

Rotierender Breitbanddipol "Breitbein".

=====

W.Pauls, Berlin.

I. Einführung und vorliegende Konstruktion.

=====

Vom Institut für Schwingungsforschung wurde in engster Zusammenarbeit mit der Firma Telefunken die Umstellung einer Parabol-Spiegelantenne auf Breitbandbetrieb durchgeführt.

Abb.1 zeigt den Aufbau der Antennenanlage. Ein Dipol aus $\lambda/4$ -Stäben, der einen Parabolspiegel erregt, ist exzentrisch zur Spiegelachse ungefähr in Höhe des Spiegelbrennpunktes drehbar angeordnet. Eine Pertinaxscheibe trägt den aufgespritzten Reflektor. Durch die exzentrische Lage des Dipols schiebt das Strahlungsdiagramm und wird durch Drehen des Dipols um die Spiegelachse geschwenkt. Durch die vier Lagen rechts-links, oben-unten, wird eine Leitlinie erzeugt, wie es rechts angedeutet ist. Oben auf dem Bild ist der Antennenkopf schematisch dargestellt. Dipol mit Symmetrierung und Reflektor sind drehbar und werden durch einen Motor angetrieben. Die hochfrequente Energie wird durch die Motorwelle über einen kapazitiven Schleifring zugeführt. Der Antennenkopf ist mit dem Gerät durch ein Hochfrequenzkabel verbunden, das durch die Stütze geführt wird.

Für die Umstellung der Antennenanlage auf Breitbandbetrieb waren folgende allgemeine Forderungen gestellt :

1. Welligkeit auf der 70-Ohm Energieleitung sollte innerhalb eines Bandes von $\pm 13\%$ möglichst nicht grösser als 1,5 sein. Die zulässige Welligkeit ist bei dieser Anlage nur durch die Rückwirkung auf den selbsterregten Sender bestimmt, da die Verringerung der Reichweite bei dieser Welligkeit noch unwesentlich ist.

2. An der Antennenanlage sollten bis auf das Auswechseln des Antennenkopfes möglichst keine Veränderungen vorgenommen werden, um eine einfache Umstellung der schon vorhandenen Anlagen vornehmen zu können.

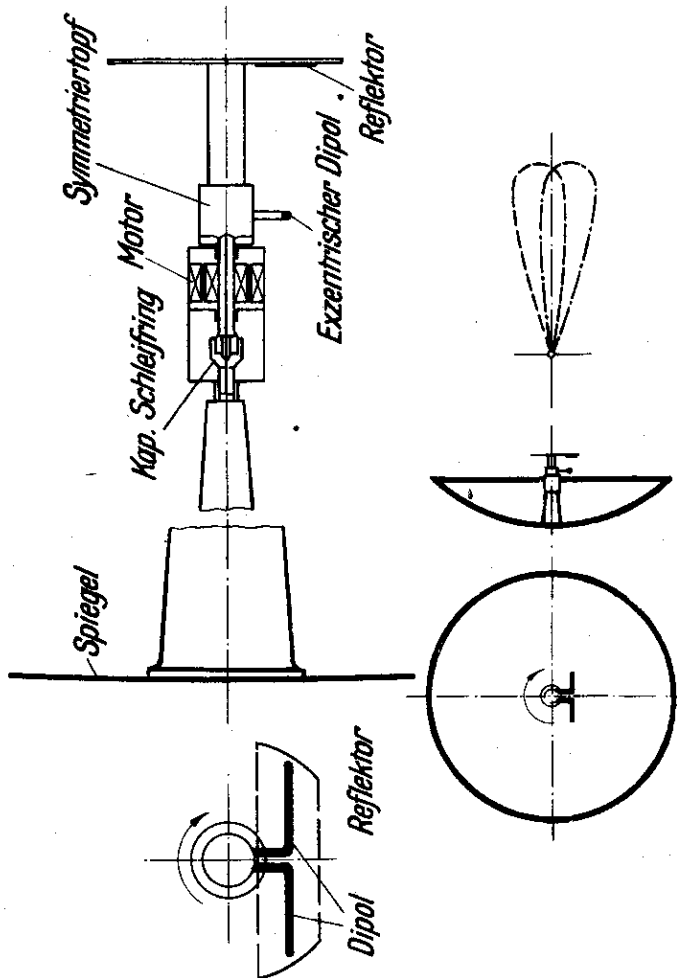


Abb.1 Aufbau der Antennenanlage.

Als das Institut mit der Entwicklung des Breitbanddipols begann, lag bei der Firma Telefunken bereits eine von Herrn Missler entwickelte Breitbandausführung "Breit-schwanz" für den gleichen Verwendungszweck vor, die inzwischen weiter verbessert wurde.

Abb.2 zeigt die Ausführung.

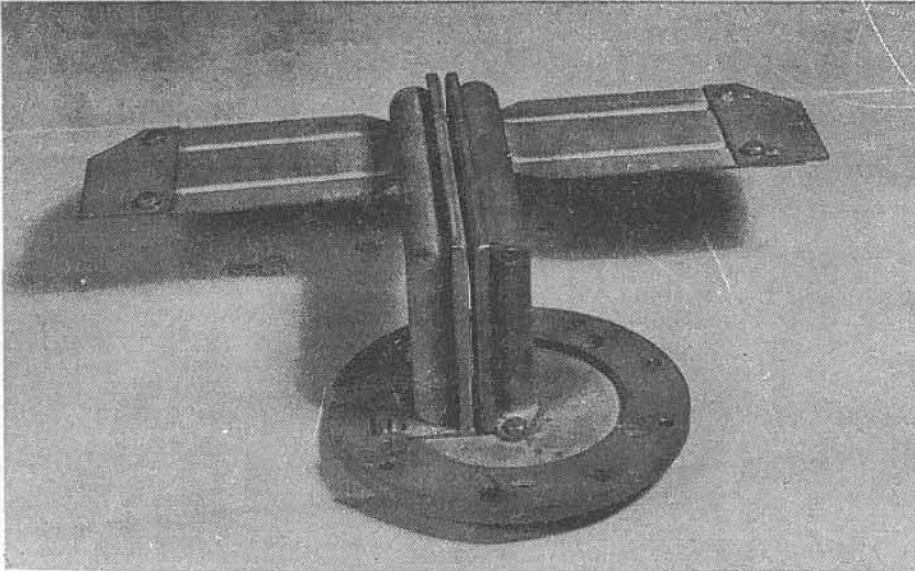


Abb.2 Breitbanddipol "Breitschwanz"

Der Dipol besteht aus zwei breiten Blechen, die von der geknickten, als Symmetrierschleife ausgebildeten Rohrleitung gehalten werden, die gleichzeitig zur Kompensation des Dipol-Blindleitwerts dient. Der Wellenwiderstand der Schleife ist durch den Blindleitwertverlauf des Dipols bestimmt. Um den für die Kompensation erforderlichen kleinen Wellenwiderstand von ca. 15 Ohm zu erhalten, ist die Schleife als Bandleitung ausgeführt worden. Die 70-Ohm-Leitung wird durch einen Zweig der Schleife zum Dipolanschluss geführt. Abb.3 zeigt eine an einem Breitbanddipol "Breitschwanz" gemessene Welligkeitskurve. Die Welligkeit liegt zwischen 1,4 und 1,8.

Von Nachteil bei dieser Ausführung ist die durch die Abknickung der Symmetrierschleife bedingte schwierige Herstellung, ferner die geringe Spannungsfestigkeit, da der Abstand beider Leitungen der Symmetrierschleife sehr klein ist.

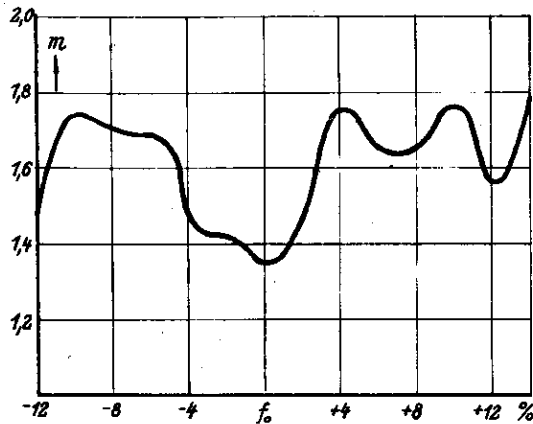


Abb.3 Welligkeitskurve für einen Breitbanddipol "Breitschwanz".

II. Neue Aufgabenstellung und Entwurf.

=====

Aus diesem Grunde waren für den Antennenkopf, der vom Institut in Zusammenarbeit mit der Firma Telefunken entwickelt wurde, drei Forderungen wesentlich :

1. Möglichst einfache konstruktive Ausführung zugunsten einer einfachen Fertigung.
2. Hohe Spannungsfestigkeit.
3. Möglichst geringe Welligkeit ($< 1,5$).

Abb.4 zeigt die Zeichnung des Breitbein-Dipolkopfs mit $\lambda/4$ -Blechen, Halbschalenkonstruktion zur Symmetrierung und Kompensation und einer hochohmigen $\lambda/2$ -Leitung in Form einer Wendel. Die Strahler sind dünne Bleche. Diese Strahlenform hat sich durch Ausmessung einer Reihe von Formen als günstig für die vorliegende Aufgabe erwiesen. Durch die Abnahme der Breite nach den Enden zu wird die Resonanzlänge verhältnismässig gross und damit die Strahlungsdämpfung genügend gross.

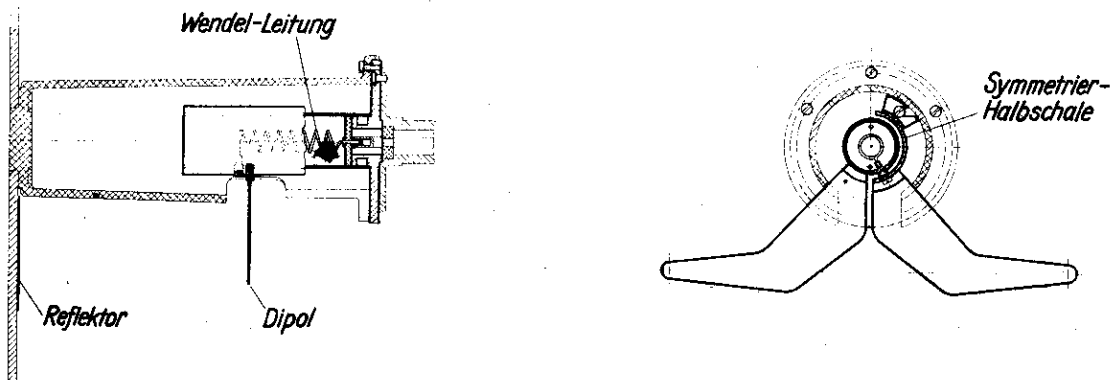


Abb.4 Breitbeindipol "Breitbein".

Die Strahlerbleche sind abgeknickt und an der Halbschalensymmetrierung befestigt. Die Halbschalensymmetrierung nach Vorschlag von Professor Zinke ist kennzeichnend für die ganze Ausführung und ermöglicht den einfachen Aufbau. Die elektrische Länge des Rohres mit Halbschale ist $\lambda_0/4$. Der Anschlusspunkt der Dipole liegt nicht am Ende der Symmetrierleitung, sondern mehr am Kurzschluss. Das entspricht einer Transformation des Wellenwiderstandes gegenüber einem Anschluss am Ende der Symmetrierleitung, so dass der Abstand der Halbschalen zugunsten einer höheren Spannungsfestigkeit grösser gehalten werden kann. Dipol und Halbschalensymmetrierung sind über eine hochohmige $\lambda/2$ -Leitung mit der 70 Ohm-Leitung verbunden. Da die $\lambda/2$ -Leitung nicht als gestreckte Leitung unterzubringen war, wurde sie als Wendelleitung ausgeführt. Das hat den weiteren Vorteil, dass Dipol, Halbschalensymmetrierung und Wendelleitung eine geschlossene leicht austauschbare Baueinheit darstellen.

III. Messung der Ortskurven ohne Spiegel.

Einen kurzen Ueberblick über das Zusammenwirken der einzelnen Schaltelemente geben die wichtigsten Ortskurven. Dazu ist zu sagen, dass ohne eine Bestimmung der Ortskurven die Aufgabe kaum hätte gelöst werden können, eine Messung der Welligkeit allein also nicht ausreichte. Es musste eine grosse Zahl von Ortskurven gemessen werden, um die günstigste Dimensionierung der einzelnen Bauelemente zu finden. Die Messungen wurden mit einer Messleitung "Lotos" in Zusammenarbeit mit Dr. Bausenhardt und Dr. Failer bei Telefunken durchgeführt.

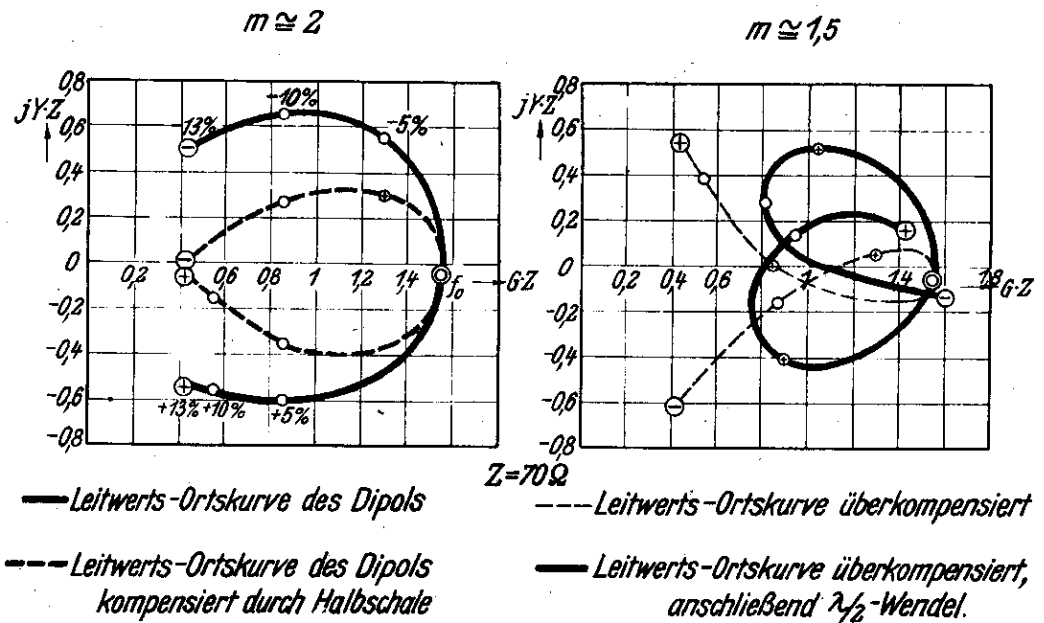


Abb.5 Ortskurven des Breitbanddipols "Breitbein".

Bei Dipolen mit $\lambda/4$ -Stäben ist es zweckmässig, mit Leitwerts-Ortskurven zu arbeiten, da hier der Blindleitwert der Antenne durch Parallelschalten des Sperrkreises kompensiert werden soll. Daher sind alle Ortskurven Leitwertsortskurven. Die Ortskurven der Abb.5 sind ohne Spiegel gemessen. Die stark ausgezogene Kurve links ist die Ortskurve des Dipols mit Reflektor. Die eingetragenen Punkte sind die Werte

für Bandmitte und für Verstimmungen ± 5 ; ± 10 und ± 13 %.

Die gestrichelte Kurve links ist die durch die Halbschalensymmetrierung kompensierte Dipolortskurve, die sich durch Addition der Blindleitwerte des Kompensationskreises aus der Dipolortskurve ergibt. Die mit dieser Ortskurve erzielbare Welligkeit von 2 reicht nicht aus. Der verhältnismässig noch ungünstige Verlauf ist auf die abgeknickte Dipolform zurückzuführen, da ein Teil des Dipols als Leitung wirkt und so zur Strahlung nicht beiträgt. Durch eine Ueberkompensation mit anschliessender $\lambda/2$ -Leitung kann die Ortskurve weiter verbessert werden. Die gestrichelt ausgezogene Ortskurve rechts zeigt den Verlauf nach Ueberkompensation. Nach der $\lambda/2$ -Leitung hat die Ortskurve dann einen Verlauf, wie ihn die stark ausgezogene Kurve zeigt. Die grösste Welligkeit beträgt jetzt im ganzen Frequenzbereich höchstens 1,5. Wie bereits erwähnt, gilt diese Ortskurve für den Dipol mit Reflektor, aber ohne Spiegel.

IV. Einfluss des Dipolabstands vom Spiegelgrund.

=====

Abb.6 zeigt den Einfluss des Spiegels auf die Ortskurve für einen Abstand Dipol-Spiegel von 980 mm mit normaler bisher gebräuchlicher Stützenlänge. Die gestrichelte Kurve zeigt noch einmal zum Vergleich eine Ortskurve ohne Spiegel. Durch die Strahlungskopplung Dipol-Spiegel wird diese Ortskurve zu der stark ausgezogenen Ortskurve aufgeweitet. Die Welligkeit steigt auf untragbare Werte zwischen 2 und 2,2 an, wie die eingezeichneten Kreise gleicher Welligkeit zeigen.

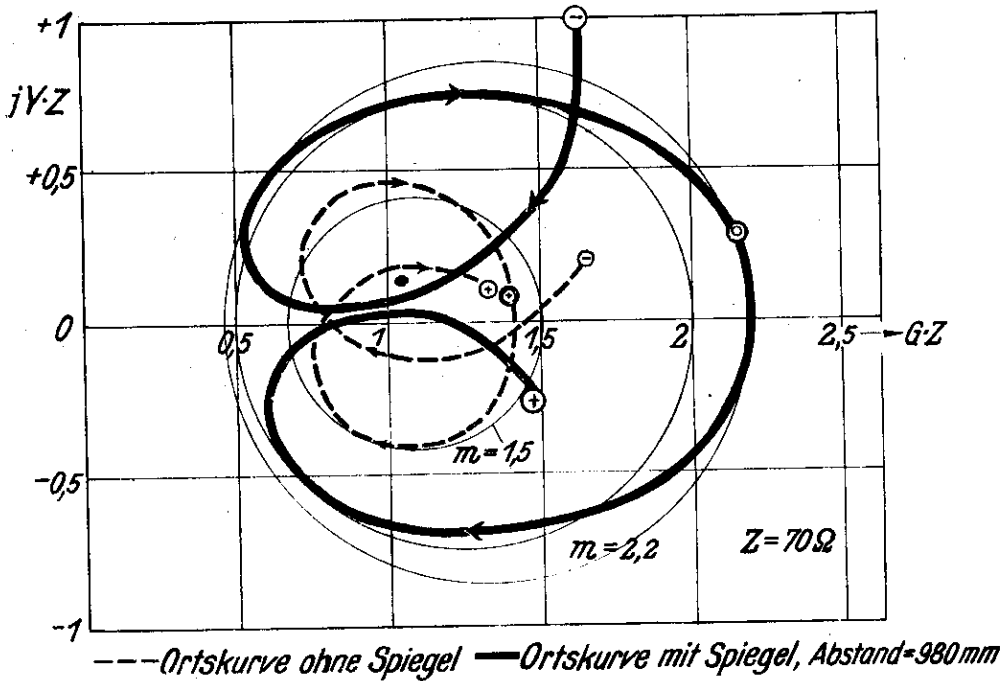


Abb.6 Aufweitung der Ortskurve bei falschem Dipolabstand vom Spiegel.

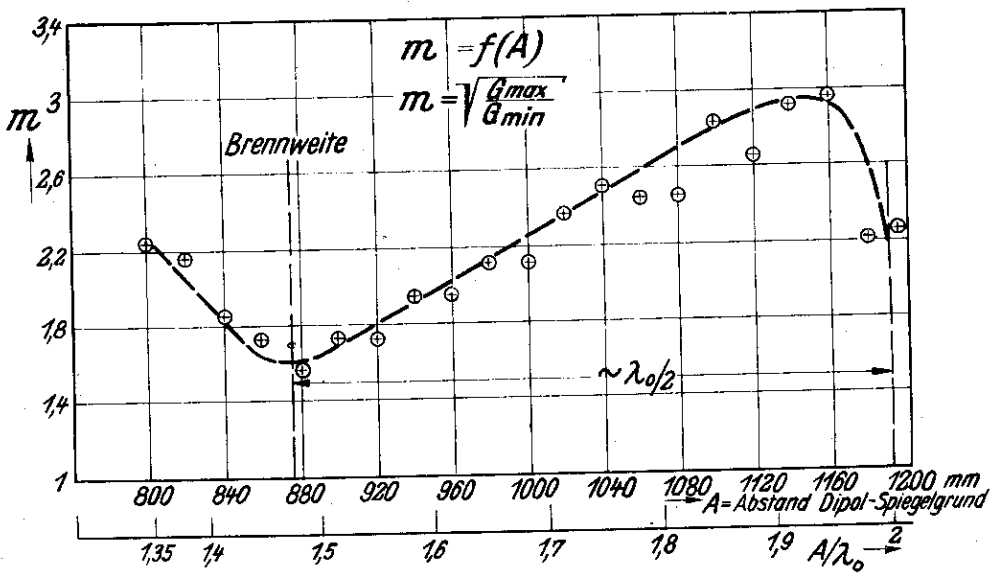


Abb.7 Einfluss des Abstands Dipol-Spiegelgrund auf die Welligkeit.

Nächste Aufgabe war es nun, den Einfluss des Dipolabstandes vom Spiegelgrund auf die Ortskurve näher zu untersuchen. Abb.7 zeigt das Ergebnis. Die einzelnen durch Punkte bezeichneten Messwerte wurden folgendermaßen erhalten. Für einen bestimmten Abstand beispielsweise 960 mm wurde für das gesamte Band für den normal kompensierten Dipol mit Reflektor im Spiegel ohne $\lambda/2$ -Wendel die Ortskurve gemessen. Daraus wird G_{\max} und G_{\min} bestimmt. Dann ist die bei diesem Spiegelabstand auftretende grösste Welligkeit $m = \sqrt{G_{\max}/G_{\min}}$ innerhalb des Bandes. Die Messung zeigt ein Optimum für einen Abstand Dipol-Spiegel = 880 mm, und zwar ist der Abstandsbereich für günstige m -Werte $\approx \pm 20$ mm. Die Kurve bestätigt weiter die zuerst gemessene Welligkeit von 2,2 für den Abstand 980 mm. Die Kurve ist periodisch für $\sim \lambda_0/2$.

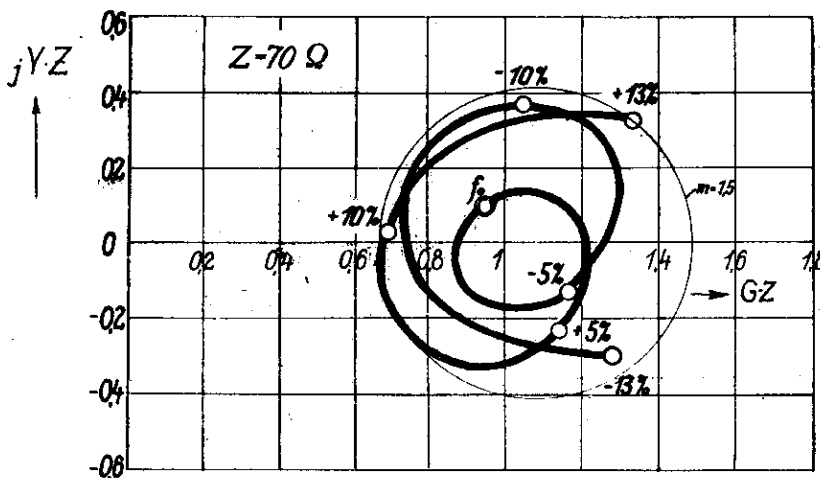


Abb.8 Ortskurve eines Breitband-Dipols "Breitbein" im Spiegel.

Abb.8 zeigt die Ortskurve des Dipols mit Reflektor und $\lambda/2$ -Wendel für den günstigsten Abstand 880 mm. Die Welligkeit liegt fast durchweg unter 1,5. Der Spiegeleinfluss macht sich durch einen etwas anderen Verlauf der Ortskurve und

durch eine stärkere Verschleifung bemerkbar. Eine einfache Verschleifung zeigt schon die Ortskurve des unkompenzierten Dipols im Spiegel. Mit Abstandsänderung wandert die Schleife durch die Ortskurve. Die Schleife bildet sich für einen Abstand von $1,45 \lambda \pm n \cdot \lambda/2$.

Die Bedingungen für die Anpassung waren damit erfüllt. Die Ausmessung des Diagramms zeigt, dass Auslenkung der Strahlungskeule und Grösse der Nebenmaxima den normalen Werten entsprechen. Mit Rücksicht auf die Anpassung musste an der Anlage eine Kürzung der Stütze vorgesehen werden.

Zuletzt erfolgte dann die Spannungsprüfung. Es zeigte sich, wie auch zu erwarten war, dass der in Bezug auf Spannungsfestigkeit schwächste Teil die $\lambda/2$ -Wendel ist, da an der Wendel erst eine Aufwärtstransformation und dann eine Abwärtstransformation erfolgt und die höchste Spannung in der Mitte der $\lambda/2$ -Wendel auftritt. Durch eine Verstärkung der Wendel wurde erreicht, dass für eine Leistung von 150 kW die Spannungsfestigkeit ausreicht. Ein Sprühen an den Dipolenden liess sich durch Verstärken und Verrunden der Kanten unterdrücken.

Als Werkstoff für den Breitbanddipol "Breitbein" ist verzinktes Eisen vorgesehen.