

# Beeinflussungen der Anpassungsverhältnisse bei Installation von mehreren gleichartigen Antennen

Es ist wenig bekannt, dass sich ähnlich geartete Antennenaufbauten gegenseitig beeinflussen können. Dazu möchte ich verschiedene eigene Aufbauenerfahrungen, Beeinträchtigungen und die Messergebnisse darüber in diesem Vortrag zeigen.

Viele Funkfreunde haben nicht den Platz für eine Wellenlänge von 80 Meter oder gar 160 Meter zum Aufbau eines hoch angebrachten, gestreckten Dipols. Da werden dann häufig gekürzte Dipole verwendet oder mehrfach umgelegte Drahtverläufe gewählt. Es handelt sich um einfache Antennen, also z.B. Sperrkreisantennen oder Paralleldrahtgespeiste jedoch oft zu kurze Dipole für den angestrebten Wellenbereich. Diese Antennenkonstruktionen werden dann meistens über einen symmetrischen oder unsymmetrischen Tuner an den 50Ω Sender Ausgang angepasst.

Wer die Möglichkeit hat einen kurzen Dipol für Wellenlängen <80(160) Meter unterzubringen, der hat womöglich den Wunsch zusätzlich einen abstimmbaren, über ein Anpassungsnetzwerk betriebenen, Langdraht aufzuhängen. Dieser sollte dann möglichst noch für verschiedene Zwecke dienen z.B. für den Empfang für (17,2kHz um SAQ zu hören), u.a. auch zum Senden für 2200Meter, 630 Meter, 160Meter oder einfach nur für den Lang-, Mittel – und Kurzwellenfernempfang.

Da natürlich der Drahtdipol bevorzugt für die klassischen Kurzwellenbänder möglichst beeinträchtigungslos angebracht werden sollte, bleibt z.B. für zusätzliche Antennen in der Regel nur der „Rest“ des Aufbauortes über.

Dann stehen nur „untergeordnete Aufhängepunkte“ zur Verfügung, um z.B. eine weitere Drahtantenne aufzuhängen. Eine unmittelbare Parallelführung der Antennendrähte ist absolut tabu. Eine mindestens 45°Grad Winkelführung, besser 90°Grad sollte angestrebt werden, dazu gehören auch die Speiseleitungen. Selbst wenn diese Installation eingehalten wird, werden wir in den Messbildern noch negativ beeinträchtigte Anpassungsverhältnisse sehen, obwohl die Sendeantenne auf ihrer Resonanzfrequenz optimal abgestimmt war. Diese Beeinträchtigungen durch weitere Drähte und bei einigen anderen Konstellationen z.B. durch Abschluss, Kurzschluss oder irgendwelchen weiteren Ausbau der „Luftdrähte“ gehen in den Resonanzverlauf der abgestimmten Dipolantenne oder eines Sperrkreisdipol erheblich ein.

Ich möchte die ganze Problematik der gegenseitigen Beeinflussungen von Drahtantennen und Vertikalantennen an meinem Antennenstandort an einigen Beispielen im 80 Meterband in einer Messdokumentation vorstellen und erklären. Bei anderen Funkfreunden dürfte die Antennenumgebung wohl ähnlich ausfallen.

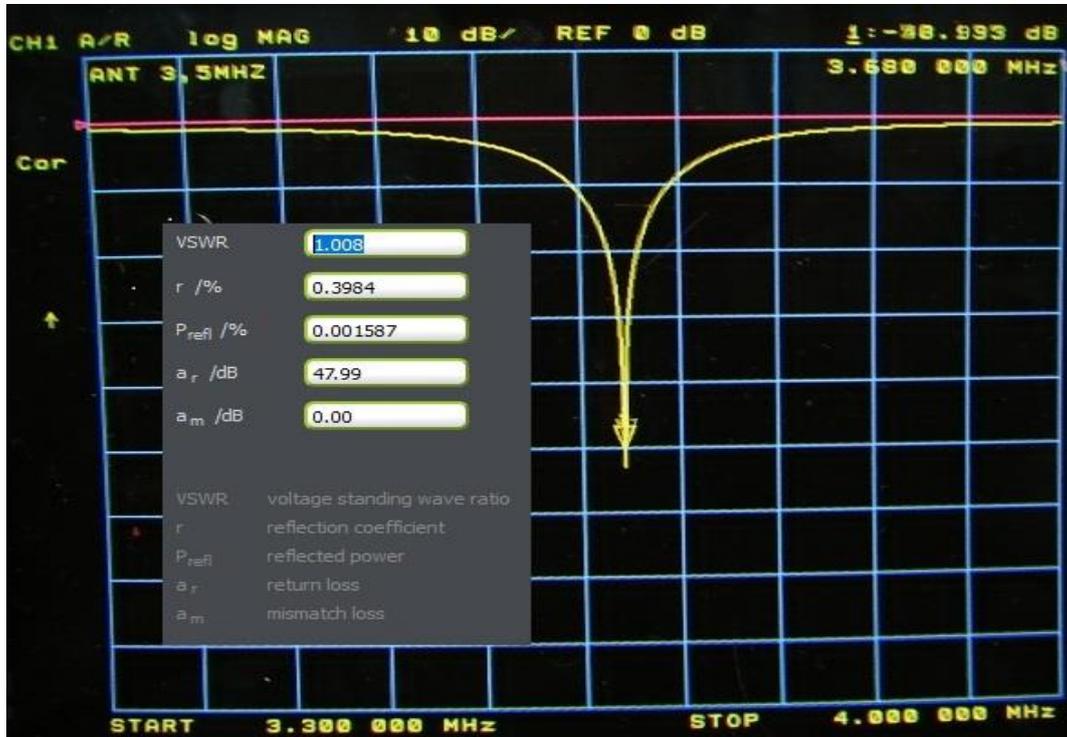
Im **Bild 1** ist ein Paralleldraht gespeister Dipol mit zweimal 15 Meter mit einem optimalen Resonanzkurvenverlauf bei Abstimmung auf 3,68MHz zu sehen. Das **Bild 1** zeigt ein Optimum der Abstimmung meines Dipols ohne jegliche Beeinflussungen und ohne künstliche, baubedingte umgebenden Dämpfungen.

Um ein solches Ergebnis zu erhalten war bei der Installation und Inbetriebnahme weiterer Antennen einiges zu berücksichtigen. Beim Verfasser sieht das so aus, dass zu dem oben genannten Dipol zweimal 15 Meter gestreckte Aufhängung mit einer 11Meter langen Zweidrahtspeisung noch ein Langdraht mit etwa 57Meter Länge hinzugekommen ist, um die oben genannten Wellen abzudecken. Dieser „Langdraht“ ist U förmig auf meinem Grundstück um den Dipol „herumverlegt“.

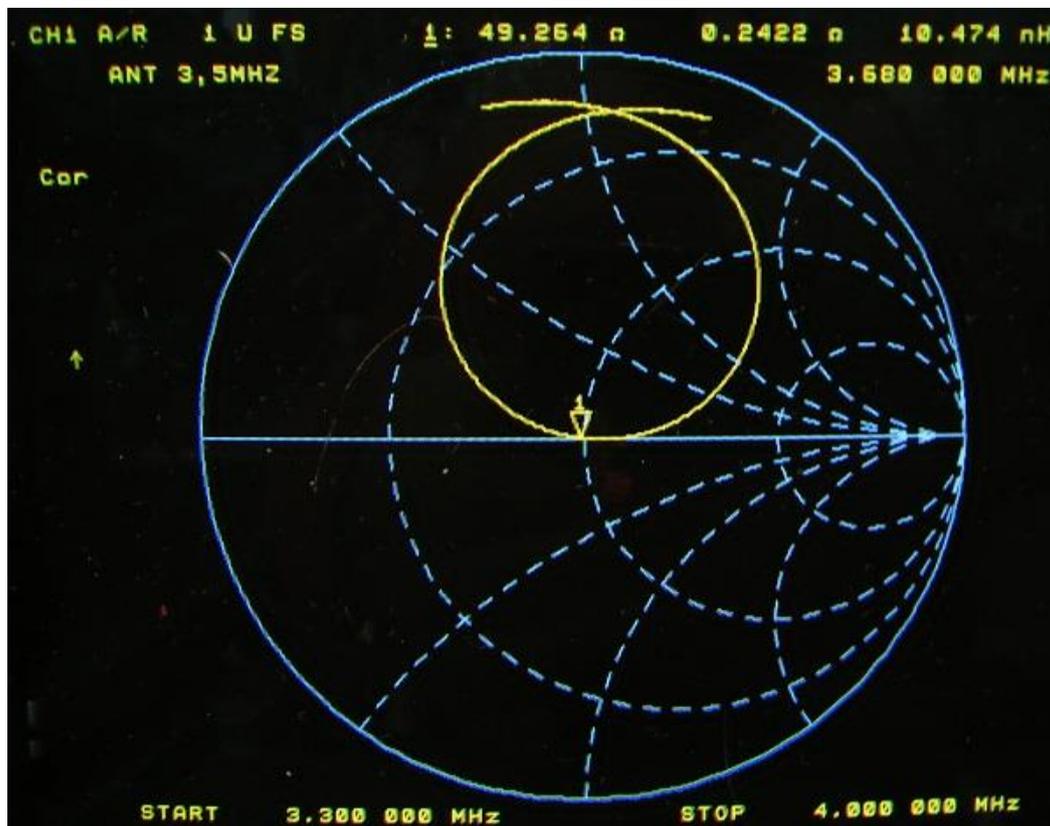
# Beeinflussungen der Anpassungsverhältnisse bei Installation von mehreren gleichartigen Antennen

Das dort unter Umständen Absorption oder andere Effekte auftreten können war mir natürlich klar! Im **Bild 1** ist die Welt in Ordnung: Rückflusdämpfung 48dB - VSWR 1,008 – einfach super!

**Bild 1**



Auch das Smith Diagramm dazu im **Bild 2**



# Beeinflussungen der Anpassungsverhältnisse bei Installation von mehreren gleichartigen Antennen

Noch war alles in Ordnung, auch nach Zuschaltung der Langdrahtantenne, diese war jedoch abgestimmt über ein Resonanzanpassungsnetzwerk zur 50Ω Einspeisung für 630Meter. Man sieht deutlich, es gibt keine Veränderung der **grünen Kurve** (Dipol) zum **Memory Speicher**. Alles ist wie vorher mit dem Antennentuner abgestimmt auf eine Resonanzfrequenz von 3,68MHz, siehe dazu **Bild 3**.

Die grüne Kurve in **Bild 3** zeigt die Anpassung vor Zuschaltung der Langdrahtantenne, die gelbe Kurve danach. Das bedeutet, beide Antennen „sehen“ sich in diesem Fall nicht, es sind keinerlei Beeinträchtigungen erkennbar!

## Noch einmal zur Erklärung:

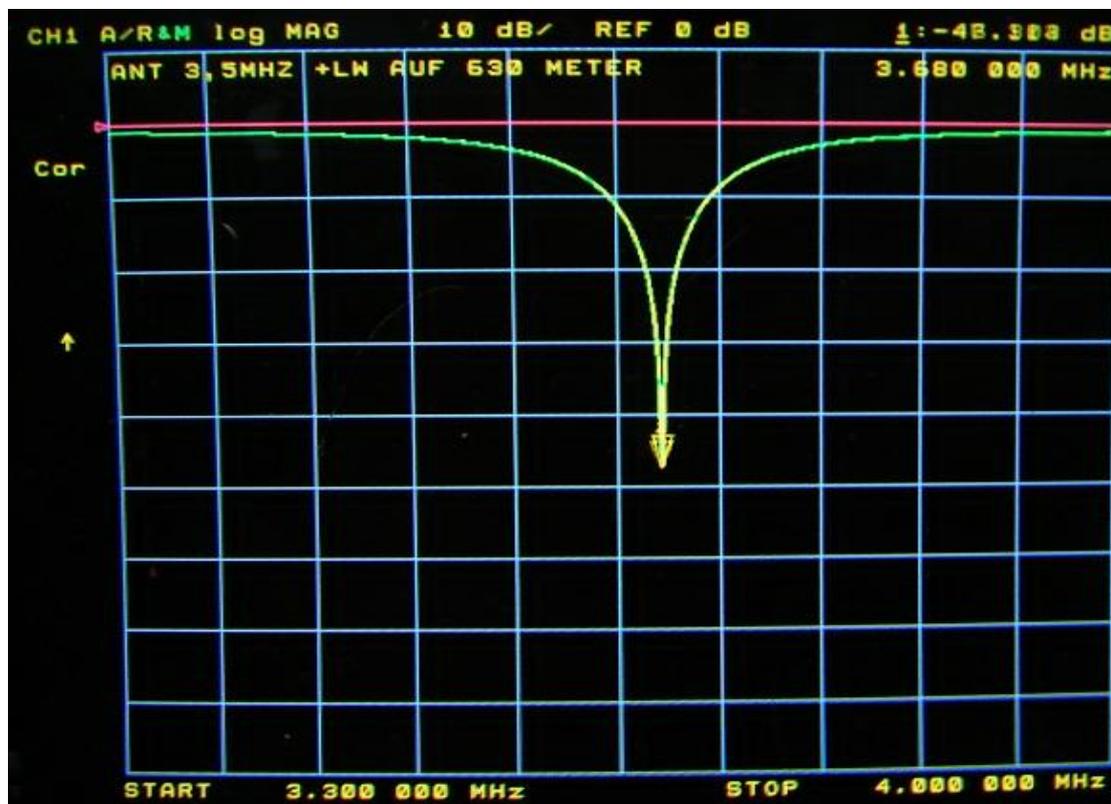
Beide Antennen sind absolut unabhängig voneinander aufgehängt und haben keinerlei elektrische Verbindungen zueinander!

Die beiden Drahtantennen der Dipol und der Langdraht sind auf unterschiedlichen Frequenzen in diesem Fall auf 3,68MHz und 0,473MHz abgestimmt.

Das bedeutet, die vorher gewählte Einstellung für die 80Meter Resonanz der Dipolantenne ist durch das Vorhandensein der Langdrahtantenne, diese war abgestimmt auf 630Meter und wurde nicht beeinträchtigt.

Auf beiden Antennen könnte jetzt gegebenenfalls Funkverkehr mit optimalen Anpassungsverhältnissen stattfinden. Da auch die MW 630 Meter Langdrahtantenne, hier nicht dargestellt, über einen Antennenkoppler optimal abgestimmt war.

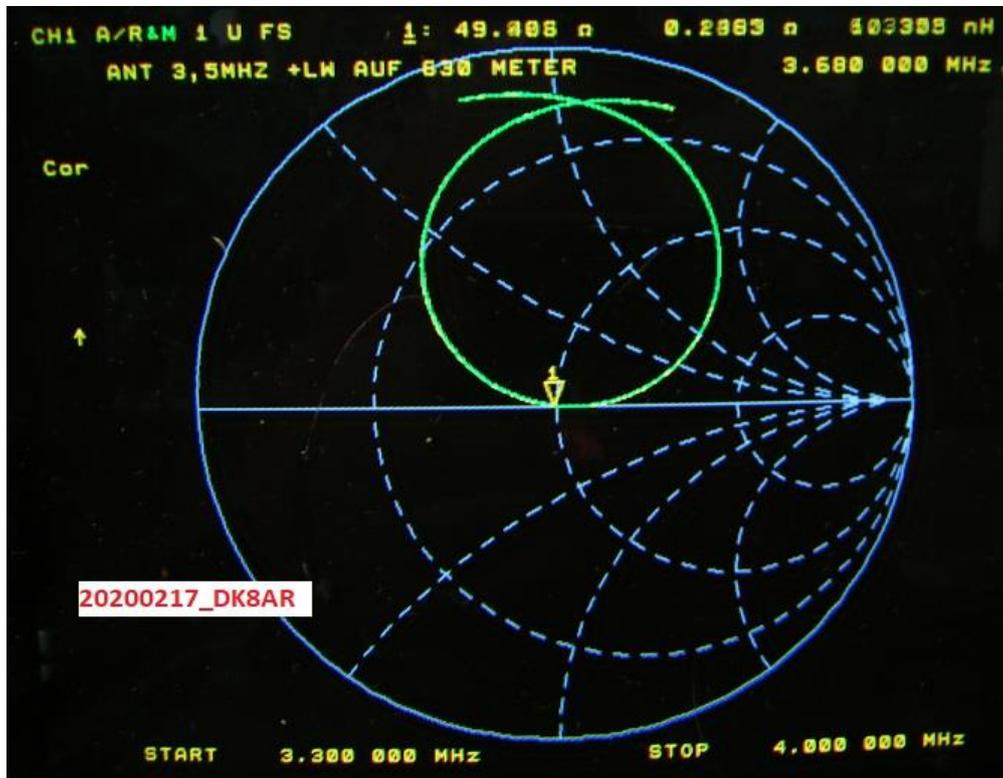
**Bild 3**



# Beeinflussungen der Anpassungsverhältnisse bei Installation von mehreren gleichartigen Antennen

Im folgenden **Bild 4** ist das Smith Diagramm mit einer optimalen Abstimmung von einem 2 mal 15 Meter Dipol mit  $f_{res}$  3,680MHz zu sehen. Die Antenne wird über eine Zweidrahtleitung durch einen symmetrischen Antennen Tuner angepasst.

**Bild 4**



## Im Bild 5: Kommen wir nun auf die unerwünschten Beeinträchtigungen!

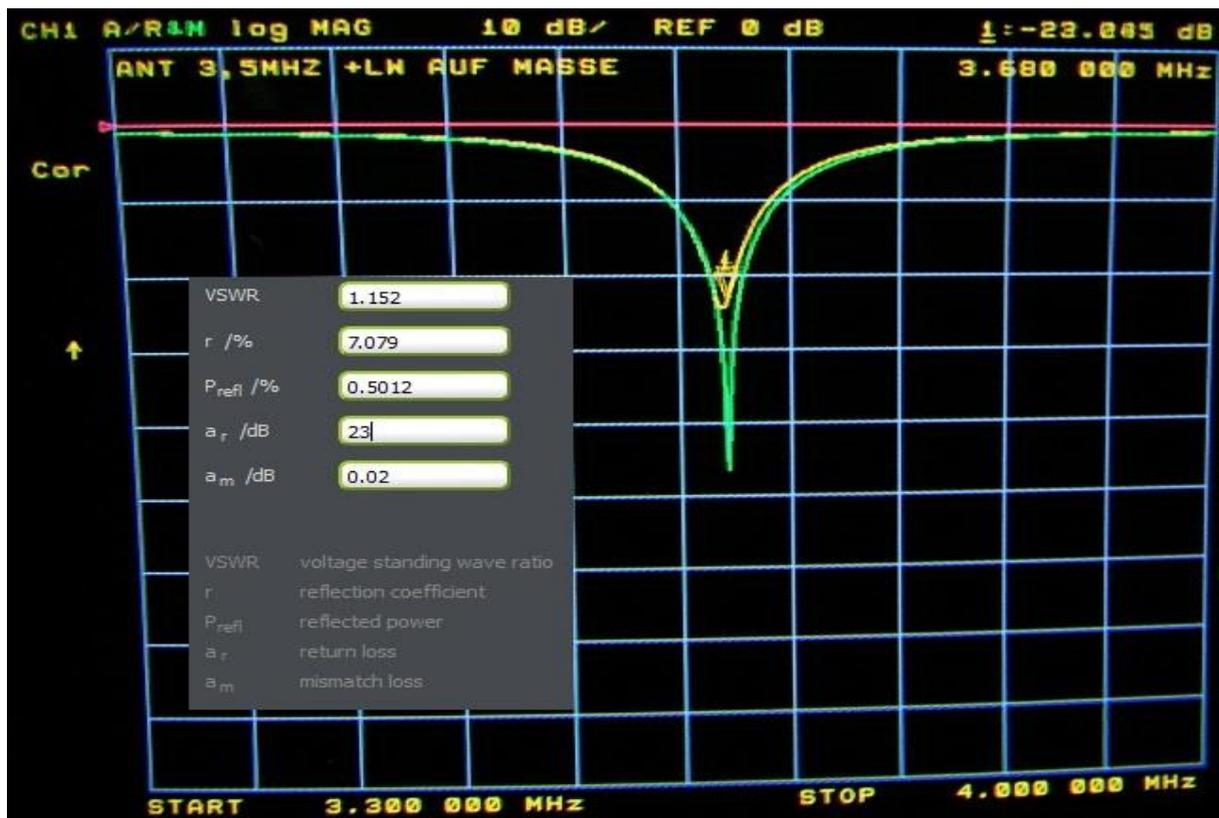
Die **grüne Kurve** ist generell unsere Referenzkurve, sie zeigt die optimale Abstimmung der Dipolantenne auf 3,68MHz in allen folgenden Messdarstellungen. Nun erden wir die umgebende Langdrahtantenne, das heißt genau genommen der Antennendraht wird kurzgeschlossen und auf Masse gelegt! Jetzt entstehen Veränderungen wie sie die gelbe Kurve im Bild 5 zeigt. Das bedeutet die richtige Abstimmung der 80 Meter Resonanz wird erheblich um mehr als 22dB verschlechtert. Das bedeutet nicht, das man jetzt nicht mit einem SWR 1,15 auf der Resonanzfrequenz senden kann, ja selbst das SWR Meter zeigt womöglich diese Veränderung nicht korrekt an gegenüber einem VSWR von 1,008 (siehe Bild 1).

Aber was passiert dort? Die Langdrahtantenne nimmt Sendeenergie durch Absorption auf! In wieweit dieser Energieentzug ist habe ich nicht ermitteln können. Auch das Strahlungsdiagramm des Dipols ändert sich durch weitere umgebende Antennendrähte. Fakt ist: Absorption ist in diesem Fall eine Art Energieentzug die von einer Quelle, hier der Sendedipol, verlustbehaftet auf weitere Verbraucher also weitere Antennen mit vielen Resonanzen übertragen wird, obwohl diese in diesem Beispiel geerdet ist. Auch bei einem Impedanz richtigen  $50\Omega$  Abschluss änderte sich die Anpassung wie im **Bild 6** zu sehen ist!

*Für Fachleute: EMV Absorber bestehen aus verlustbehafteten Dielektrika und Ferromagnetika, in denen die einfallende elektromagnetische Energie zum größten Teil in Wärme umgewandelt wird.*

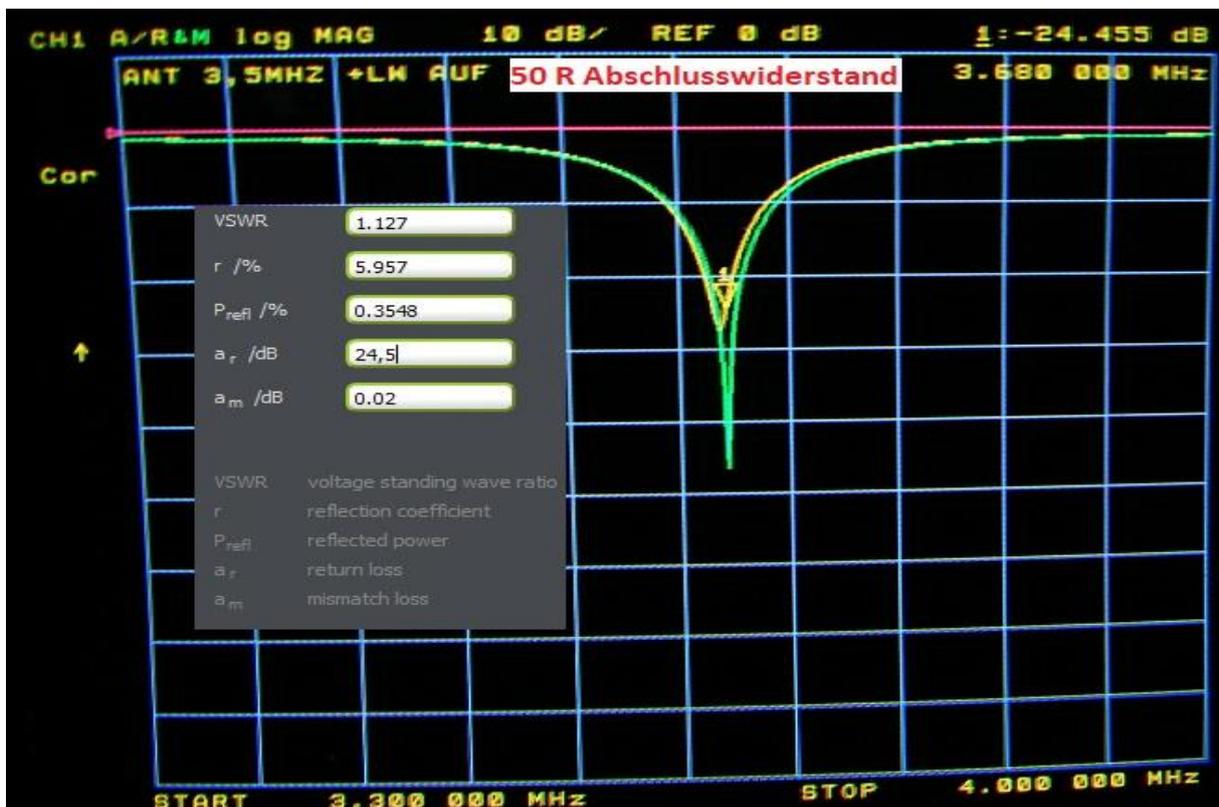
# Beeinflussungen der Anpassungsverhältnisse bei Installation von mehreren gleichartigen Antennen

Bild 5



**Bitte beachten:** Der Dipol ist optimal via Tuner eingestellt, nur durch Kurzschluss oder 50  $\Omega$  Abschluss der Langdrahtantenne verändert sich der Abstimmungszustand.

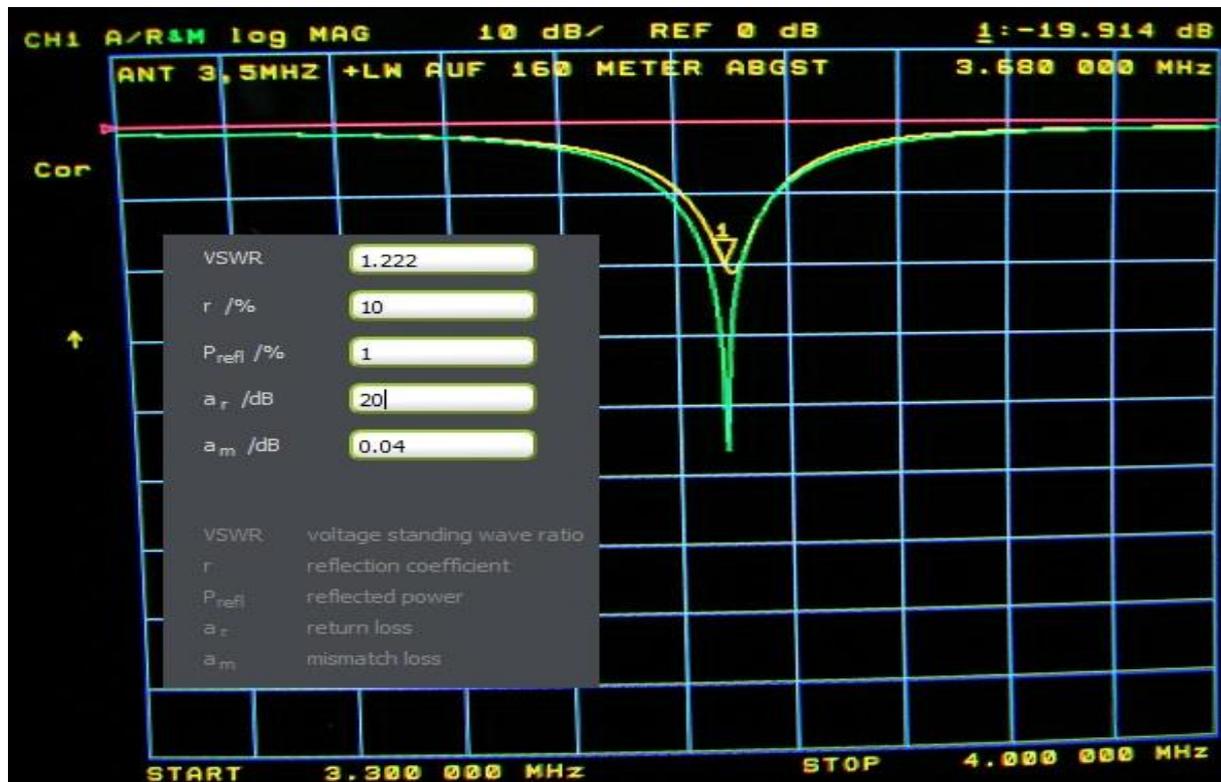
Bild 6



# Beeinflussungen der Anpassungsverhältnisse bei Installation von mehreren gleichartigen Antennen

Im **Bild 7** ist nun der Langdraht über ein Anpassgerät abgestimmt auf 160Meter, dazu die Anpassungsänderung (gelbe Kurve) des optimierten Dipols für 80Meter!

**Bild 7**



## Nun kommen noch weitere Überraschungen:

Wer eine Drahtdipolantenne z.B. für 80 (oder 160 bis 10) Meter gespannt hat und sich alternativ eine Vertikalantenne zwecks DX Betrieb auf gleichem Grundstück errichten möchte, wird auch hier wieder „Überraschungen“ erleben! Denn obwohl es sich um unterschiedliche Polarisierungen handelt und zum Teil auch um verkürzte Vertikalantennen  $< \frac{1}{4}$  Lambda für das gleiche Band, zeigten sich bei den Messungen wieder einmal Beeinträchtigungen.

*Ich möchte noch einmal erinnern: **Die grüne Resonanzkurve** (Memo) ist „unsere“ **Referenzkurve** und zeigt beispielhaft den optimal angepassten Dipol  $f_{res}$  3,68MHz  $a_r > 40$ dB ohne eine Resonanzveränderung durch andere weitere Antennenkonstruktionen! Das bedeutet, entsprechend meiner Antennenumgebung ist bei optimaler Antenneneinstellung diese Anpassung über einen symmetrischen Tuner als Resultat zu erreichen! Das ist nicht nur im Sendefall, sondern auch im erheblichen Maße im Empfangsfall feststellbar und wünschenswert. Das ist jedoch ein anderes Thema mit der selektiven gegenüber der aperiodischen transformierten Empfangsantenne.*

*Für unsere Messfreunde: Man sollte mal über den selektiven **S21** Verlauf (Übertragung) gegenüber der dargestellten **S11** Rückflussmessung nachdenken!*

Nicht nur bei horizontal installierten Drahtantennen kann dieser unschöne Effekt solcher Beeinträchtigungen auftreten, nein auch bei unterschiedlich polarisierten Antennen für annähernd ähnliche Frequenzen. Eine derartige unerwünschte

# Beeinflussungen der Anpassungsverhältnisse bei Installation von mehreren gleichartigen Antennen

Beeinflussung ist immer verlustbehaftet. Im **Bild 8** z.B. ist wieder in grüner Darstellung eine optimal, über eine Zweidrahtleitung, gespeiste und abgestimmte Dipolantenne zu sehen. Dazu kommt nun eine in der Nähe installierte verkürzte Vertikalantenne, dabei handelt es sich um eine „Spulenantenne“, das bedeutet ein Glasfiberschiebemast von ca. 9Meter Länge wird mit etwa 9Meter Antennendraht unlinear bewickelt. Das bedeutet am Anfang des dünnen Rohres wenige Windungen, in dem Mittelbereich mit einem kleineren Wicklungsabstand der zum Ende hin zum Fußpunkt, dort wird der Wicklungsabstand wieder vergrößert. Die Bewicklung erfolgt auf eine Länge von ca.87%. Die Abstimmung erfolgt durch einen Single Draht Tuner. Als Gegengewicht verwende ich u.a. eine Einschraubbodenhülse verzinkt 25-64mm

## Bild der Einschraubbodenhülse



Für die „Radials Lösung“ (> 80Meter) dazu sind mindestens drei Radials a. 9 Meter vorzusehen (nicht sternförmig auslegen). Warum 9 Meter Länge, die gewählte Länge ist auch für portablen Einsatz geeignet denn bei dieser Länge werden keine Resonanzen im Übertragungsbereich entstehen ( $\lambda \times x$ ). Ein zweiter Versuch mit einem Zentralerder (Einschraubbodenhülse) unmittelbar in Tuner Nähe angebracht habe ich auch gemessen. Wobei sich herausstellte, das sich die Drahtgegengewichtsauslegung bei auf dem Erdreich liegenden aperiodischen Drähten sich wesentlich negativer auswirkten, weil selbige Drähte von der darüberliegenden Dipolantenne „gesehen“ wurde! Das sah nun so aus, dass die vertikale Antenne mit ihren Gegengewichten die annähernd auf 80Meter abgestimmt war sich dann auf den horizontalen Dipol wieder bemerkbar machte.

Die Beeinträchtigungen änderten sich je umfangreicher sich das Antennenumfeld ändert. Dazu gehören u.U. Erweiterungen durch weitere Drahtantennen als auch Drahtabspannseile für Antennenmasten oder Türme, ja selbst Drahtzäune.

Zusätzlich habe ich noch Versuche mit der Hustler 80Meter Mobilantenne, montiert auf einem Stativ, mit drei ausgelegten 6,5Meter Radiales durchgeführt - mit fast ähnlichem negativem Ergebnis.

Im **Bild 8** ist die Resonanzveränderung zu sehen, als die für 80 Meter vorgesehene vertikale „Spulenantenne“ **noch unabgestimmt** sich in der Nähe des abgestimmten Dipols befand.

Im **Bild 9** ist zu sehen wie die vertikale Antenne die **gleiche Resonanzeinstellung** hat wie die des horizontalen Dipoles. Selbst bei nicht genau annähernt gleicher Frequenzabstimmung sind entsprechende Beeinträchtigungen vorhanden.

**Hier ist nun Messtechnik gefordert:** Mit einem SWR Meter sind diese Umstände kaum oder überhaupt nicht vernünftig analysierbar, aber dennoch sind sie vorhanden. Das Problem ist, die optimal abgestimmte Antenne wird in ihrer Abstimmung durch andere Antennengebilde beeinträchtigt. Durchaus entstehen Abstrahlungsänderungen bis hin zur Teilabsorbtion wie oben auf Seite vier beschrieben. Auch sind Intermodulations Produkte durch weitere gleichartigen Empfangs- und Sendeantennen nicht ausgeschlossen. Daher sollte man durch

# Beeinflussungen der Anpassungsverhältnisse bei Installation von mehreren gleichartigen Antennen

geeignete Maßnahmen, überprüft durch Messungen, eine Beeinträchtigung der „Hauptsendeantenne“ weitestgehend vermeiden!

Bild 8

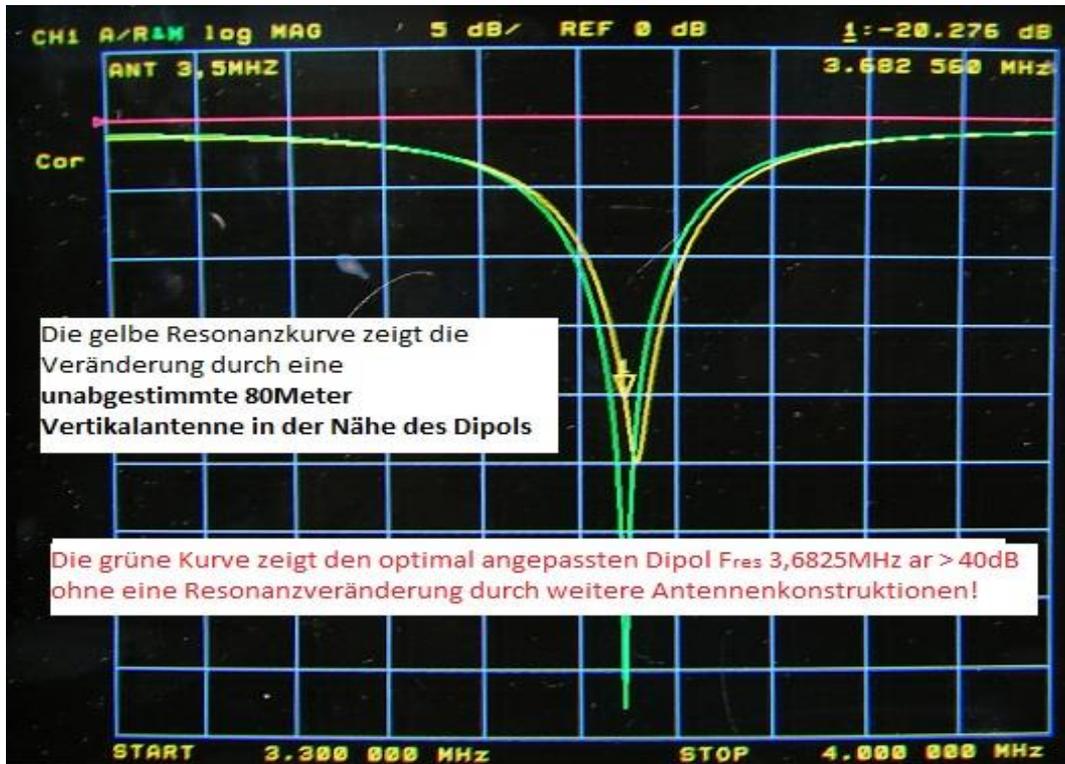


Bild 9



# Beeinflussungen der Anpassungsverhältnisse bei Installation von mehreren gleichartigen Antennen

Im **Bild 10** ist ein Aufbau zu sehen wie er oben beschrieben wurde, jedoch nicht Maßstabgerecht. Dabei handelt es sich um einen horizontal gespannten Dipol und einer vertikal aufgestellten Spulenantenne die u.a. auch für portablen Betrieb geeignet ist! Die Spulenantenne wird über einen Single Draht Koppler angepasst.

**Bild 10**



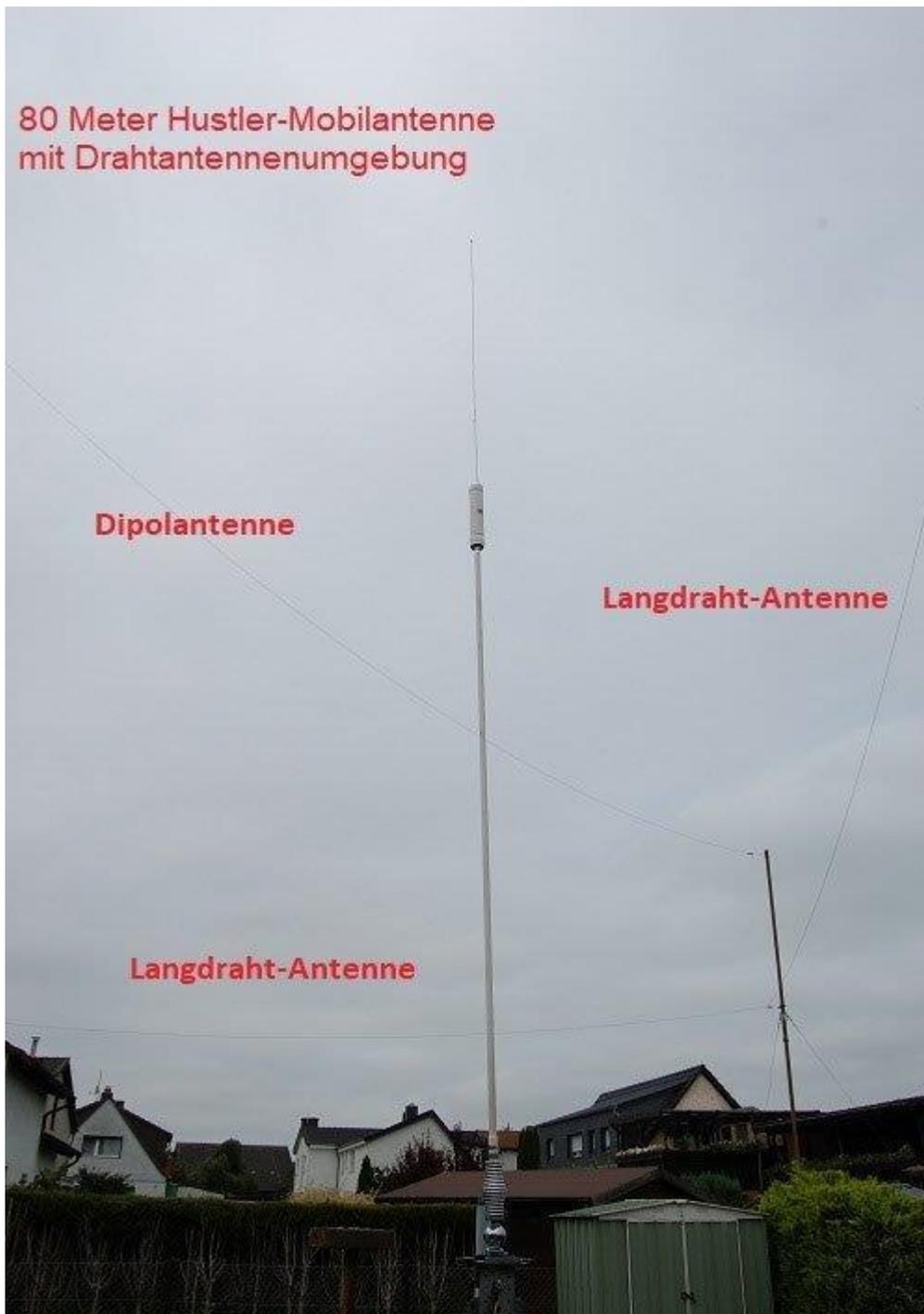
Im folgenden **Bild 11** wird nun die ganze Sache noch klarer, denn hier ist die schon oben beschriebene Mobilantenne von Hustler für 80 Meter Betrieb auf einem Stativ montiert zu sehen. Als Gegengewicht verwende ich drei auf dem Rasen ausgelegte 6,5 Meter lange Drähte (nicht erden). Im **Bild 11** sind die Dipolantenne, die Langdrahtantenne und die vertikal polarisierte Hustler Mobilantenne zu sehen. Die Spulenantenne und die Hustler Mobilantenne habe ich natürlich nur für diese Messdokumentation aufgebaut um Euch die Beeinträchtigungen durch weitere Antennen im Umfeld der Hauptdipolantenne verständlich zu vermitteln. Darum immer nach der Divise so wenig wie möglich andere Antennen (oder Drähte) als die Hauptarbeitsantenne auf dem Grundstück zu installieren, den alle weiteren beeinträchtigen das Gesamtverhalten immer negativ, außer man hat ein riesiges Grundstück für weitere komplexe weiträumige Antennenaufbauten.

*Zur Info: Die Hustler Mobilantenne kann auch für vier weitere gleichzeitige KW AFU Bänder eingesetzt werden (80, 40, 20, (15) und 10Meter) durch die entsprechenden Strahler. Auch für Antennengeschädigte wäre das eine Möglichkeit, aber das ist ein anders Thema! Es ist es möglich vierbandbetrieb mit einem zusätzlichen „Alublechverteiler“ durchzuführen. Über einen Tuner unmittelbar am Fußpunkt des 80 Meter*

# Beeinflussungen der Anpassungsverhältnisse bei Installation von mehreren gleichartigen Antennen

*Antennenmastes ist ein größeres Frequenz  $\Delta$  der Abstimmung möglich, ansonsten sind es Original nur einige kHz!*

**Bild 11**



## **Zusammenfassung:**

Es hat sich gezeigt, dass sich Antennen ähnlicher Bauart und Frequenzen in diesem Fall eine Dipolantenne nutzbar von 160Meter bis 10Meter über einen Paralleldraht-tuner anpasst durch zusätzliche Antennen also Langdraht oder Vertikal Antennen beeinträchtigten. Auch abgestimmt über einen Draht Tuner auf 80 Meter und 160Meter habe ich durchaus bei entsprechenden Montagen und Abstimmungen Beeinflussungen feststellen können.

# Beeinflussungen der Anpassungsverhältnisse bei Installation von mehreren gleichartigen Antennen

Durch Absorptionseinflüsse entstehen Änderungen der Abstimmungseinstellungen. Das gilt nicht nur für den low <30MHz Frequenzbereich, sondern bei allen anderen Konstellationen mit häufig gleich polarisierten Antennen für ähnliche Frequenzbereiche. Ungünstig angebrachte VHF, UHF und SHF Antennen reagieren besonders empfindlich. Das fängt an, wenn ein Metallmast durch die Wellenleitzone kurz vor der Übergangszone zum Strahlungszentrum einer Yagi geführt wird. Besonders ausgeprägt bei Vertikalpolarisation von Yagi Antennen, das geht gar nicht außer bei Vormastantennen die ideal für Vertikalanbringung geeignet sind.

**Weitere Beispiele:** Bekannt sind z.B. X 50, X 200 usw. (by Diamond) die Antennen sind recht gut! Wenn diese Antennen aber relativ dicht nebeneinander an einem Befestigungspunkt montiert sind, werden sich die oben beschriebenen Effekte ebenfalls einstellen. Diese negativen Eigenschaften werden noch sehr forciert wenn beide Antennen z.B. über einen Ausleger in gleicher Montagehöhe angebracht oder nicht weit genug voneinander montiert sind und weitere vertikale Metallrohre in der Antennenstrahlungshöhe vorhanden sind. Das kann so weit gehen, dass ein noch verträgliches SWR der Antennen nicht mehr möglich ist! Das ist durchaus auch bei Yagi - Antennen der Fall. Besonders dann, wenn es sich um Wellenlängen von < 10 Meter handelt und die Antennen gleich polarisiert sind! Eine Lösung ist z.B. eine Antenne mit annähernd gleichen Wellenlängen z.B. 2 Meter einmal horizontal und die andere vertikal zu betreiben. Dort werden Entkopplungen bei 2 Meter von >28 dB erreicht. Bei 70cm ist eine Antennenentkopplungsdämpfung von >60dB möglich. Siehe dazu die Antennen Konstellationen von VHF bis SHF beim Verfasser im Bild 12.

**Bild 12**



# Beeinflussungen der Anpassungsverhältnisse bei Installation von mehreren gleichartigen Antennen

Ein weiteres Problem ist, wenn sich eine horizontal montierte 2 Meter Antenne unter einer X200 befindet, das ist oft eine übliche Montage. Da die „Gegengewichte“ länger sind als die der Typen X5000, X50 und X30, werden diese „langen“ Radials, unabhängig ihrer Ausrichtung, von der horizontalen Antenne darunter „gesehen“ und führen zur Anpassungsverschlechterung. Dazu die Verschiebung des Resonanzverlaufes oder zu einer starken Strahlungsveränderung. Im **Bild 12** ist die optimale Ausrichtung der Gegengewichte (Radials) einer X50 gegenüber der horizontalen zwei Meterantenne zu sehen.

## Nun noch etwas über die HF-Absorption und was darunter zu verstehen ist:

*Ein Sender wird auf der Frequenz 139 kHz (DCF 39) betrieben und ist einer von der Europäischen Funk-Rundsteuerung GmbH (EFR) betriebenen Funkdienstes zur Fernsteuerung von elektrischen Verbrauchern, wie Straßenlampen usw. Dort gibt es auch noch einen modernen Halbleitersender 50kW mit Mast! Der Sender Burg von Media Broadcast für Rundfunk im Mittelwellenbereich befindet sich im Ortsteil Brehm von Burg – allerdings leider in „Wartstellung“ dieser Sender ist auch DRM fähig.*

Ich war dort und konnte mir ein Bild davon machen, wenn eine Mastsenderantenne aktiv ist und ein anderer in 660 Metern befindlicher Mast passiv ist! Zwecks einer Demonstration wurde dann freundlicherweise einmal der passive Antennenmast, über einen beachtlichen Schalter auf Erde (Masse) geschaltet. Das Resultat war eindrucksvoll und ist im **Bild 13** zu sehen, als der Erdungsschalter geschlossen wurde gab es einen beachtlichen Lichtbogen vor endgültiger Kontaktierung.

**Bild 13**

Erdungsschalter im Einschaltvorgang



**Bild 14**

Spulenabstimmereinheit dahinter ist der Schalter



*Die „älteren“ Funkfreunde unter uns können sich noch an Zeiten erinnern, in denen noch die sehr starken AM Sender mit deutlich >100kW bis hin zu 1,2MW im Betrieb waren! In der Nähe kamen dann „findige“ Köpfe auf die Idee, die abgestrahlte Leistung dieser Sender für Beleuchtungszwecke für ihre „Gartenlauben“ zu nutzen.*

# Beeinflussungen der Anpassungsverhältnisse bei Installation von mehreren gleichartigen Antennen

*Also reichlich „Luftdraht“ verlegen und Glühlampen anschließen. Diese Art der Energiegewinnung war natürlich unerwünscht weil sie Senderenergie vernichtete.*

*Senderanlage Ortsteil Brehm von Burg: Entfernung zwischen den Antennen 660m*



**Aber zurück zum Thema:** Eine ähnlich im Frequenzbereich gestaltete Antenne entzieht einer anderen einen Teil der Energie und beeinträchtigt dazu deren Anpassungen! Auch Änderungen der Abstrahleigenschaften und das Strahlungsdiagramm sind nicht vermeidbar, je dichter die Antennenkonstruktionen zueinander angeordnet sind.

**Ein derartiger Energieentzug durch Absorption über andere ähnlich gestaltete Antennen muss unbedingt (weitestgehend) vermieden werden!**

**Grundsätzlich darf kein Energieentzug durch Absorption entstehen, diese führen zur Vernichtung der kostbaren erzeugten Sendeenergie. Dazu gehören jegliche negativen Anpassungs- und Strahlungsveränderungen einer vorhergehenden gut abgestimmten, funktionieren „solo“ Antennenkonstruktion. Diese negativen Veränderungen entstehen oft bei einem umgebenen „Antennendrahtverhau“, auch durch Metallhalteseile. Gleiches gilt auch unter Nichteinhaltung von VHF, UHF und SHF Antennenabstände oder ungeeignete Aufbaukonstellationen.**

Alle die oben beschriebenen Antennenaufbauten und Messdokumentationen sind „zeitaufwendig“ von mir durchgeführt worden, dabei war ich selbst über das eine oder andere Ergebnis überrascht.

Leider findet man in der Literatur nur sehr wenig, oder überhaupt nichts über die gegenseitigen Beeinträchtigungen von Antennen mit annähernd ähnlichen Frequenzbereichen und Aufbaustrukturen - obwohl das Problem hinreichend bekannt ist.

Ich hoffe, ich konnte euch etwas zum nächsten „unbeeinträchtigten“ Antennenaufbau vermitteln unter Berücksichtigung der oben aufgeführten Ergebnisse.

Der ernsthafte Antennenbauer sollte bei allen seinen Aufbauten stets einen **Antennenanalysator** mit Grafikanzeige zum Einsatz bringen, denn nur dadurch sind solche „Antennenveränderungen“ reproduzierbar und vor allem **sichtbar** im

## Beeinflussungen der Anpassungsverhältnisse bei Installation von mehreren gleichartigen Antennen

Änderungsverlauf zu erkennen. Durch einen derartigen Messgräte Einsatz kann man alle Antennenkonstruktionsänderungen verfolgen und erkennen.

**Denn es ist absolut falsch eine vorher funktionierende Antenne zu ändern, nur weil eine weitere hinzugekommen ist, das sollte jedem nach diesem Vortrag einleuchten.**

Wie immer wird auch dieser Vortrag auf den entsprechenden Internet Seiten zu finden sein, ich bedanke mich auch dafür bei den Verantwortlichen!

**Ich bedanke mich für Eure Aufmerksamkeit DK8AR Henri**