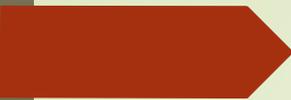
Bei P=100Watt, Spannung / Impedanz

Tabelle der effektiven Spannung U an der Impedanz Z

Leistung P [W]	100	U(eff) [V]	bei Z =	Ohm	Unun
U = Quadratwurzel(P * Z)		70,7		50	
		141,4		200	1zu4
		212,1		450	1zu9
		282,8		800	1zu16
		424,3		1800	1zu36
		565,7		3200	1zu64

Spitzenspannung = U * 1,414 beachten



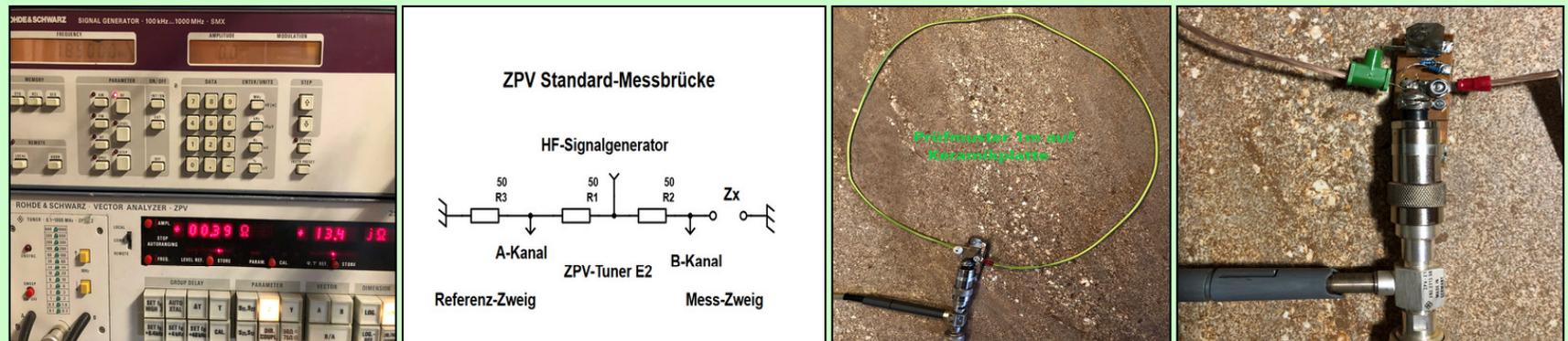


Genug jetzt mit den Grundlagen, wir merken uns:

- Strom muss **in der Antenne** fließen
- Strom strahlt
- Widerstand verheizt Leistung
- Widerstand limitiert den Strom

Messung an Musterstücken von genau 1m Länge auf 1,85MHz 3,65MHz 7,1MHz

Die ZPV-Messanordnung mit dem Adapter zur Messung der Größe Z_x :



Die Messobjekte werden auf einer großen Fliese aus Feinsteinzeug kreisförmig ausgebreitet, die Fliese selbst liegt auf einem Pappkarton um keine Beeinflussung des Prüflings durch nahegelegene Metallteile/unerwünschte Kopplungen zu haben. Die HF-Widerstandswerte, jeweils auf 1,85MHz liegen sie meist um ca. 0,3Ohm/m, hingegen auf 7,1MHz beim 3- bis 4-fachen davon, einige zeigen auch deutlich über 2 Ohm/m an.

Nachdem nun die Widerstandsverhältnisse zahlreicher Antennenlitzen im Frequenzbereich bis 7,1MHz bekannt sind, stellt sich die Frage, inwieweit eine niederohmige Litze besonders gut "funk", oder eine höherohmige merklich weniger Feldstärke erzeugt. "Strom strahlt" und "Widerstand limitiert Strom" Das kann doch nur durch praktische Versuche herausgefunden werden, ähnlich den Untersuchungen [4] die OM Hans-Peter / HB9BXE seinerzeit durchgeführt hatte. [4] <http://hb9bx.ch/Antenna/Feld-Versuch%20und%20Auswertung%202009.pdf>

Meine Messergebnisse als Tabelle

Messergebnisse pro Meter an verschiedenen Antennenlitzen

(Irrtümer vorbehalten, @DK3SS im Feb.2022)

Beschreibung	Gewicht g/m	Z(50Hz) milliOhm	Z(1,85) Ohm	Z(3,65) Ohm	Z(7,1) Ohm	μH/m#
Schalllitze 1,5mm ²	19	12,25	0,31	0,79	1,01	1,204
Schalllitze 2,5mm ²	31,5	6,33	0,27	0,71	1,01	1,150
Edelstahlseil 3mm	37,5	180	0,62	1,19	2,16	1,168
Antennenlitze 3mm	24,5	5,87	0,41	0,89	1,26	1,132
WIMO HFW2-Mk	25,2	22,3	0,29	0,74	1,01	1,146
WIMO #40051.05	7,3	38,7	0,41	0,89	1,41	1,329
WIMO #40051.15SW	18,3	11,98	0,31	0,78	1,01	1,217
WIMO #40054	15,3	13,77	0,32	0,81	1,01	1,233
WIMO #40051.25	30	6,58	0,28	0,73	0,96	1,154
WIMO #40051.15	16,3	13,2	0,30	0,87	0,96	1,219
DX-Wire HDL	21,5	27,04	0,22	0,60	0,91	1,146
DX-Wire FS2	22	98,77	0,28	0,7	0,86	1,179
DX-Wire FL	11,25	171,77	0,33	0,76	1,21	1,240
DX-Wire premium	13,25	30,15	0,31	0,78	0,96	1,222
DX-Wire UL	4,15	61,3	0,40	0,88	1,35	1,307
DX-Wire Micro	4,15	70,42	0,52	0,99	1,56	1,356
Hofi RS 0101-185	24,5	42,27	1,43	2,19	2,81	1,134
Hofi RS 0101-181	19,5	12,12	0,46	0,99	1,66	1,193

Litze mit Tragelement Edelstahlseil/Stahl verzinkt

Litze mit Tragelement Aramidfaser

Tabelle aus Teil 2 CQDL 01/2023

Bild 5

Messergebnisse pro Meter an verschiedenen Antennenlitzen

(Irrtümer vorbehalten, @DK3SS im Sept..2022)

Litze aus Bronze /Stahl verzinkt sehr alte Stahllitze exotische Litze StaCu-Litze

Ergänzungen: Messung weiterer Antennenlitzen:

Beschreibung	Gewicht g/m	Z(50Hz) milliOhm	Z(1,85) Ohm	Z(3,65) Ohm	Z(7,1) Ohm	μH/m
Feldkabel_2adrig Beschichtet, Verdrillt schwarz	16	28,1	0,53	1,09	1,36	1,107
Leichtes Feldkabel StaCu verkupfert transparent	8	24,93	0,47	0,88	1,56	1,217
Weidezaundraht	5,7	100	0,65	1,30	2,26	1,217
Felddraht, 2adrig 2,12mm Durchm. Verdrillt, schwarz	14,5	31,35	0,54	1,19	1,76	1,181
Selber Felddraht Einzelader	7	66,75	0,82	1,64	2,36	1,381
Bronze-Litze 3mm	31,0	3,98	0,38	0,82	0,96	1,096
Alte Fritzel-Litze Von Doppeldipol	19	39,39	1,43	2,59	3,56	
Alte Fritzel-Litze Von W3DZZ	26	124,6	1,63	2,59	3,66	

Mein persönlicher Favorit: HDL/DX-Wire

Antennen-Wirkungsgrad für Drahtantennen				28.07.2022	
Sendeleistung	100 Watt		Litze	DX-Wire Typ HDL	
			Bemerkung:	Edelstahlkern + Kupfer	
Länge [m]	80 Ohm/Meter	0,29	Band [m]	160,00	
Impedanz	50 Ohm				
Strom	1,41421356 Ampere_max		Mittelwert	0,90 Ampere	
P(Verlust)	18,8052117 Watt		Wirkungsgrad	81,19 %	
Länge [m]	80 Ohm/Meter	0,71	Band [m]	80,00	
Impedanz	50 Ohm				
Strom	1 Ampere_max		Mittelwert	0,64 Ampere	
P(Verlust)	23,0201729 Watt		Wirkungsgrad	76,98 %	
Länge [m]	80 Ohm/Meter	1,05	Band [m]	40,00	
Impedanz	50 Ohm		Ω/m	μH/m	
			omega-L	51,10	1,145
Strom	0,70710678 Ampere_max		Mittelwert	0,45 Ampere	
P(Verlust)	17,0219589 Watt		Wirkungsgrad	82,98 %	
		Eingabefeld			
		Ergebnisfeld	DK3SS		
<p>Erklärungen: Berechnungsgrundlage ist die Annahme von einem Strombauch bei 160m, zwei Strombäuchen bei 80m und vier Strombäuchen bei 40m. Der Strombauch wird als sinusförmig verlaufend angenommen, zur einfachen Rechnung wird daraus ein auf ganzer Länge konstanter Ersatzstrom ermittelt, (bestimmtes Integral von 0 bis Pi) der hier als Mittelwert bezeichnet ist. Die eingespeiste Leistung wird zu gleichen Teilen auf die Strombäuche aufgeteilt. Damit kann die am Verlustwiderstand verheizte Energie und der Wirkungsgrad ermittelt werden. (Irrtum vorbehalten)</p>					
			DK3SS 03/2022		
			aktualisiert	31.07.2022	

Die Überraschung: ein Weidezaundraht

Eine denkbare Nutzung von modernem Weidezaundraht zum Bau von Drahtantennen. Es ist eigentlich eine Litze aus verseilten Kunststoff- und Metall-Fäden. Das ist extrem preiswert, für wenige cent/m zu haben. Das will auch



noch näher untersucht werden.

Sie ist extrem leicht, UV-beständig (5 Jahre), sie hat je 3 Drähte aus Edelstahl und Kupfer verseilt und hat mit einem Z(50Hz) von 100 milliOhm/m einen guten Wert. Ob sie sich auch als Antenne eignet? Ein 80m-lambda-halbe-Dipol damit würde keine 5 Euro kosten (ohne käuflichen Balun, selber machen, siehe weiter unten!). Das gefundene und recht positive Ergebnis überrascht.

Antennen-Wirkungsgrad für Drahtantennen				01.05.2022	
Sendeleistung	100	Watt	Litze	Weidezaundraht	2
			Bemerkung:	Edelstahl & Kupfer	
Länge [m]	80	Ohm/Meter	0,66	Band [m]	160

Die HF-Messungen und ihre Bewertung:

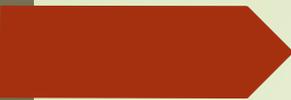
(Ausdruck: klick auf >>)



Jedes Bild großformatig ansehen:
Klick auf das Bild mit rechter Maustaste
Grafik in separatem Fenster anzeigen auswählen

Mal reinschauen auf die Seite des Händlers (VOSS farming): www.weidezaun.info

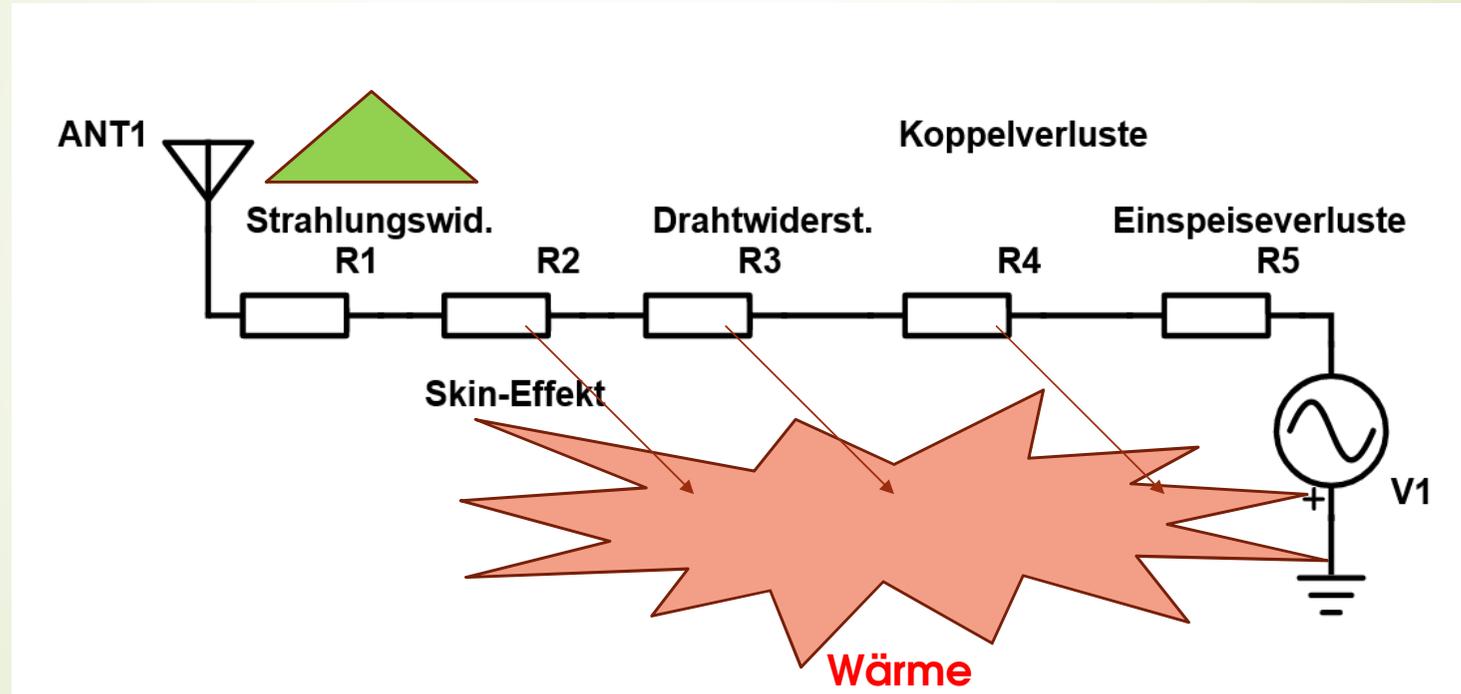
Wer auf Reisen möglichst wenig Gewicht mitnehmen will, kann sich mit dem Weidezaundraht eine "federleichte Dipolantenne für 80m" bauen und diese notfalls auch am Urlaubs-QTH belassen. Ein einfacher 1:1-Balun mit Zwillingslitze auf geeignetem Ringkern wie abgebildet (nur die eine Hälfte) genügt vollkommen!

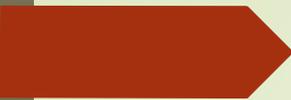


Gealterte Antennenlitzen, meist aus Stahldraht sollten ersetzt werden !

- Der PVC-Mantel ist durch UV-Bestrahlung brüchig geworden
- Saurer Regen lässt den Stahl korrodieren, ferner oxydieren, der Zinkschutz besteht kaum noch. Der Widerstand nimmt mit dem Alter ständig zu
- **Die VSWR-Anzeige gaukelt einem eine schöne, breitbandige Anpassung vor, nichts weist unmittelbar darauf hin dass die Antenne schlecht ist, nur sie funkt halt nicht mehr gut. Der OM muss öfters CQ rufen und steht im Pileup weiter hinten an. Manche OMs kaufen dann eine PA und heizen dem alten Draht so richtig ein**
- Eine neue Antennenlitze wäre **besser und umweltfreundlich** dazu
- Messungen an langzeit gebrauchten Litzen aus den 80er und 90er-Jahren erbrachten deutlich schlechtere Ergebnisse

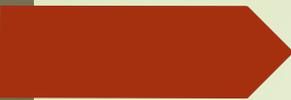
Viele „böse“ und nur ein „guter“ Widerstand befinden sich in der Drahtantenne





Welchen der Widerstände kann man leichter beeinflussen/klein halten ?

- R5: durch gutes Koaxkabel, keine große Länge, guter low loss Balun der nicht in die Sättigung getrieben wird, oder hochohmig endgespeist
- R4: frei aufhängen, weg von Balkongeländern, Blechdachrinnen oder Solar-Modulen (PV), Bausubstanz usw.
- R3: eine gute Antennenlitze verwenden und nicht auf den Gleichstromwiderstand hereinfallen -> siehe Tabelle
- R2: Litze mit dem kleinsten Skin-Effekt-Widerstand -> siehe Tabelle
- R1: den besten Strahlungswiderstand schenkt uns die Physik wenn R2 bis R4 optimiert sind



Danke für Eure Aufmerksamkeit !

Noch Fragen ?

- <https://www.dk3ss.de> und den passenden Link wählen, z.B. Link 15
- <https://dk3ss.darc.de>