

Messgerätevorstellungen und Messungen an verschiedenen SWR- und Powermetern für den Amateurfunkbereich

Als erstes zeige und erkläre ich einige Messgeräte und die Messergebnisse der S-Parameter (*die sogenannten Streuparameter*) die Eigenanpassungen **S11**(S22) und die Durchgangsdämpfung **S21**(S12) und Entkopplungen der Richtkoppler verschiedener SWR- und Powermetermessgeräte für die Amateurfunkfrequenzbereiche entsprechend ihrem vorgesehenen Verwendungszweck!

Dazu habe ich mehrere SWR- und Powermeter für den Amateurfunkbereich untersucht und geprüft. Einige Messungen mit und an den Messgeräten waren ausreichend in ihrer Genauigkeit. Aber leider auch solche Geräte, die überraschend für ihren vorgesehenen und spezifizierten Einsatz, Koppler bedingt nicht geeignet sind und daher zum Teil auch zu katastrophalen Fehlmessungen führen.

Zum Abschluss des Vortrags wie gewohnt praktische Messungen!

Die SWR- und Powermeter SX-1000 (neu SX-1100) von DIAMOND und MFJ-884 sind jeweils ausgelegt für maximal 200Watt. Die kleinste Messleistung für Vollanzeige beträgt bei dem SX-1000 5Watt, bei dem MFJ-884 sind es 2Watt, daher sind diese auch für Kurzwellen QRP Freunde geeignet. Der Frequenzbereich geht von 1,8MHz bis ca.500MHz, wobei das SX-1000 auch noch den Bereich 1.240-1.300GHz abdeckt.



Beide Messgeräte verfügen über zwei getrennte Messkoppler, wobei der untere Frequenzbereich bis etwa 160MHz mit SO 239 erfolgt. Leider ist bei dem Messgerät von MFJ selbst der 70cm Bereich mit einer SO 239 Buchse die zwar modifiziert für diesen Bereich ist, dort aber hat das Gerät von DIAMOND mit N-Norm-Buchsen klar den HF technischen Vorteil! Das MFJ Gerät hat eine deutlich zu helle LED Beleuchtung (bei 12V) die ich durch einen Vorwiderstand angepasst habe, das SX 1000 eine Lampe als Skalenbeleuchtung via externe **12V** bzw. 13,8V DC Hohlstecker Versorgung!



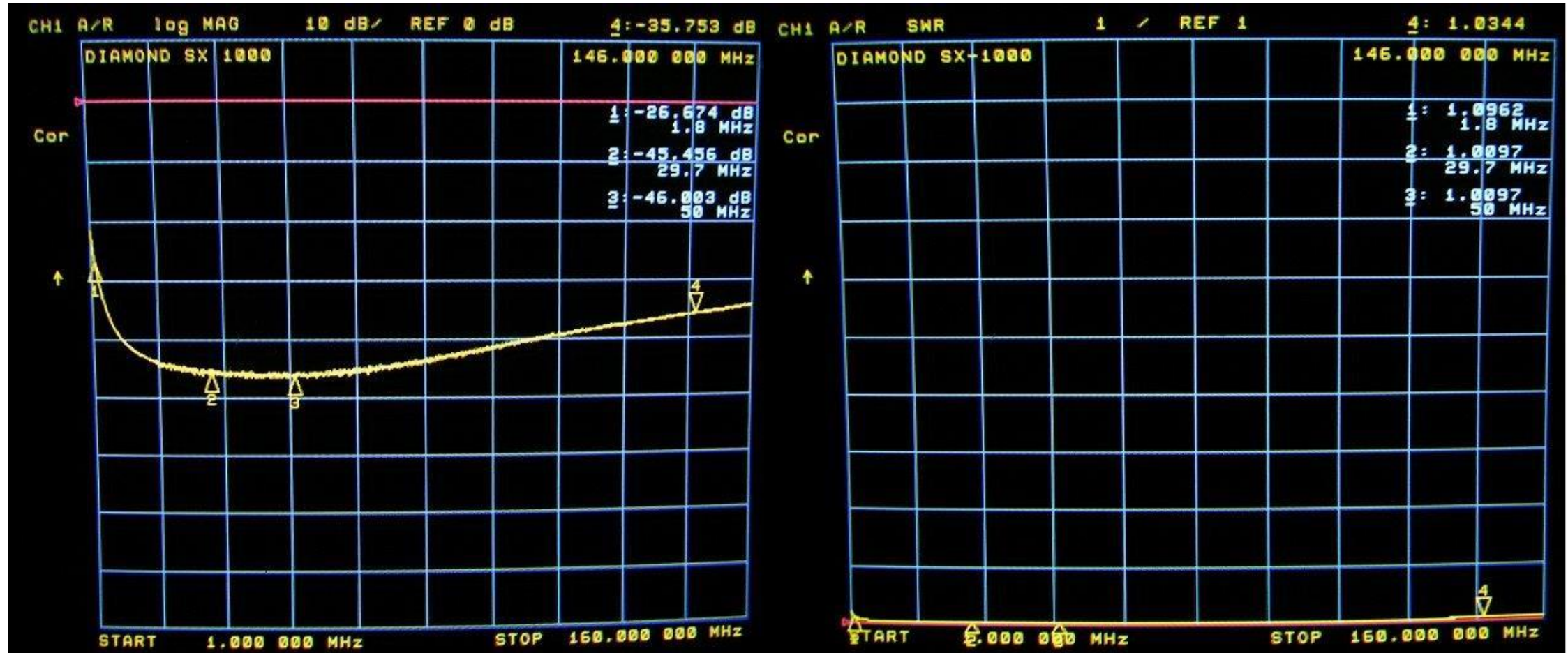
Alle hier vorgestellten AFU Messinstrumente wurden geprüft: Die S-Parameter S11 und S21 mit einem HP 8753C Netzwerk Analyzer, mit einer HP Messbrücke 85046A-K12 0,3MHz bis 3GHz. Die Leistungsvergleichsmessung erfolgte in Verbindung mit Leistungsdurchgangsdämpfungsgliedern 30dB + 20dB@4GHz und einem Boonton 4200 RF Micro Wattmeter! Die eingesetzten Fehlabschlüsse 25Ω, 75Ω, 100Ω für 100W entsprechend ihres realen Widerstandswertes für Rückflusdämpfungen S11 >25dB@fmeß.

Die beiden Prüflinge SX1000 und MFJ-884 liefern im Kurzwellenbereich ausreichende Messergebnisse. Auch bei sogenannten Fehlabschlüssen, also nicht auf einen 50Ω Realabschlusswiderstand welcher dann auch mit annähernd SWR von >1 angezeigt wurde. Im Bereich oberhalb 144 MHz sieht das Ganze schon etwas anders aus!

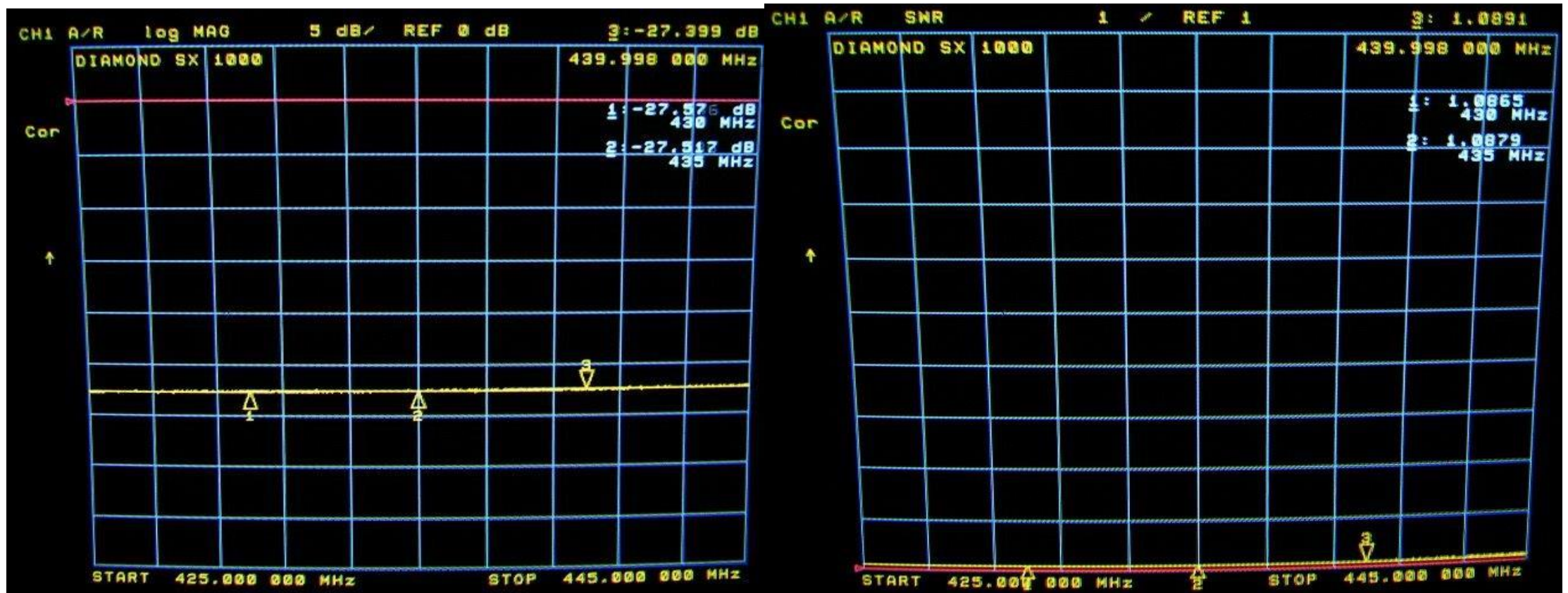
Bei Widerstandswerten von 100Ω und 25Ω wurde jeweils ein SWR von ca. S2 angezeigt und ist somit ausreichend. Interessant ist der Einsatz eines 25Ω Lastwiderstandes, dabei neigen die meisten SWR Messgeräte zu Fehlanzeigen, da die anfallende Messspannung für die Messwerke häufig zu gering ist aus der internen „Dioden Spannungsgleichrichtung“. Die Fehlabschlüsse müssen den Messanforderungen bezüglich ihrer Eigenrückflusdämpfung entsprechend ihres Widerstandswertes erfüllen.

Bei einem 75Ω Abschlusswiderstand wurde ein SWR von ca. 1,5 angezeigt und damit sind die angezeigten Werte ausreichend.

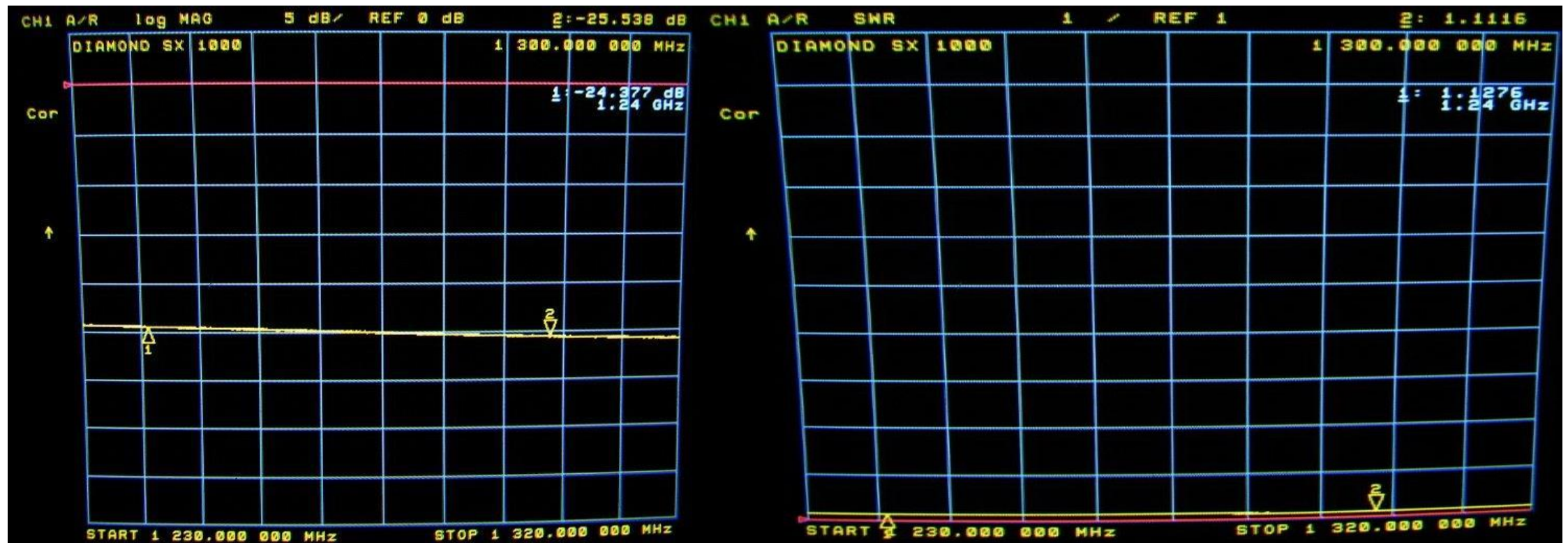
Ich habe den **TX** Eingang als S11 gemessen, der S22 **Antennenanschluss** unterschied sich nicht von den Streuparametern von S11 bedingt durch die geringe Durchgangsdämpfung (Isolation). S21/S12 wie auch S11/S22 sind als weitestgehend gleichwertig zu sehen. Die Messung entspricht einer Vierpolmessung.



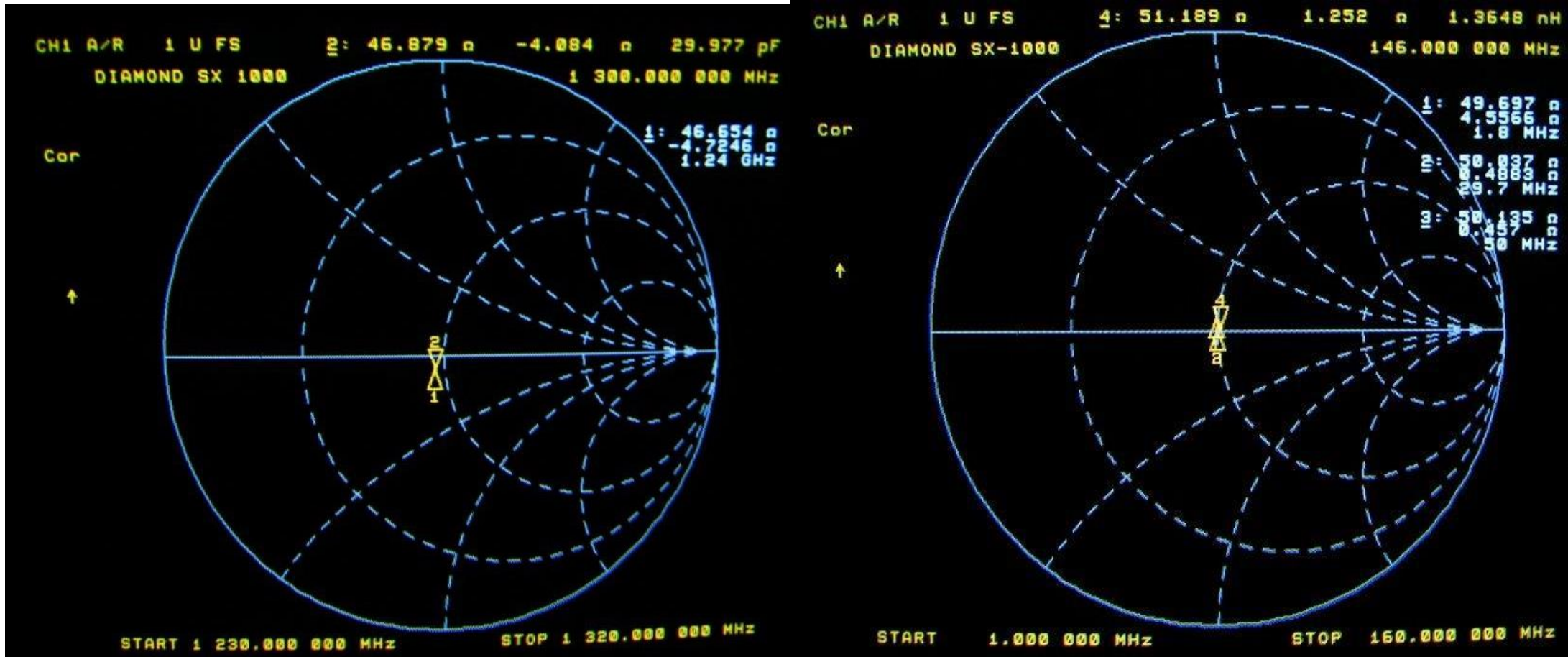
Die S11 TX Anschlussmessung von dem SX-1000, linkes Bild im 70cm Band bezüglich der Eigenrückflussdämpfung ist ausreichend für anstehende TX → Antennen SWR Anpassungsmessungen. In dem rechten Bild ist die SWR Darstellung zu sehen, alle derartigen Messungen wurden grundsätzlich gegen einen realen 50Ω Präzisionsabschluss am Antennenanschluss geprüft.



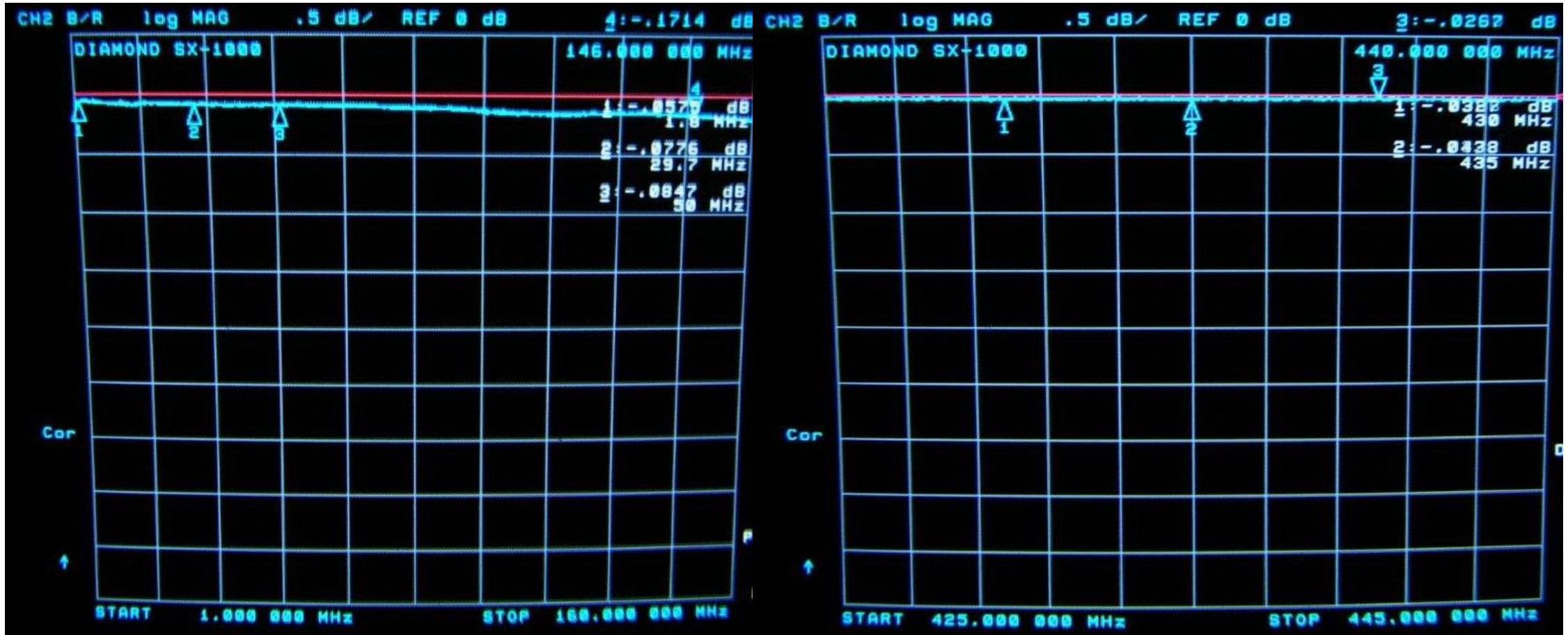
Die S11 TX Anschlussmessung am SX-1000 im 23cm Band bezüglich der Eigenrückflussdämpfung ist nicht mehr ganz so aussagefähig für anstehende TX→ANT SWR Anpassungsmessungen, reicht jedoch für den AFU Bedarf **noch** aus. Das SX-1000 gehört zu „*meinen*“ Favoriten. Da das gesamte Prüfergebnis mit seinen Anzeigewerten im Vergleich mit professionellen Messgeräten weitestgehend gut bis sehr gut ausgefallen ist.



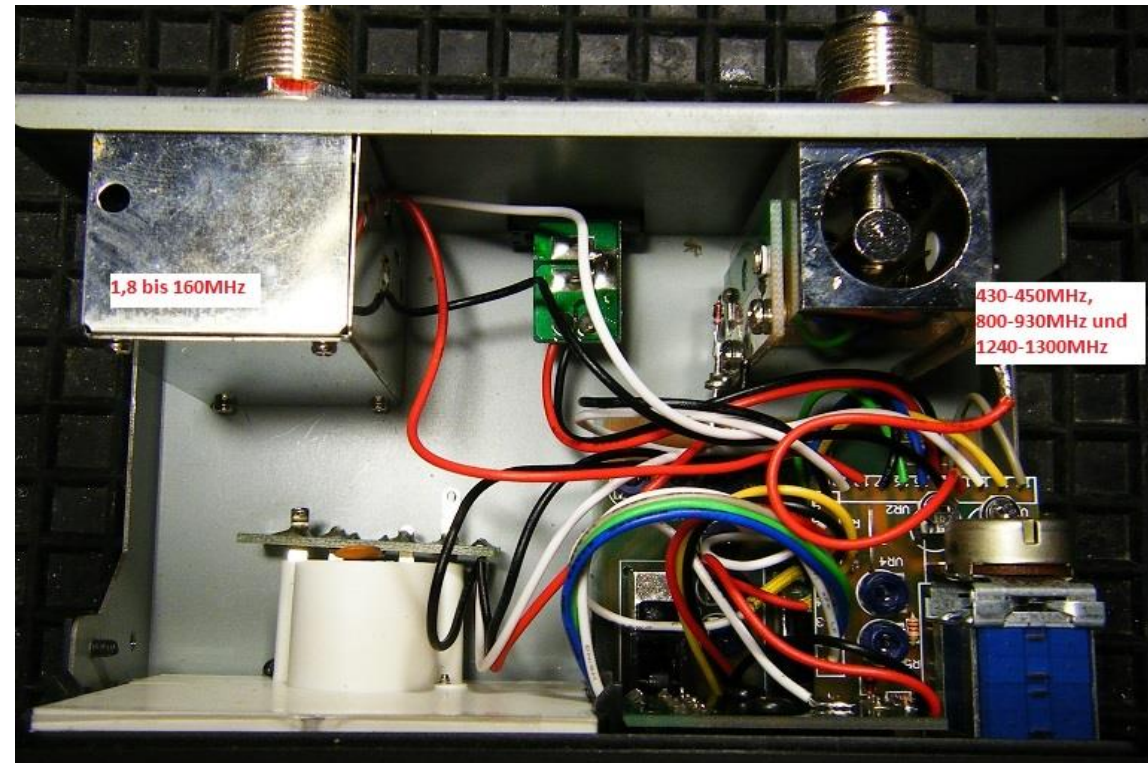
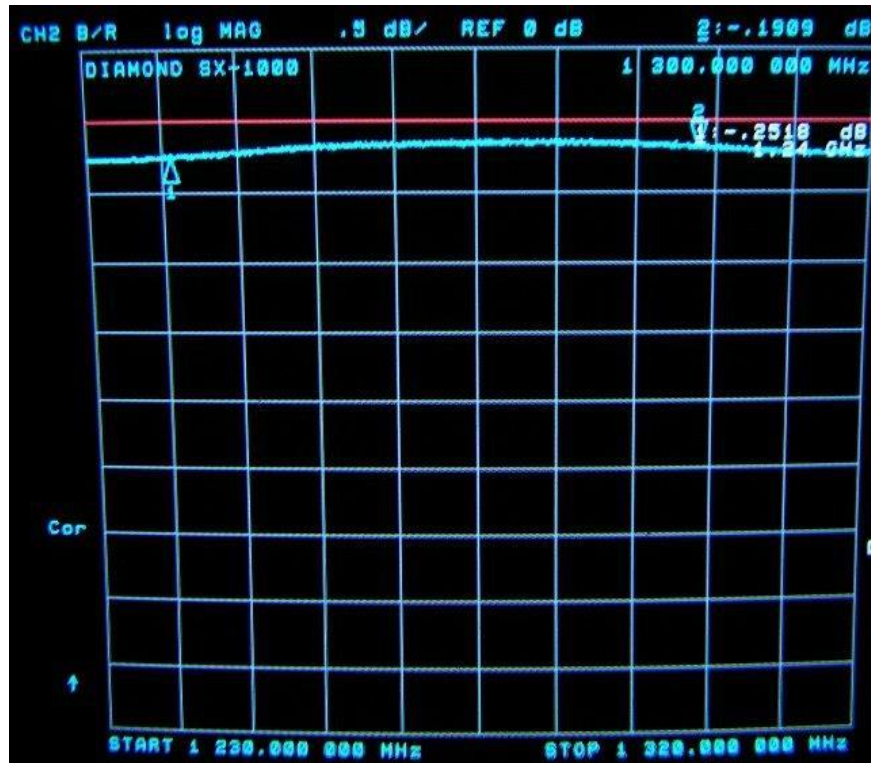
Das Smith-Diagramm von 1,8MHz bis 160MHz ist rechts zu sehen und in Ordnung. Aber das Messresultat von dem 23cm Band links von dem SWR- und Powermeter wäre bei Messungen an 23cm Antennen leider beeinträchtigt und somit das zu messende Systemergebnis fehlerhaft.



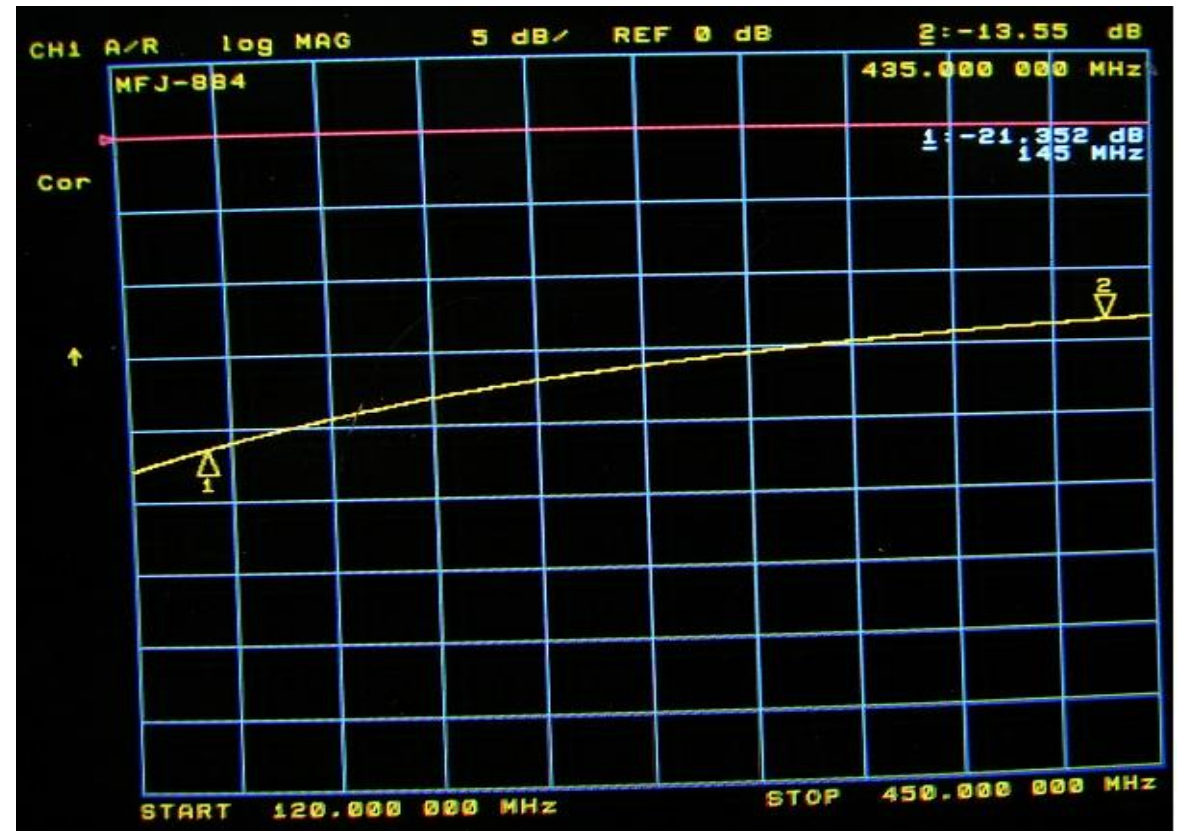
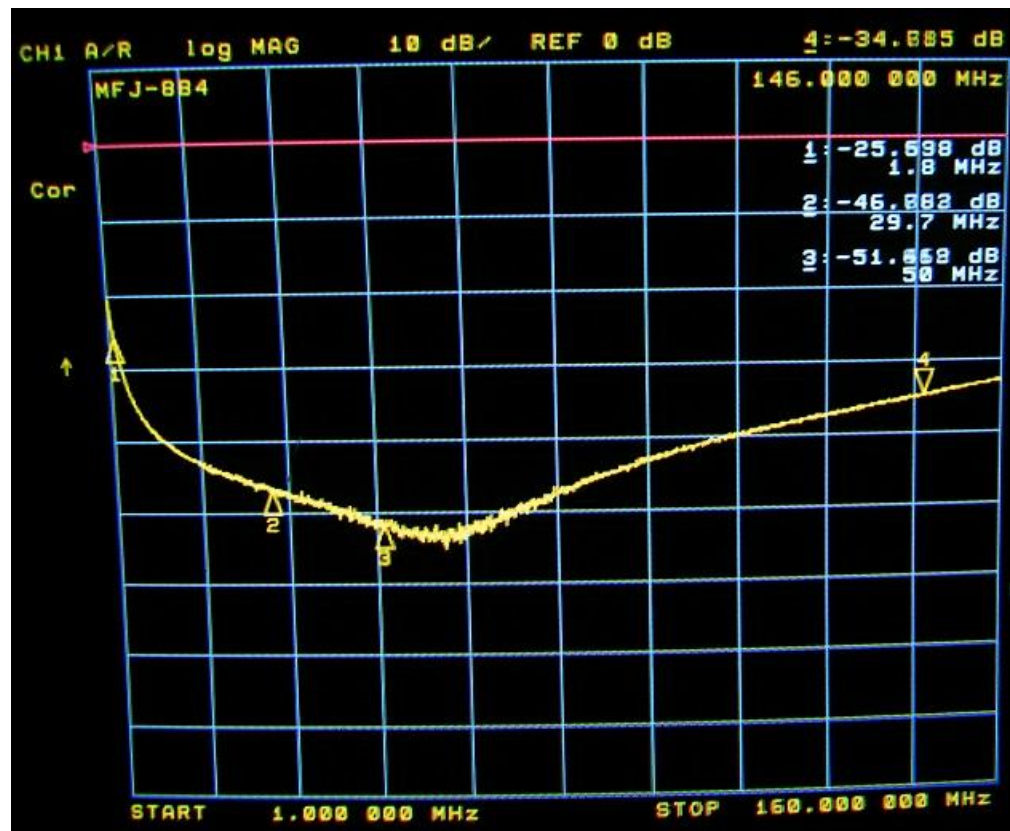
Die S21 Übertragungsparameter (Durchgangsdämpfung S21) 1,8 bis 160MHz Koppler 1 und für das 70cm Band Koppler 2 sind ohne Beanstandung. Besonders die geringe Durchgangsdämpfung im 70 cm Band ist gut Dank N-Buchsen und eines vernünftigen Koppler-Aufbau!



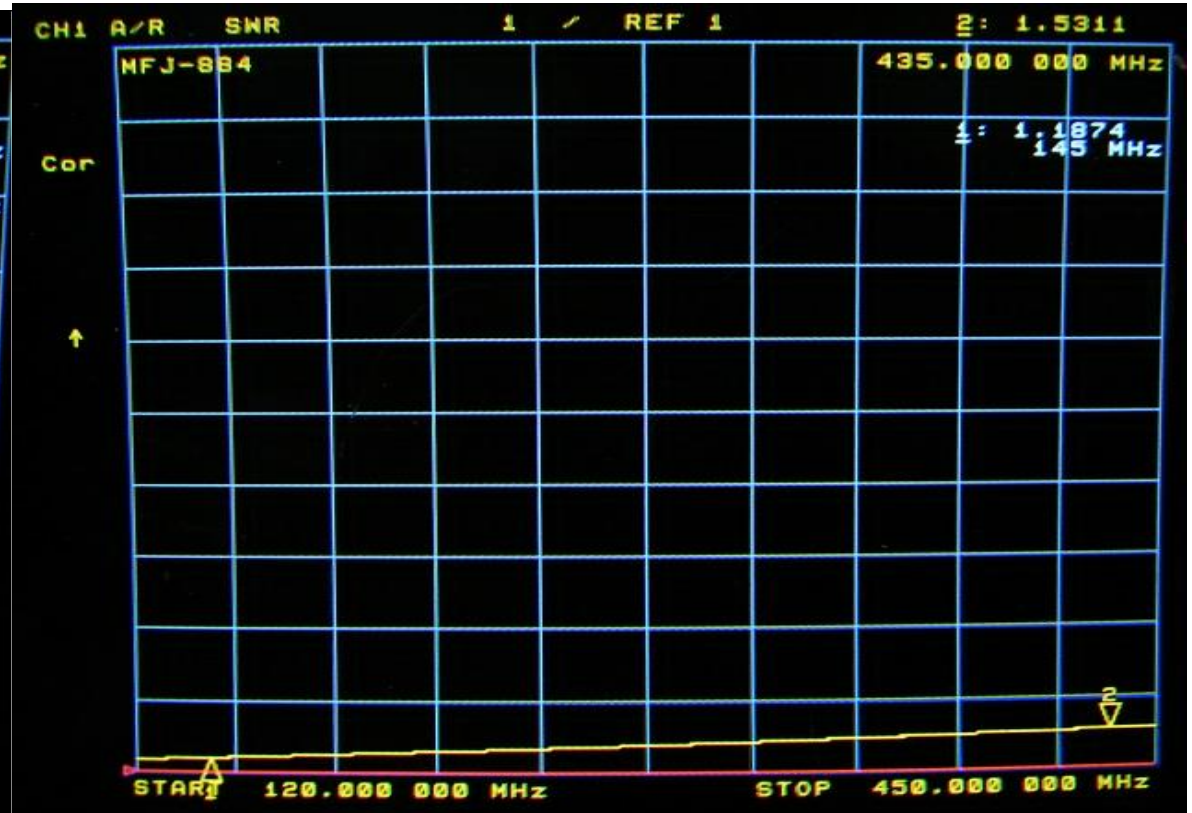
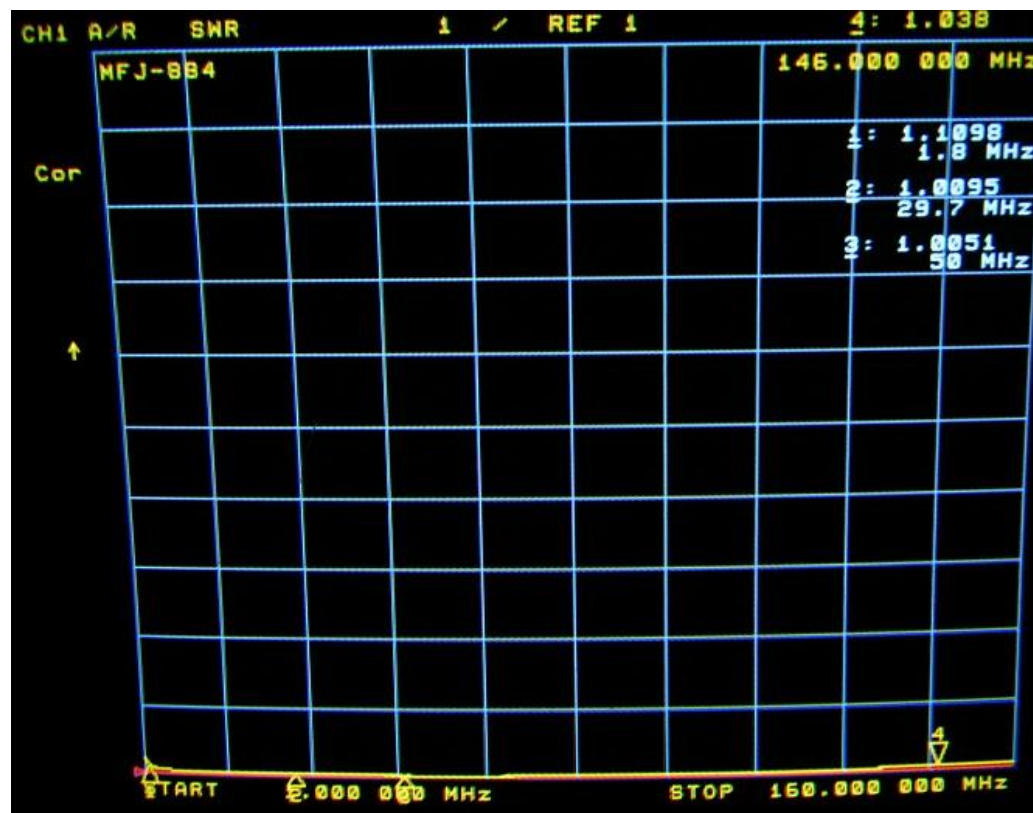
Die S21 Übertragungsparameter (Durchgangsdämpfung) für das 23cm Band, dort ist ein geringer Frequenzgang zu sehen, dieser sollte nicht im Übertragungsbereich liegen. Im rechten Bild sind die beiden Koppler im SX-1000 Instrument von Diamond zu sehen!



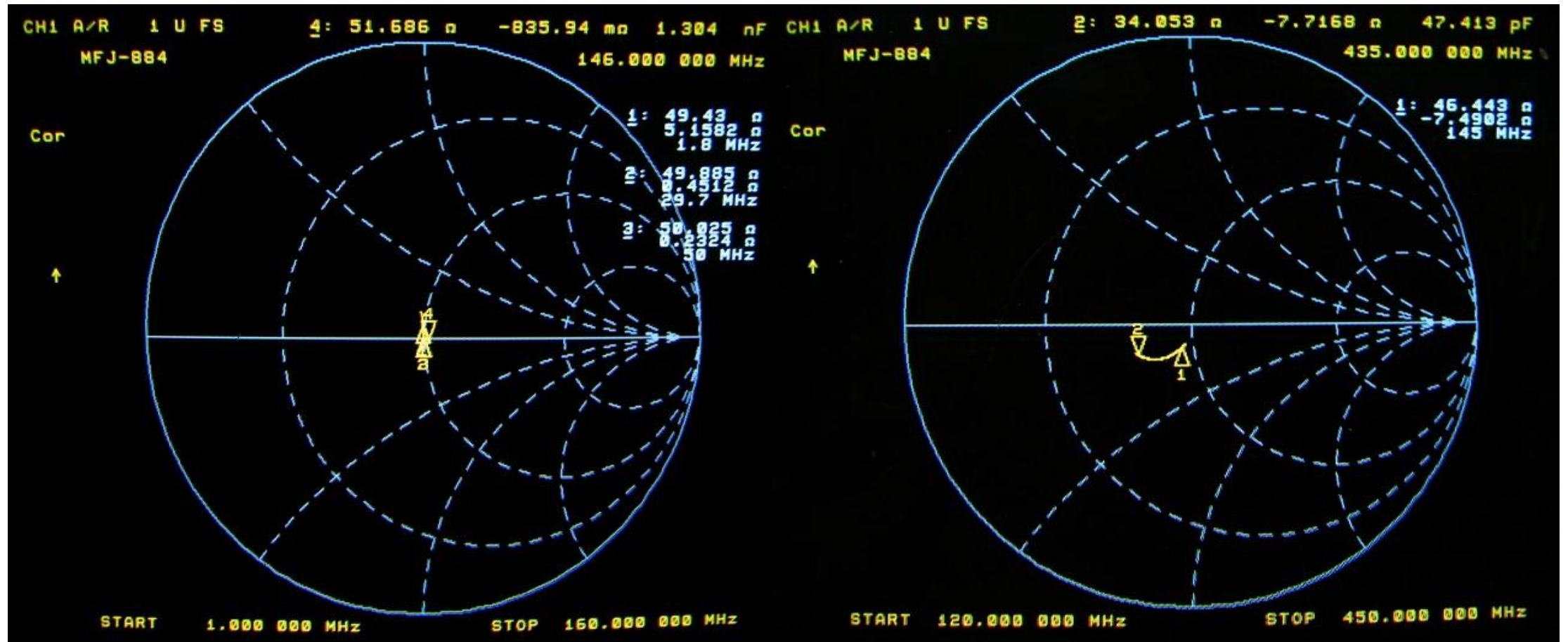
Das MFJ-884 ist im Bereich 1,8-160MHz über den Koppler 1 von 1,8-200MHz gut. Über den Koppler 2 der den Bereich 125-525MHz abdeckt ist die S 11 Anpassung und somit das eigene SWR des Messgerätes sehr schlecht. Das bedeutet, alle Messungen die im 125-525MHz Bereich durchgeführt werden sind fehlerbehaftet insbesondere im 70cm Band und führen daher zu Fehlinterpretationen bei Messungen z.B. an der Antennenanlage.



Die SWR Messung zeigt, das der zweite Koppler selbst nur ein SWR von 1,5@435MHz aufweist. Das sieht so aus, als wenn bei einem guten SWR Meter statt eines 50Ω Abschlusswiderstandes sich dort einer mit ca. 75Ω oder mit <math><39\Omega</math> befände, man stelle sich das bei Antennenmessungen vor. Also das Messgerät ist für TX/Antennenmessungen in diesem Bereich nicht sinnvoll einsetzbar. **Weil der Auskoppelpverlauf des Kopplers fehlanpassungsbedingt beeinträchtigt wird und dadurch die Messanzeigen der Instrumente falsch sind.**



Noch deutlicher wird der Missstand bei einer Smith-Diagrammmessung bezüglich der Verhältnisse des zweiten Kopplers im rechten Bild für den Bereich 125-525MHz. Eine Anpassungsmessung z.B. von Antennen wäre absolut fehlerhaft! Das linke Diagramm Koppler 1 1,8 bis 146MHz ist gut bei dem MFJ-884.

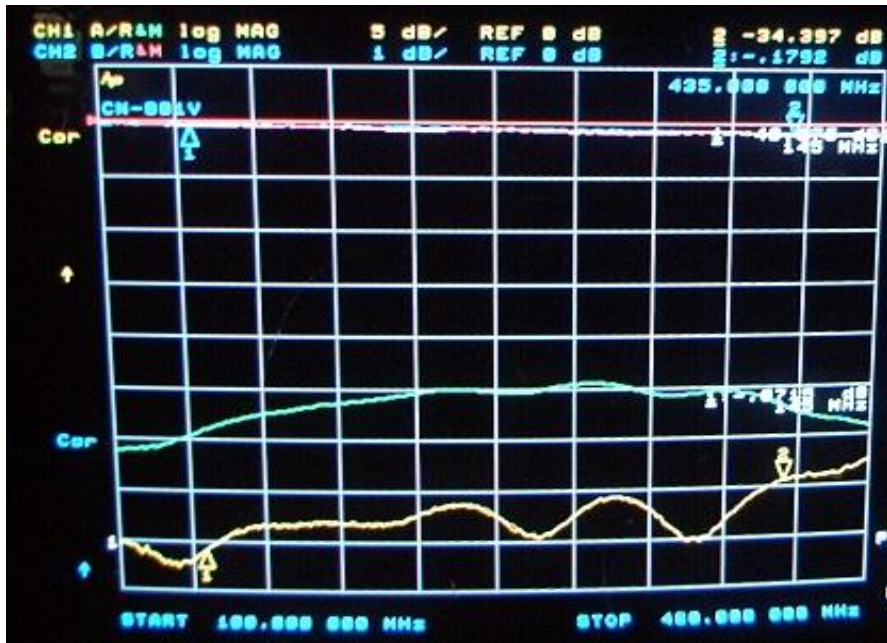


Bei den S11 (S22) Messungen, zwecks Überprüfung des eigenen SWR (Anpassung) der Messgeräte, wurden reale induktivitätsarme Fehlabschlüsse (Widerstände) verwendet mit $>25\text{dB}@f_{\text{meß}}$. Bei Messungen von Antennen kommen noch andere Worst Case Fälle dazu, die durchaus ein deutlich besseres oder schlechteres SWR zur Anzeige bringen als tatsächlich vorhanden ist. Allein durch Verwendung von dämpfungsreichen Antennenkabeln ist mit einer deutlichen besseren SWR Anzeige zu rechnen, obwohl diese nicht vorhanden ist. Nicht selten hört man dann mein SWR ist **1** und das **gibt es nicht!** Die eigentliche Messung sollte daher unmittelbar an einem D.U.T. oder an der betreffenden Antenne oder über ein sehr hochwertiges welligkeitsarmes Antennenkabel erfolgen. Das SWR- und Powermeter sollte auf kürzestem Weg an dem Antennenanschluss des Transceiver erfolgen, um die Einflüsse von Kabelwelligkeiten möglichst gering zu halten.

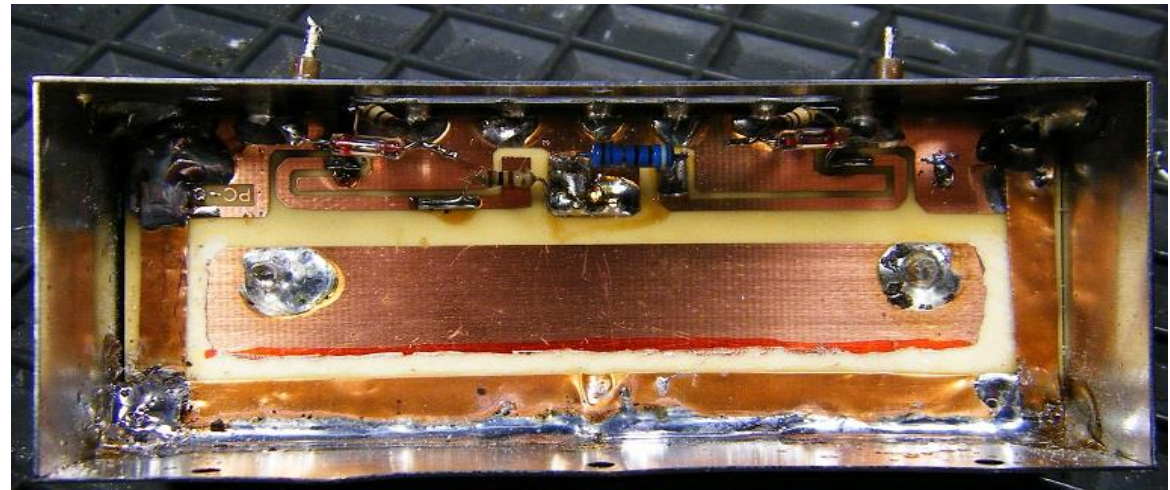
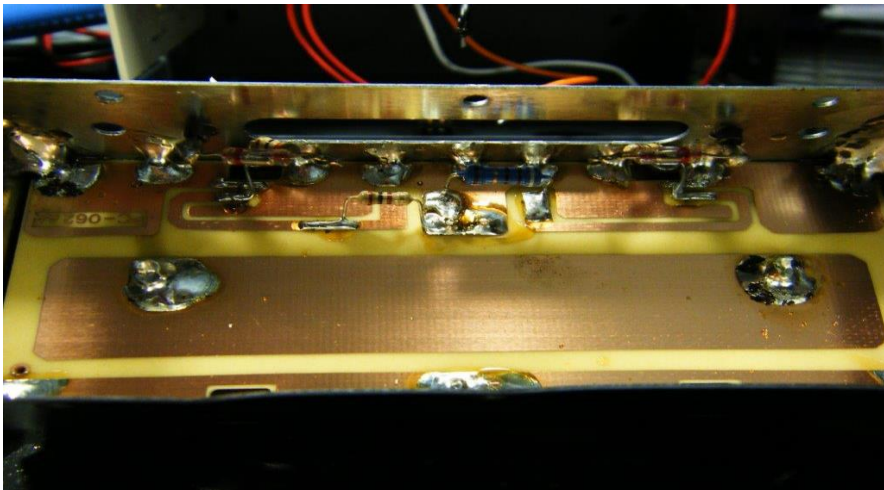
Umgekehrt wäre besser ein abgesetzter Betrieb, das bedeutet der Messkoppler ist unmittelbar am Antennenanschluss z.B. am Dipol oder der Grundplane angebracht. *Das ist realisierbar bei dem SWR/Powermeter SW-200/2000 von Kenwood.* Dadurch wäre der tatsächliche SWR Verlauf an dem Fußpunkt (GP) bzw. Einspeiseanschluss (Dipol) der jeweiligen Antenne bei einem annähernd 50Ω System unmittelbar messbar!

Vorstellung weiterer SWR- und Powermeter für den 2Meter und 70cm Bereich! Bei dem CN-801V musste der Messkoppler „leiterbahntechnisch“ jedoch modifiziert werden, da er im Originalaufbau keine ausreichenden Eigenanpassungsverhältnisse aufweist und daher Fehlanzeigen nicht ausgeschlossen sind! Des Weiteren konnte ein RS-402 weder bei der SWR noch bei der Leistungsanzeige überzeugen, auch nicht nach einem umfangreichen Neuabgleich.





Modifikation am DAIWA CN-801V – links unten der Koppler vor der Modifikation, rechts unten die Leiterbahnänderungen zur Verbesserung der Anpassungsverhältnisse S11 (S22) des Kopplers. Im linken Messbild vor Modifikation die S11 Anpassung in **blau** – nach Umbau die **gelbe** Messkurve betrachten. S21/S12 sind unverändert!



Auch das Kenwood **SW 2000 (SW 200)** ist mit seinen drei möglichen abgesetzten Messkopplern, der Anschluss erfolgt über eine fünfpolige Steckverbindungsleitung, für unterschiedliche Frequenzbereiche eine Alternative. Leider ist diese Messeinrichtung nicht mehr neu lieferbar. Kurzwellenmessungen beim SW-2000 bis 2KW, 2 Meter und 70cm bis 200 Watt. Die Messgenauigkeiten sind noch akzeptable. Weiter gehören auch das **SX 600**, der kleinere Bruder des SX 1000 (1100), von DIAMOND bezüglich der Messwertanzeigen als ausreichend dazu.



Ein YS 500 YAESU SWR- und Powermeter ist nicht empfehlenswert, auch eine Nachjustierung blieb erfolglos. Da u.a. bei niederohmigen Messungen abweichend von <50 Ohm sich keine zufriedenstellende Anzeigen ergaben. Leistungsmessungen ließen sich durch nachjustieren jedoch nur an einem exakten 50 Ohm System oder Abschlusswiderstand realisieren. Das Problem ist eine Verkopplung zwischen Vorlauf und Rücklauf durch eine zu geringe Richtschärfe und daher das Resultat eines ungeeigneten verbauten Koppler.



Es hat sich gezeigt, im Allgemeinen hatten einige SWR- und Powermeter eine befriedigende bis gute Aussage bei den Leistungsmessungen. Das SW-2000 (*Kenwood*) mit der Möglichkeit einer aktiven PEP Messmöglichkeit erfüllte diese Messungen befriedigend. Andere benötigen unbedingt einen realen Abschluss von 50Ω oder ein $SWR < 1,3$! Das bedeutet, wenn das $SWR > 1,3$ und deutlich schlechter ist, ist auch die Leistungs- und SWR Anzeige fehlerhaft. PEP Anzeigen mit passiven Messgeräteschaltungen sind nicht realisierbar und fehlerhaft, da dort nur eine „Kondensatorladung“ zur „Trägheitsanzeige“ zum Einsatz kommt. Diese zeigen nur bedingt eine Peak Anzeige an und nicht wie eine aktive Messschaltung für PEP wie das z.B. bei dem SW-2000 der Fall ist. Auch das DAIWA CN-801HP hat eine aktive PEP Anzeige, wenn auch eine sehr einfache die jedoch angepasst werden kann. **Grundsätzlich ist der Aufbau des Kopplers verantwortlich für die Qualität derartiger Messeinrichtungen** und nicht das Aussehen. Leider gehört auch dann noch ein nichtssagender „Beipackzettel“ als Anleitung dazu mit dem „Haupthinweis“ was man alles nicht machen darf!

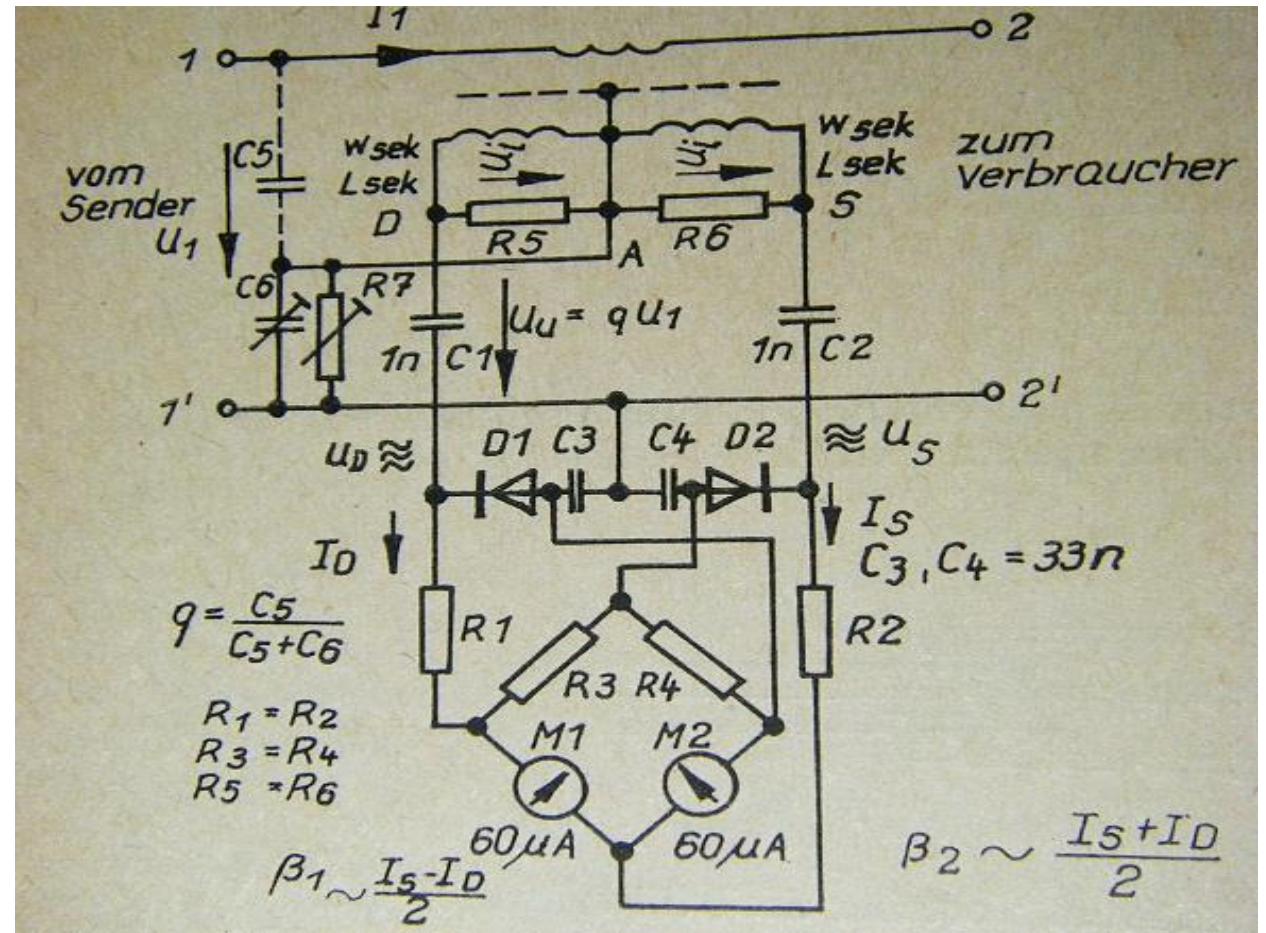
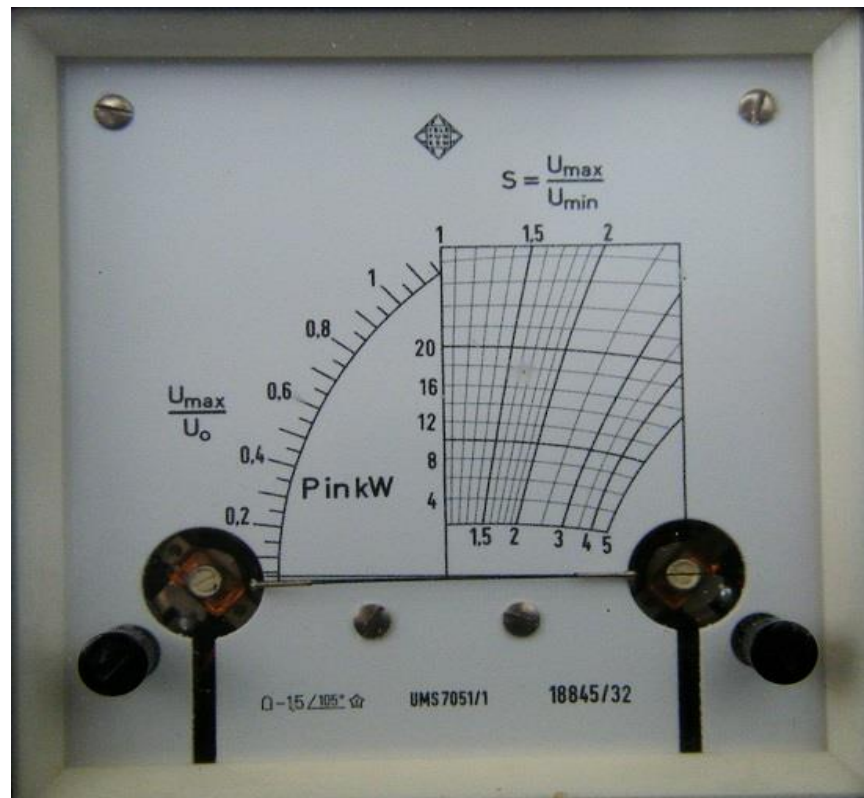
In dem folgenden Bild sind drei kommerzielle SWR- und Powermeter im Einsatz zu sehen. Diese Messinstrumente und Schaltungen unterscheiden sich natürlich von denen für den Amateurfunk üblichen Messeinrichtungen. Sie arbeiten mit einer Brückenschaltung, man achte auch einmal auf den Verlauf der SWR Linie 1!

SWR- und Leistungsmesser der Kurzwellensender in Nauen nahe Berlin. Hier im Bild nur drei Anzeigeeinstrumente von mehreren Sendern im Betriebszustand (AM bis ca. 500KW).
Noch eine Info dazu: Die verwendeten drehbaren Kurzwellenantennen haben einen Gewinn von 13 bis 21dB, abhängig von der Frequenz ab >5,8MHz!



Professionelles Anzeigeeinstrument mit Schaltung: HF-Wattmeter und Welligkeitsmesser (nach W. Buschbeck)

Dazu einige Erklärungen über die Funktion der Schaltung im Vortrag!



Nun noch etwas Theorie:

Der Richtkoppler ist die wichtigste Baugruppe eines guten SWR und Leistungsmessers!

Ein SWR- und Powermeter oder auch Reflektometer genannt besteht idealerweise aus zwei Trafo-Richtkopplern die hintereinander geschaltet werden, wenn der Einsatz im Kurzwellenbereich erfolgt. Das funktioniert so: Es werden die Spannungen der hinlaufenden und der rücklaufenden Welle jeweils ausgekoppelt - *siehe Folie 29*. Der eine Richtkoppler misst die hinlaufende (Power Anzeige), der andere die rücklaufende Welle (das SWR). Aus diesem Vorgang werden also die Power/SWR Werte angezeigt. Diese Koppler haben aufbaubedingt auch die größten Entkopplungen, gegenüber denen die nur einen Ringkern nutzen!

Die im Bild 21 gezeigte Schaltung zeigt einen anderen Koppler der häufig, bis auf die Brückenschaltung, zu finden ist. Leider sind durch den Koppleraufbau die Entkopplungen geringer. Benötigt wird dann zur Anzeigeoptimierung eine Möglichkeit zur Kompensation zwischen E-Feld und H-Feld. Die E-Feld Schaltung bestehend aus C5, dem Trimmkondensator C6 und dem Einstellwiderstand R7 welche dann zur Anpassung des H-Feldes welches aus dem Ringkernübertrager mit den Z-Widerständen R5 und R6 auf den Bezugspunkt Mitte der Ringkernbewicklung eingestellt wird. Dieser gesamte „Kopplungsvorgang“ ist jedoch wesentlich komplexer als hier kurz erwähnt.

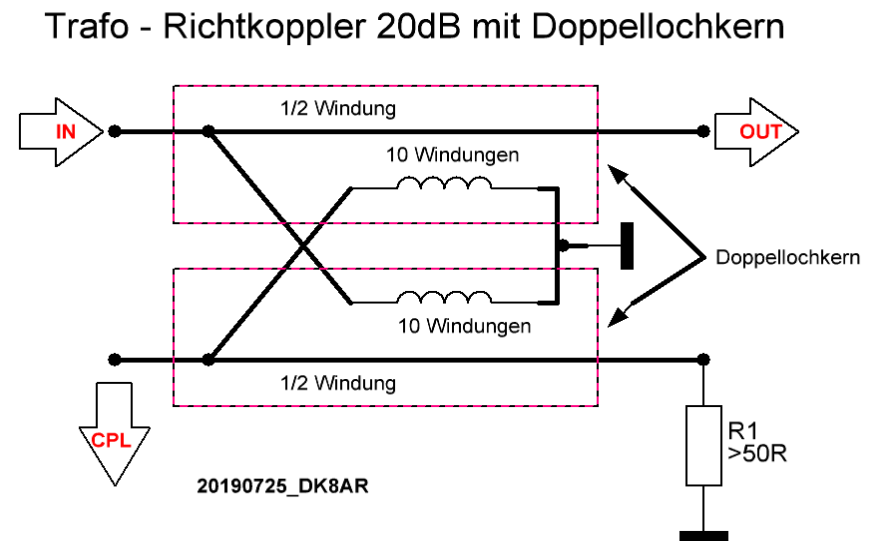
Die in der Folie 21 gezeigte Schaltung bezieht sich auf sogenannte frequenzunabhängige – Reflektometer, in diesem Fall etwa 1,8 bis <160MHz. Der in der Folie 27 gezeigte ist ein frequenzabhängiger Koppler, das bedeutet er hat nur einen eingeschränkten Frequenzbereich z.B. für 2 Meter und/oder 70cm, 470MHz bis etwa 900MHz. In den oberen Bändern 23cm, <13cm usw. sind meistens dann nur noch frequenzabhängige Richtkoppler zu finden!

Trafo Richtkoppler nicht für „Leistungstechnik“ in SMT Bauform = Oberflächenmontage

ADC-20-4+

20 dB SMT Directional Coupler, 5 - 1000 MHz, 50Ω

SMT Technik Oberflächenmontage
(surface-mounting technology)

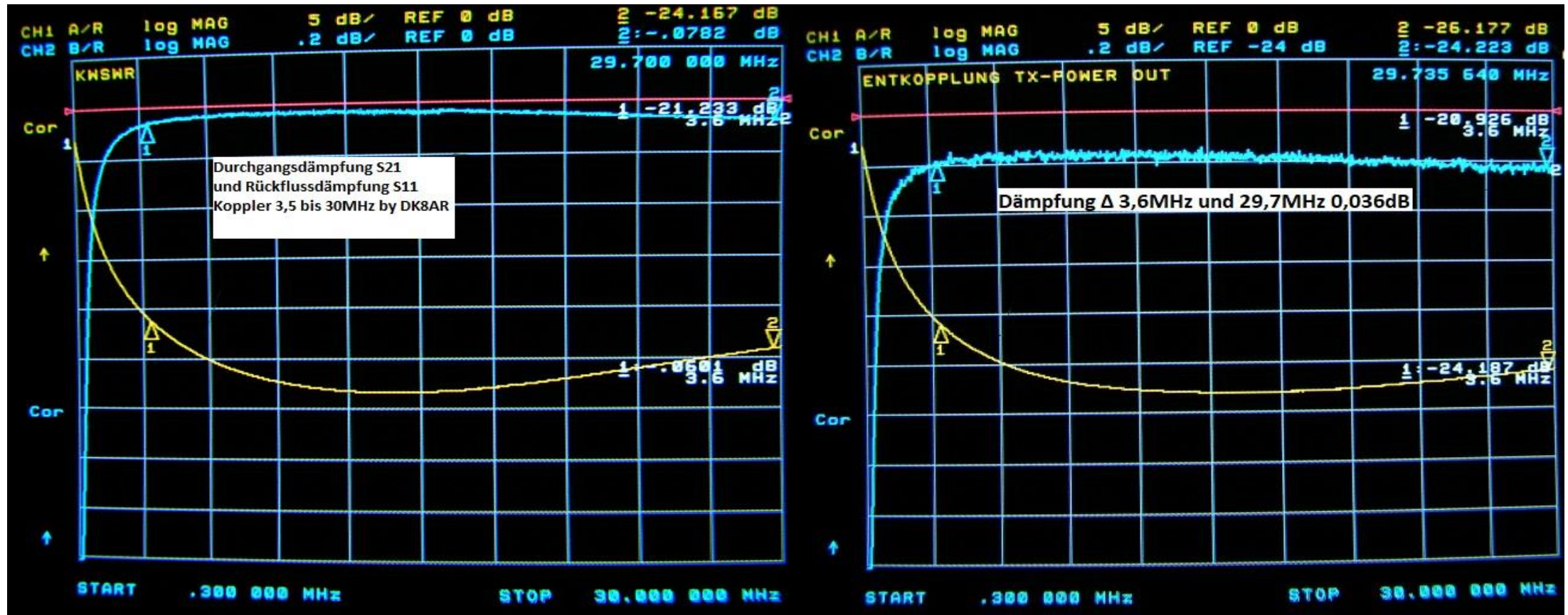


Ein Richtkoppler muss mit seiner Auskopplung einen sehr linearen Verlauf über seinen spezifizierten Frequenzverlauf haben. Sonst hat man frequenzabhängig eine nicht zu unterschätzende Ungenauigkeit bei den Anzeigewerten. Die Durchlassdämpfung S_{21} sollte $<0,15\text{dB}$ sein.

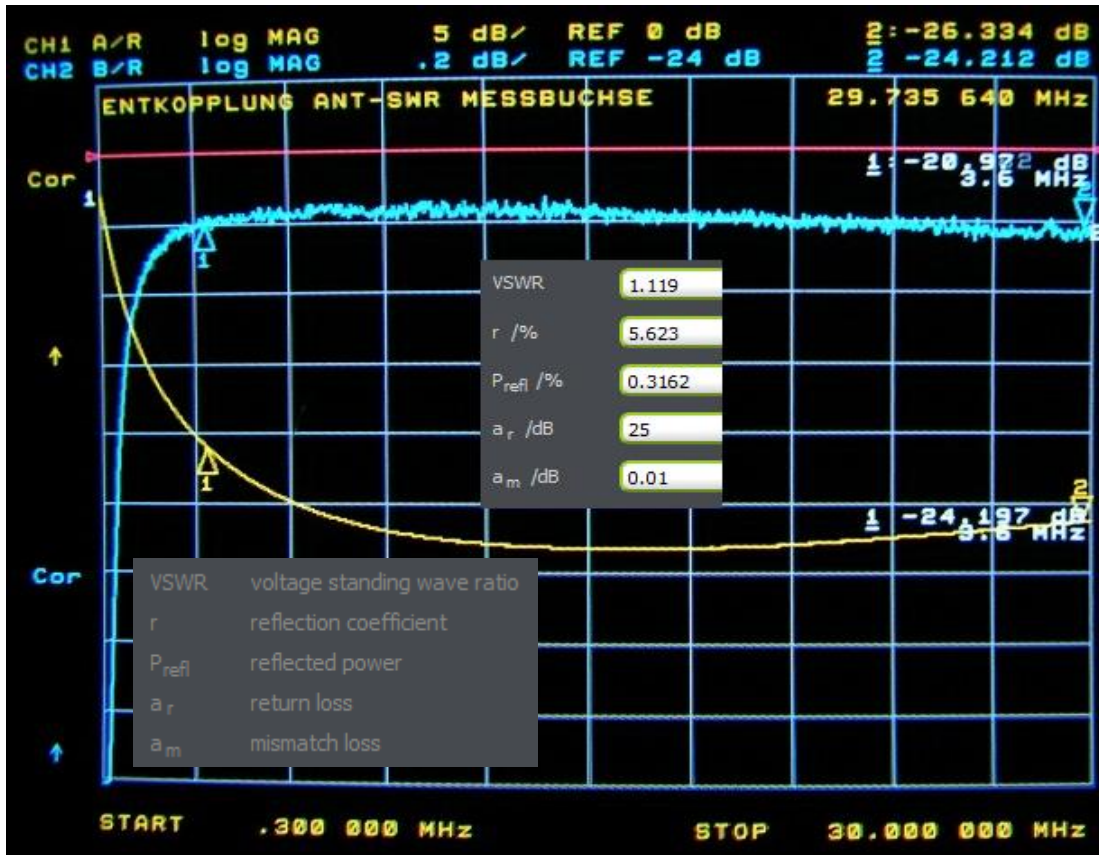
Die Auskopplung sollte etwa $>25\text{...}30\text{dB}$ betragen und möglichst linear verlaufen! Beispiel bei 30dB Auskopplung (=Faktor $1/1000$) bei einer Sendeleistung von 100Watt wären an der Auskopplung des Kopplers 100mW ! Auch bei ungünstigen Anpassungsverhältnissen ist dann die SWR- und Poweranzeige weniger beeinträchtigt. Bei Selbstbau sind die Bauelemente passend bezüglich ihrer Belastung und geringen Toleranzen auszuwählen!

Die **Richtschärfe** (*Directivity*) sollte $>25\text{dB}$ sein. Die **Richtschärfe** gibt an, wie die Endkopplung von Vorlauf zu Rücklauf und umgekehrt ist. Das bedeutet, die Entkopplungen müssen so groß sein, dass weder der Eingang noch der Ausgang des Kopplers das Messergebnis beeinträchtigen sollte. Dazu gehört auch wenn der Ausgang keine exakten 50Ω sieht, ansonsten sind Fehlmessungen von SWR Anzeigen oder Power Messungen vorprogrammiert. Je geringer die Entkopplungen und Anpassungsverhältnisse sind um so ungenauer wird das gesamte Messergebnis bei nicht idealen Impedanz Verhältnissen wie das häufig bei Antennen der Fall ist.

Messbilder über einen von mir selbstgebauten Messkoppler für den Bereich 3,5-30MHz. Links die Durchgangsdämpfung. Im rechten Bild ist die Entkopplung zwischen Power In zum Messausgang Power Anzeige zu sehen. Man achte auf die Skalierungen S21 von 0,2dB/DIV

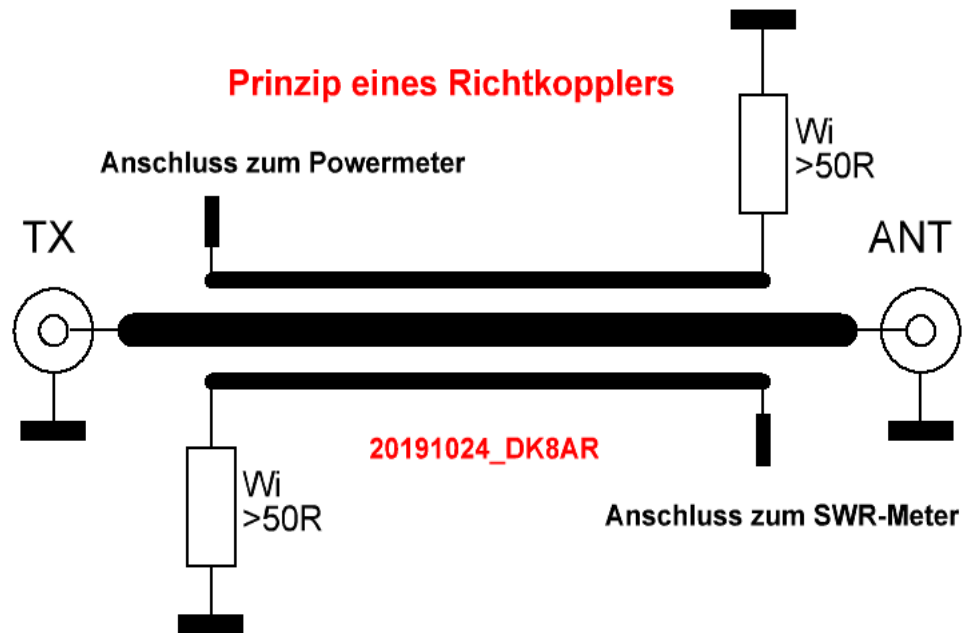


In dem linken Bild ist die Entkopplung der Antennenbuchse zur SWR Messauswertung zu sehen. Die Tabelle zeigt die Zusammenhänge: Eingangsleistung zur Richtschärfe daraus resultierendes SWR und wiederum reflektierte Leistung in dBm bzw. Watt!

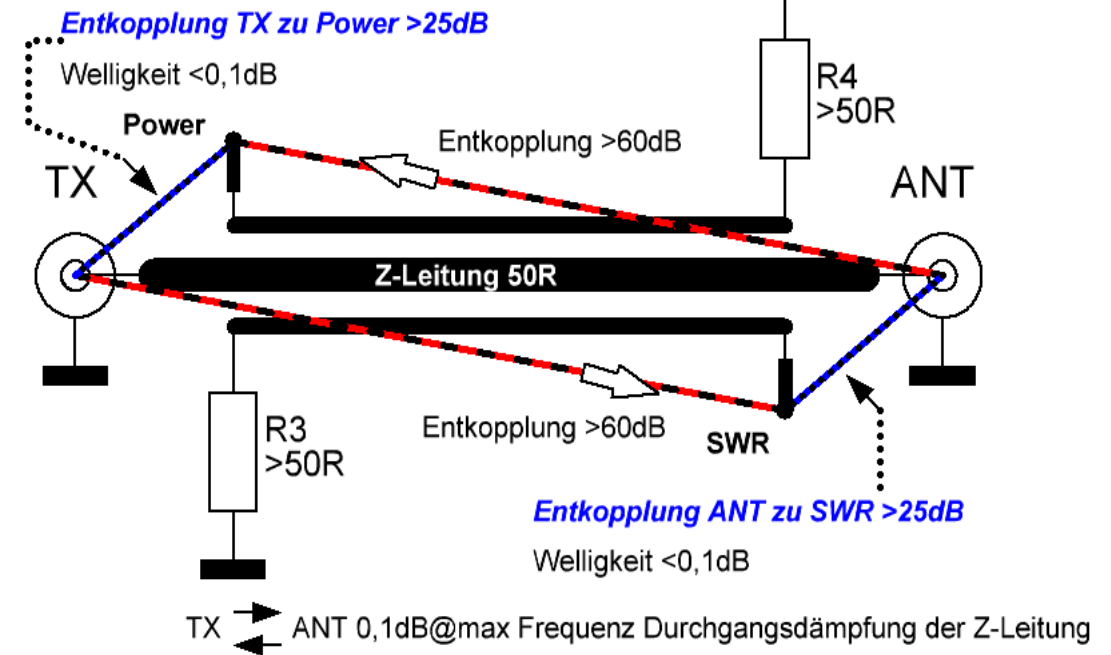


Eingangsleistung	Eingangsleistung	Richtschärfe	resultierendes SWR	reflektierte Leistung	reflektierte Leistung
in dBm	≅ in Watt	dB	SWR	in dBm	in Watt
50	100	50	1,006	0	0,001
50	100	45	1.011	5	0,003
50	100	40	1,02	10	0,01
50	100	35	1,036	15	0,03
50	100	30	1,065	20	0,1
50	100	25	1,119	25	0,316
50	100	20	1,222	30	1
50	100	15	1,433	35	3,16
50	100	10	1,925	40	10
50	100	5	3,57	45	31,6
50	100	0	?	50	100

Prinzip Aufbau und mindestens erforderliche Endkoppelverhältnisse eines Richtkopplers (Abbildungen sind Streifenleiterkoppler)

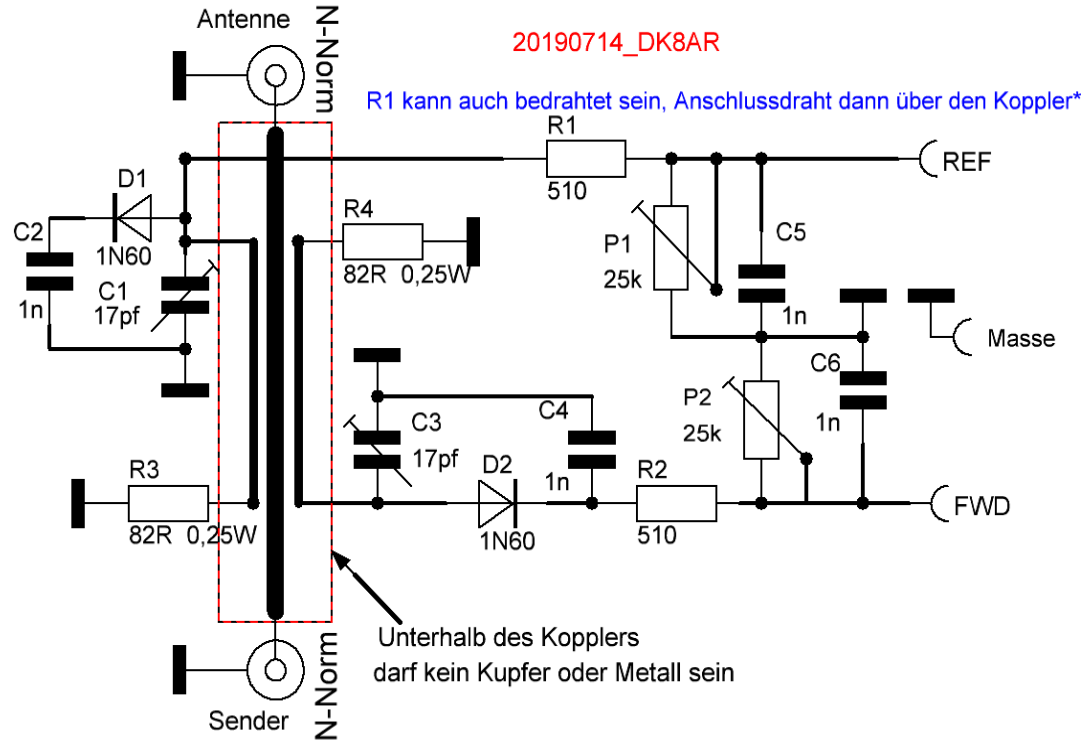


Kopplerverhältnisse eines Richtkopplers

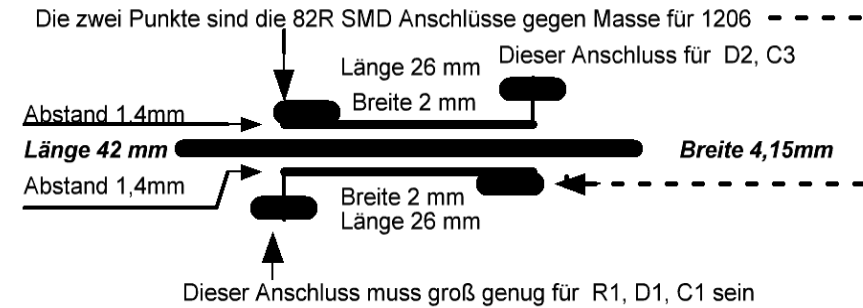


Schaltungsvorschlag für ein SWR- und Powermeter für 2Meter und das 70cm Band

Power/SWR Koppler für 145 und 435 MHz <100Watt

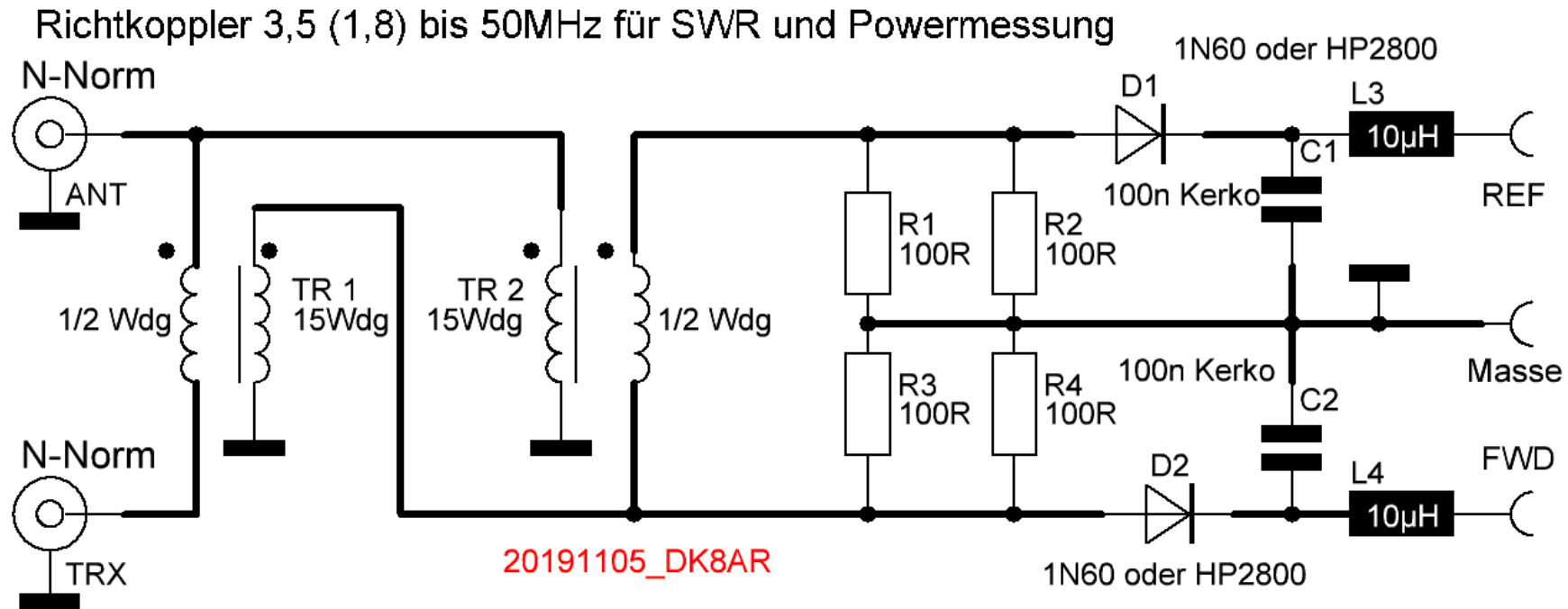


Der Koppler



- Artikel-Nr.: RND 1206 1 82 von Reichelt
- SMD-Widerstand, 1206, 82 Ohm, 250 mW, 1%
- Einstellpotentiometer 10 mm liegend PT 10-L 25k Reichelt
- Abblockkondensatoren 1n SMD NP0 1206 BH 1,0N Reichelt
- R1 Widerst. hier einsetzbar auch METALL 510 Reichelt**
- Folientrimmer 2-17 pF \varnothing 10 mm Art.Nr.: F10-15 FUNKAMATEUR Online-Shop
- Ge-Diode 1N60 Art.Nr.: 1N60 FUNKAMATEUR Online-Shop (*Vorsicht Löttemperatur beachten*)
- Leiterplatte einseitig Material FR4 1,5mm 30u Kupferauflage

Prinzipieller Aufbau eines Richtkopplers für den Kurzwellenbereich in Trafo Technik

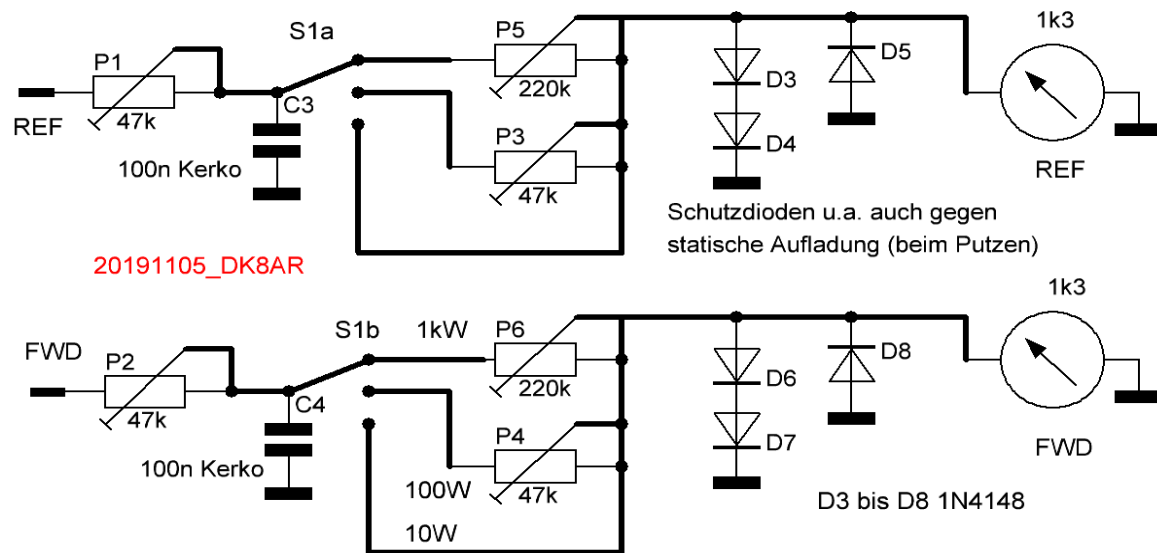


Ringkernmaterial 4C65 Ferroxcube oder 61 von Amidon
 Ringkern für Anwendung ab 1,8MHz Amidon 43 Mat.

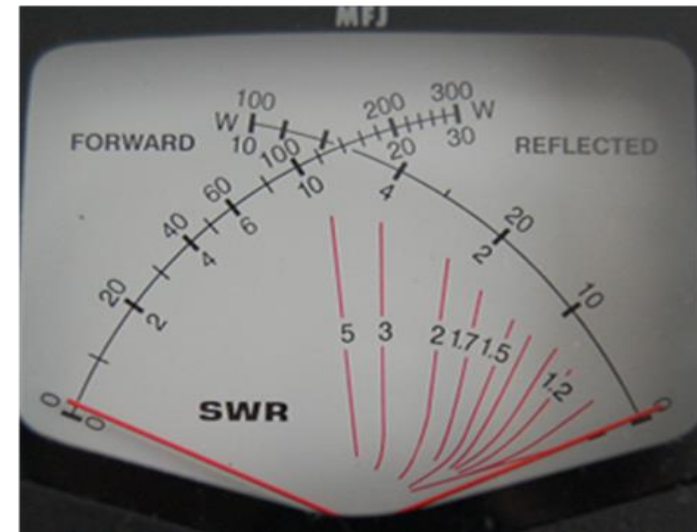
4C65 SPECIFICATIONS

Low permeability NiZn ferrite for use in RF tuning, wideband and balun transformers.

In dieser Darstellung ist eine Schaltung zum Optimieren der Anzeige durch Einstellwiderstände zu sehen. Die Messwertanzeigen für die entsprechenden Messinstrumente die im Allgemeinen $<1\text{mA}$ sein sollten, können dadurch eingestellt und optimiert werden. Die Dioden 1N4148 dienen zum Schutz der empfindlichen Messwerke! Die Einstellprozedur sollte mit sehr guten Referenzinstrumenten oder mit qualitativ hochwertigen Messgeräten erfolgen. Dazu gehören auch Fehlabschlüsse (Widerstände) mit 25Ω für SWR 2, 50Ω für $\text{SWR} >1$, 75Ω und 39Ω für SWR 1,5 und 100Ω für ein SWR von 2. Alle Widerstände müssen kapazitäts- und induktivitätsarm sein für den entsprechenden Frequenzbereich!



Instrumente mit solchen SWR Anzeigen sollten nicht zum Einsatz kommen!



Ob nun ein Kreuzzeigerinstrument oder ein umschaltbares SWR-und Powermeterinstrument zur Anwendung kommt ist von dem Anwendungsfall abhängig! Bei ständigen „Antennenversuchen“ würde ich einem Kreuzzeigerinstrument zustimmen, da hier der Nachgleich und die Umschaltungen auf den Kalibration Punkt (SET) entfällt. Gleiches gilt auch bei unterschiedlichen Senderleistungen, dort muss bis auf die Leistungsbereichumschaltung bei einem Kreuzzeigerinstrument nichts weiteres berücksichtigt werden.

Es versteht sich ein optimieren der Anpassung von Antennen unter Verwendung eines nicht geeigneten SWR Meters mit einem schlechten Richtkoppler kann zwar augenscheinlich gut aussehen, jedoch ist die ernüchternde Realität danach eine Andere.

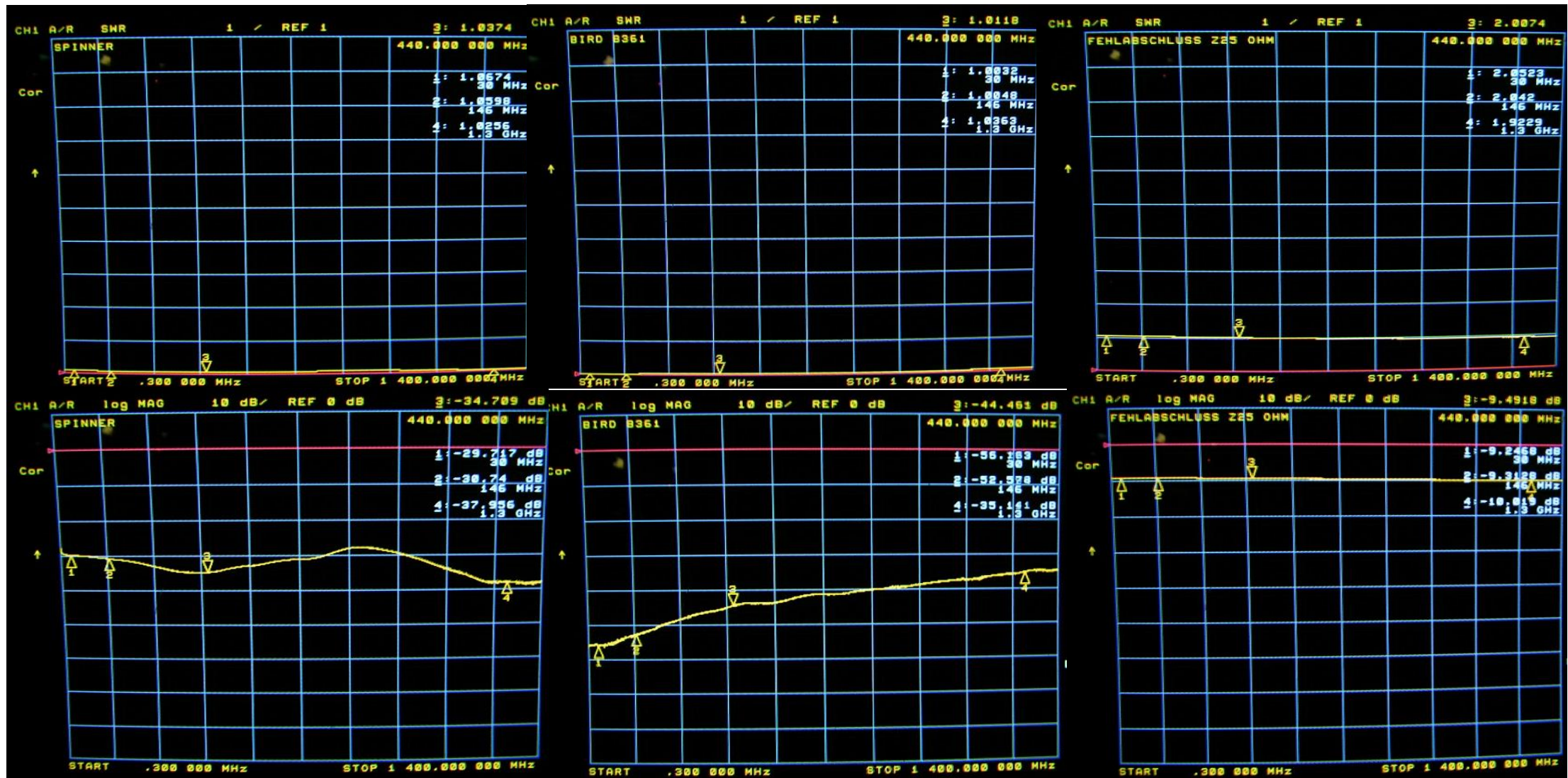
Deshalb ist jedem Antennenbauer der Einsatz eines Analyzer für S11 Messungen zu empfehlen und diese Anzeigewerte gegenüber SWR Metern zu vertrauen. Kein übliches SWR Meter, ausgelegt für 50Ω, kann Dir anzeigen z.B. bei einem SWR von 2 hat man nun mit einem 100Ω oder mit einem 25Ω System zu tun. Gute SWR-und Powermeterinstrumente mit einem vernünftigen Richtkoppler sind leider rar und haben ihren Preis.

Auch können, sofern vorhanden, für gleiche Messungen einmal verschiedene SWR– und Powermeter Messinstrumente verglichen werden – man wird u.U. erstaunt sein!

Bei meinen Untersuchungen hat sich das SX-1000 von Diamond als das beste Messgerät bezüglich Messgenauigkeit mit seinen Kopplern gezeigt. Ob die Qualität durchgehend gewährleistet ist, auch für das Nachfolgemodel, kann ich nicht sagen. Nur soweit, die SWR und Leistungsmessungen entsprachen den Messungen die mit einem Netzwerk Analyzer und einem professionellen Leistungsmesser weitestgehend vergleichbar waren! Im rechten Bild ist des Nachfolgemodel zu sehen SX-1100. Ein Unterschied ist an der Frontplatte zu erkennen, der „Bandschalter“ fehlt, der ist ungünstiger Weise auf die Rückseite gewandert als Schiebeschalter, leider nicht sichtbar und daher schlecht bedienbar - schade!



Die verwendeten Leistungswiderstände: Messdarstellung SWR und S11 Rückflusdämpfung



Ich hoffe, diese Präsentation hat ein wenig wissenswertes in die SWR- und Powermeter Vielfalt gebracht. Jeder kann jedoch „**sein Instrument aussuchen**“ und für seine Messbedürfnisse bezüglich Antennenanpassungsmessungen benutzen!

Zu den Messungen gehören übrigens auch die Anpassungsverhältnisse zwischen einem Transceiver und einer externen Endstufe ob in Halbleiter- oder Röhrenschaltung.

Und immer daran denken „ich glaube“ ist keine technisch- wissenschaftliche Aussage - aber ich habe mit geeigneten Messgeräten die Werte und Funktionen geprüft!!!

Ich möchte mich bei Euch für eure Aufmerksamkeit bedanken!

Wie immer ist auch diese Präsentation auf den entsprechenden Seiten im „Netz“ zum Nachlesen und zum Bau von SWR-und Powermeter Messinstrumenten verfügbar!

DK8AR Henri