

Versuche mit Baluns (1)

Gestaltwandel einer FD4

Fredri Ziebur, DL7ABH

Sporadische Trimmversuche an meiner Doppel-Windom ließen stets viele Wünsche offen. Erst umfangreiche Tests brachten unerwartete Details ans Tageslicht. So reagiert dieses System recht sensibel darauf, wie die Strahlerenden an den Balun angeschlossen werden.

Auch die Orientierung der Antennen zueinander ist bedeutsam. Entscheidet sie doch darüber, ob ein Strahler beim Zusammenschalten eine Erhöhung oder Verringerung seiner Resonanzfrequenz erfährt. Nebenbei wurden beim Balunbau außerordentlich gute Wickelerggebnisse mit dem Einsatz einfacher Elektro-Zwillingslitze und billigsten Ferrit-Ringkernen erzielt. Aufbau und Vermessung eines kleinen Doppel-Windom-Systems aus 40- und 30-m-Strahler runden das Ganze ab.

Wie alles begann

Ein zwischen Schornstein und Birnbaum gespannter Draht und ein alter Röhren-transceiver vermittelten erste Kontakte zum „Rest der Welt“. Ein benachbarter

OM überließ mir ob dieser „Minimalausstattung“ eine abgelegte FD4 mit Handikap, das darin bestand, dass das lange Strahlerbein irgendwann einmal in der Mitte durchtrennt worden war. Sofort eingeleitete Lötversuche behoben den Schaden. Ein wetterfester „Verband“ beendete die Aktion. Geeignete Aufhängepunkte in NS-Richtung wurden eiligst herbeigezaubert, wobei der Fritzel-Balun ca. 2 m über dem Schornstein an einem Alu-Rohr Halt fand. Damit hatte sich der erste Gestaltwandel vollzogen!

Die damaligen Ausbreitungsbedingungen waren recht erfreulich, doch die Bedienung des Röhren-Equipments gestaltete sich recht mühsam. Besonders bei Bandwechsel musste das Collinsfilter feinfühlig abgestimmt werden, um die Endstufenröhren nicht zur „Weißglut“ und damit zum Kollaps zu reizen.

Die Stehwelle, und damit die Antennenresonanz, war damals nicht das große Thema. Dieses Verhalten wandelte sich schlagartig mit dem ersten Transistor-Transceiver. Es wurde nun aber nicht die Antenne getrimmt, sondern eine Antennen-Matchbox gebaut, denn Transistorendstufen sind ja sensibler und nicht so bedienungstolerant wie die gemütlicheren Endstufenröhren. Damit war aber die bequeme Einknopfabstimmung wieder verspielt!

Der nächste Gestaltwandel kündigte sich an. Laut Rothammel [2] lässt sich mit einem zweiten Strahler das 21-MHz-Band optimaler erschließen. Die klassische FD4 mauserte sich so zu einer Doppel-Windom, die fünf Bänder erschloss.

Nach einem OTH-Wechsel schritt die Verwandlung weiter voran. An die Stelle des 15-m-Strahlers trat ein solcher für das 30-m-Band, dessen Oberwellen



Zur Person

Fredi Ziebur, DL7ABH
 Jahrgang 1937
 Während der Schuljahre war „Radiobasteln“ bereits populär. Experimente und deren Hintergründe prägten die Folgezeit. Nach Erreichen der Altersgrenze – Physiklehrer ade! – gewann das Funkhobby wieder an Boden. C-Lizenz in den 70er Jahren. Seit 1980, dank DL7ZR, als DL7ABH QRV.

E-Mail: dl7abh@dark.de

aber auch Betrieb im 18-, 21- und 24-MHz-Band erlaubten. Die alte FD4 hatte sich nunmehr in eine universelle Doppel-Windom verwandelt, die Betrieb auf acht Amateurfunkbändern ermöglichte.

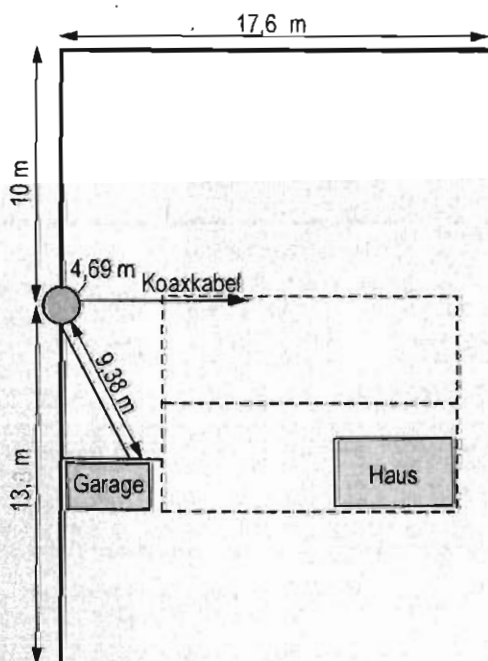
Sie musste sich übrigens außerdem noch einer unüblichen L-Form fügen. Das lange Strahlerbein wurde etwa mittig gen Westen abgelenkt, während der Rest in NS-Richtung verlief (Bild 1).

Diese einfache Betriebsvielfalt ist äußerst günstig, wenn neben anderen Verpflichtungen dem Hobby nur noch ein kleines Zeitfenster verbleibt. Selbst ein halbes Stündchen lässt sich für das Hobby nutzen, da es keiner wesentlichen Vorbereitungen bedarf. Außerdem ist solch eine Antenne auch sehr wartungsfreundlich. Heranziehende Unwetter z.B. stellen in der Regel keine Gefahr dar.

Für einen eingeschworenen DX- oder Diplomjäger sieht diese Drahtantenne natürlich zu wenig über den „Horizont“ hinaus. Der Aufbau derselben erfordert dafür aber auch nur einen 6:1-Balun, ca. 55 m Draht, Isolatoren und Koaxialkabel nach Bedarf. Wer jetzt noch über eine Abspannmöglichkeit verfügt, ist mit von der Partie.

Die benötigten Strahlerlängen, gemäß Rothammel o.ä., sind schnell verspannt. Wer jetzt aber meint, fortan optimal funken zu können, der war zu gutgläubig und optimistisch. Es sei denn, er begnügt sich mit dem Grundstrahler FD4. Ein Kontrollblick auf das SWR-Meter signalisiert in der Regel, dass die Stehwelle der

Bild 1:
L-förmige Anordnung der Antenne auf dem Grundstück



Doppel-Windom meist „vorne und hinten“ nicht stimmt – entgegen allen Verlautbarungen.

Auswege ...

Man fügt sich in sein Schicksal und schafft sich eine Antennen-Matchbox an, um den vertanen Aufwand noch zu nutzen!

Oder man verbeißt sich in die Trimmung der Antenne, was leicht zu einer endlosen Geschichte mutieren kann.

Das Wundern begann mit der Aufrüstung zur Doppel-Windom. Die 21-MHz-Variante ließ sich relativ problemlos integrieren. Die Zusatz-Windom musste lediglich als stumpfwinkliger V-Strahler abgespannt werden. Dabei sollte der Spreizwinkel der Strahlerbeine nicht unter 100° liegen ([2] Bild 1). Da ich nicht viel experimentieren wollte bzw. konnte, gab ich mich mit dem Erreichten zufrieden. Den Rest besorgte ja die Matchbox!

Mit der Einbindung der 30-m-Windom in das System kam die erste Verwunderung auf, da sich die Stehwelle aller Bänder deutlich verschlechterte. Sie erreichte Werte von 2 bis 3; doch zum Glück hatte ich ja eine Antennenmatchbox!

Eines Tages stieg das SWR auf allen Bändern unvermittelt dramatisch an. Nach einigem Überlegen war der Übeltäter ausgemacht: der Fritzel-Balun. Er war wohl in die Jahre gekommen und hatte sich etwas Luft verschafft. Das durch die Risse eindringende Regenwasser störte offensichtlich erheblich.

Da etliche Ringkerne vorhanden waren, wagte ich den Selbstbau eines Ersatzbaluns, mit Rezepten und Ratschlägen reichlich ausgestattet.

Der Erfolg war so „überwältigend“, dass ich nach längerer Trockenzeit den alten Fritzel-Balun ausgiebig mit Zweikomponentenkleber abdichtete und wieder einbaute. Und es lief wie gehabt!

Um die Stehwellenmisere endlich zu bessern, wurde meine Aufmerksamkeit endlich auf die Strahlerlänge gerichtet. In einer aufwändigen Prozedur verlängerte ich mittels Teleskopantennen den Grundstrahler. Die Auswirkungen wiesen in die erwartete Richtung. Da die Aktion zu zeitaufwändig war, ließ ich alles beim Alten und begnügte mich notgedrungen mit meiner Matchbox.

Ursachenforschung

Es kam die Zeit, da erhielt das Hobby wieder ein größeres Zeitfenster. Die Warteschleife unerledigter Probleme war beträchtlich angewachsen. Ich beschloss,

dass nun endlich mehr Licht in das Halbdunkel der Doppel-Windom gebracht werden müsste.

Die Grundwindom FD4 – wie schon erwähnt in ungewöhnlicher L-Form – emittierte ihre Strahlung in ca. 6 bis 7 m Höhe. Die Strahlerenden konnten, ähnlich wie Fahnen, leicht von ihren Haltemasten zwecks Längenkorrektur herabgelassen werden. Der „mittlere“ Haltemast für den Balun war an der Wand einer Fertigarage mit Abstandsschellen (für Wasserrohre) befestigt. Lockerte man diese Schellen, ließ sich der Mast herunter schieben, und der Balun war ca. 1,5 m über dem Garagenflachdach leicht zugänglich.

Der lange Schenkel der Zusatz-Windom verlief etwa unter dem kurzen FD4-Strahler und war auf dem Garagendach abgespannt (Bild 1). Der kurze Strahlerschenkel wurde mittels Nylonband zur anderen Seite und zur Erde hin abgespannt (Abspannwinkel ca. 110°).

In der Nähe der Antenne gab es z.T. hohe Bäume. Das Antennenumfeld war also keinesfalls frei. Etwa 15 m Koaxialkabel wurden über das Garagendach in das angrenzende Haus geführt.

Hilfsmittel ...

Als Grundausstattung hätten eigentlich Transceiver und SWR-Messgerät ausgereicht.

Eine große Messerleichterung stellte ein Analyzer dar, da er bei minimalem HF-Einsatz das SWR unmittelbar anzeigt. Ein digitaler Frequenzzähler vollendete die Bequemlichkeit.

Es begann mit einer ausgiebigen SWR-Bestimmung der vorhandenen Doppel-Windom (mit Fritzel-Balun, s. SWR1 in Bild

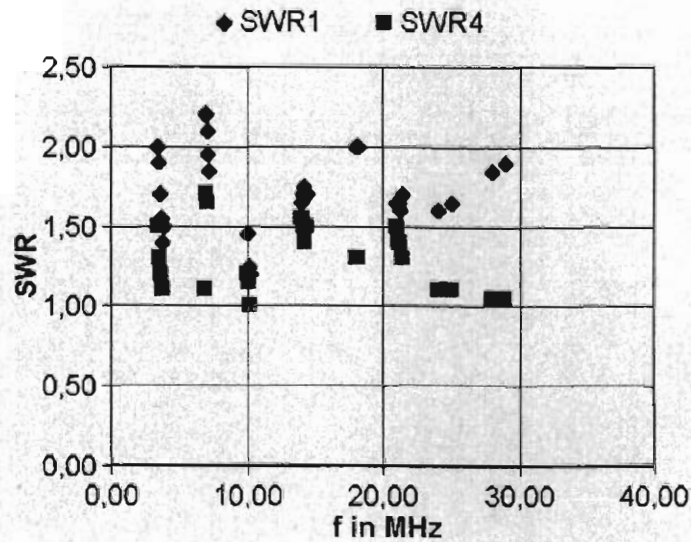


Bild 2: SWR-Messung mit dem Fritzel-Balun

2). Die SWR-Verhältnisse waren nicht mehr all zu beklagenswert, da ich während der zurückliegenden Zeit wiederholt Abspannwinkel und relative Lage der Zusatz-Windom bezüglich FD4 sowie die Strahlerlänge der FD4 (provisorisch) optimiert hatte.

Bei diesen wiederholt sporadischen Variationen stellte ich eine extreme SWR-Abhängigkeit fest; dabei wurde hauptsächlich die ursprünglich gut abgestimmte FD4 SWR- und frequenzmäßig beeinflusst. (Aus diesem Grund ließ ich die 30-m-Windom noch unbehelligt). Außerdem übertraf die FD4 seltensamerweise alle üblichen Längenangaben.

Es erscheint zumindest einleuchtend, dass sich die Strahler aufgrund der engen Nachbarschaft gegenseitig beeinflussen. Man spricht auch von Verkopplung!

Verkopplung und die Folgen

Beim Blättern im Rothammel ([2], S. 183) erregte das Kapitel über Mehrfachdipole mein besonderes Interesse.

Werden nämlich zwei unterschiedliche Dipole einander genähert und am Einspeisepunkt parallel geschaltet, so erfahren beide Dipole eine deutliche Frequenzänderung.

Literatur und Bezugsquellen

[1] Karl Rothammel: Antennenbuch, 9. Auflage, Militärverlag der DDR, Berlin 1979

[2] Alois Kirschke: Rothammels Antennenbuch, 11. Auflage, Frankh-Cosmos-Verlags GmbH & Co, Stuttgart 1995

[3] Pollin Electronic GmbH, www.pollin.de, Ferrit-Ringkern, (37 mm x 2 mm x 15,5 mm, Best.-Nr. 37-250-29, Katalog: Nr. 2-2008)

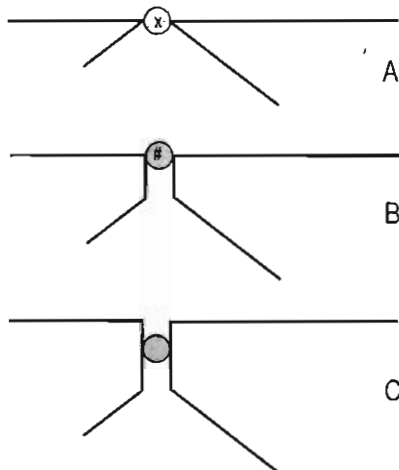
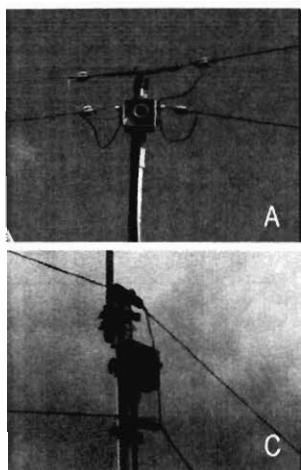


Bild 3:
Verschiedene
Erprobungsvarianten
der Antenne

Der längere Dipol erfährt eine elektrische Verlängerung, d.h., die Resonanzfrequenz der Antenne sinkt. Beim kürzeren Dipol steigt dagegen die Resonanz. Diese Aussage ließ mich endlich verstehen, warum bei meinen wiederholten Abstimmversuchen die zur Doppel-Window mutierte FD4 immer länger wurde, nämlich 3 bis 4 m.

Eine Doppel-Window ist letztlich auch nur eine Parallelschaltung zweier Dipole, die in diesem Fall aber asymmetrisch aufgebaut sind. Eine Frequenz- und damit Längenänderung ist daher nicht verwunderlich.

Bei der Doppel-Window ist die Sache sogar noch etwas diffiziler – wie Versuche zeigten.

Verspannt man die Antennen nämlich asymmetrisch, d.h. kurzes Strahlerbein der einen und langes der anderen auf einer Seite (siehe z.B. die Startformation in Bild 1), so muss die längere Window verlängert werden.

Bei Umkehr der gegenseitigen Antennenlagen-Symmetrie also – kehrt sich die Frequenzänderung jedoch um. Bei Symmetrie ist die längere Window dann zu kürzen und die kürzere zu verlängern.

Entkopplung und Konsequenzen

Um die Auswirkungen der Verkopplung zu mindern, wurde die Zusatz-Window (gemäß Rothammel-Angaben) als Inverted-V schräg nach unten abgespannt (s. Bild 3a, ca. 110°).

Bei dieser Strahlerlokalisierung kommen sich die Strahlerbeine nur im Bereich der Balunanschlüsse sehr nahe.

Im Balunbereich der jeweils betriebenen Antenne kommt es aber wegen der Niederohmigkeit zu stärkeren Strömen und damit kräftigeren Magnetfeldern. Die hier auf den anderen Antennenleiter entfallende Komponente ruft Induktionswirkungen hervor (vergleichbar dem Geschehen beim Netztrafo).

In ihrer Gesamtheit sind sie schließlich für die Verkopplung zuständig.

Das einen mit Strom durchflossenen Leiter koaxial umgebende Magnetfeld ist stark entfernungsabhängig. Daher erscheint es sinnvoll, die Abstände der maßgeblich am Kopplungsgeschehen beteiligten („Parallelkomponenten der“) Leiterabschnitte im Balunbereich zu vergrößern.

Genau das wird erreicht, wenn die ersten

ca. 50 cm der 30-m-Window von den Balunanschlüssen senkrecht nach unten verlaufen (Bild 3b). Dies war u.a. die Erprobungsvariante.

Um bei der 30-m-Window nicht unnötig Höhe einzubüßen, wählte ich später die dritte Variante, wo vom Balun aus beide Antennen zunächst ca. 30 cm vertikal verlaufen (Bild 3c).

Die senkrecht (zu den Strahlern) verlaufenden Strahleranteile minimieren das Kopplungsgeschehen zusätzlich, da hier nur geringe Magnetfeldanteile (Komponenten) zur Induktion und damit zur Kopplung beitragen. (Bei der Entwicklung der Anschlussvarianten „inspirierten“ die Anschlüsse der Mehrfachdipole im Rothammel [2]).

Erste Kontrollmessung

Werden die SWR-Messwerte der Erprobungsvariante (SWR4 in Bild 2) denen der Startformation (SWR1 in Bild 2, Bild 3a) gegenübergestellt, erübrigt sich jeder Kommentar. In beiden Fällen kam noch der Fritzel-Balun zum Zuge.

Nachdem sich die Wechselwirkungsproblematik der Einzelantennen einer Doppel-Window als beherrschbar herausgestellt hatte, wurde der Window-Balun neuer Untersuchungsgegenstand. Der noch in Gebrauch befindliche Urali-Fritzel-Balun wartete nämlich schon auf seine Ablösung.

Notwendige Materialien

Die Erinnerung an erste Wickelversuche versetzte mich nicht gerade in Hochstimmung. In meiner Bastelkiste warteten etliche Ringkerne schon lange auf einen artgerechten Einsatz. Zusätzlich hatte ich mir aber noch einige Ferrit-Ringkerne (Außendurchmesser 37 mm, Innendurchmesser 22 mm, Höhe 15,5 mm) aus dem Bauelementeangebot einer Elektronikfirma [3] zum Stückpreis von 20 Cent schicken lassen. Da meine bifilaren Wicklerfahrungen mit Lackdrähten nicht die Besten waren, wollte ich es nunmehr mit flexibler Zwillingslitze (für leichte Elektrogeräte!) versuchen.

Eine Tube UHU-Hart o.ä. lag auch zum späteren Festlegen der Wicklungen bereit. Nicht zu vergessen ein Nähfaden zum Arretieren markanter Windungen während des Wickelns. Als Gehäuse für den gewickelten Balun bot sich eine Feuchtraumverteilerdose an, die mit einer PL-Buchse versehen worden war. So waren die Erprobungsbalune problemlos auswechselbar (Bild 4).

(wird fortgesetzt)

CQDL

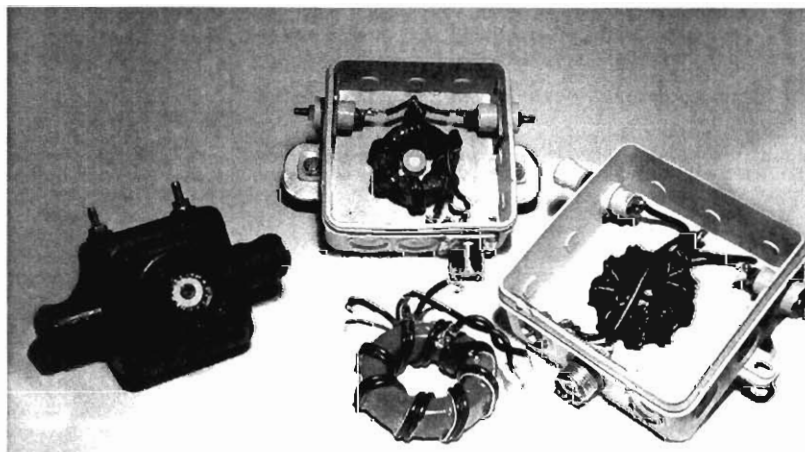


Bild 4:
Praktische
Ausführung der
Balun-Varianten

Versuche mit Baluns (2)

FD4 durch Trimmung optimiert

Fredi Ziebur, DL7ABH

Der erste Beitrag ging auf die Problematik ein, die sich durch den Umbau der FD4 ergab. Im abschließenden Beitrag werden konkrete Messergebnisse mit verschiedenen Antennenvarianten dargestellt.

Ich orientierte mich an den Hinweisen im Rothammel ([1], S.138). Die hier propagierte Balunvariante ist in Bild 5 als Prinzipschaltung zu sehen und gilt für Ferrit-Kerne. L1 und L2 sind Bifilarspulen

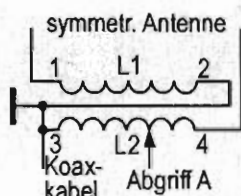


Bild 5: Balunvariante nach Rothammel

gleicher Windungszahl n . Der 6:1-Abgriff hat die Windungszahl nA und errechnet sich mit dem angegebenen Faktor $F = 0,82$ zu $nA = 0,82 \cdot n$.

Für die Ringkernbewicklung (Ferrit!) werden $n =$ sechs bis zehn bifilare Windungen empfohlen, die gleichmäßig über den Ringkern verteilt werden sollten.

Nach Festlegung der Windungszahl n sollte zunächst die Länge der Zwillingslitze (+ ca. 10 cm Zugabe) für die Bifilarwicklung ermittelt werden. Mittels einiger Probewindungen wird nun die Abgriffsposition auf der Litze ermittelt. An dieser Stelle wird jetzt das Litzenpaar auf einer Länge von ca. 2 cm getrennt. Danach werden an einem der Litzendrähte ca. 0,5 cm Isolierung (LötKolben) entfernt. Hier können jetzt einige Zentimeter VerbindungsLitze angelötet werden. Die Lötstelle sollte durch etwas PVC-Band o.ä. geschützt werden. Nach dieser Prozedur legt man den kürzeren Abschnitt der Bifilarwicklung, der bis zum Abgriff reicht, mit Hilfe eines Fadens fest. Jetzt kann die restliche Wicklung hinter dem Abgriff aufgebracht werden. Wäscheklammern können bei dieser „Übung“ eine dritte Hand ersetzen.

Ist die Wicklung einigermaßen „straff“ aufgebracht, sollte diese mittels eines Gummistopfens o.ä. gesichert werden. Letzterer wird dazu in die Ringkernöffnung gedrückt!

Anschließend lässt sich die Wicklung „relativ“ leicht gleichmäßig verteilen. Jetzt müssen nur noch die Wicklungsenden zusammengebunden und die einzelnen Windungen mittels UHU-Hart o.ä. gesichert werden.

Nach einer nächtlichen Trockenzeit kann der Balun dann startklar gemacht werden (Bild 4). Die Wicklungsenden können jetzt nach Bedarf gekürzt und gemäß Bild 5 verbunden werden. Dabei sollten die

Enden 2 u. 3 möglichst kurz miteinander verbunden werden!

Erprobung unterschiedlicher Balune

Nachdem das Doppel-Window-Dickicht etwas ausgeleuchtet wurde, ist das Balun-Problem an der Reihe. Erinnerungen an klägliche Vorversuche kommen wieder hoch. Bei allen Messungen kam die bisher unveränderte Startformation der Doppel-Window zum Einsatz.

M 8#, 9x

Ein Amidon-Ringkern (T200, rot) grinst mich aus meiner Bastelkiste „provokierend“ an. Er war zuvor mal bifilar mit 2×20 Windungen bewickelt worden und besaß zwei symmetrisch gelegene Abgriffe für die 6:1-Anpassung.

Ein erneuter Probelauf offenbarte Bild 6, weshalb er wieder in der „Kiste“ landete. Die höheren Bänder waren akzeptabel. Die unteren Bänder stellten ohne Matchbox u.a. eine Gefahr für die Endstufe dar. Selbst der (eigentlich entkoppelnde) Anschluss der 30-m-Window gemäß Bild 3 (kurz mit # bezeichnet) brachte keine erkennbaren Vorteile. Die Erfahrungen mit diesem symmetrisch gewickelten Balun ließen mich endgültig die Rothammel-Variante mit nur einer Anzapfung wählen. Auch einige andere „Vorrats“-Ringkerne wanderten nach der Bewicklung (gemäß Rothammel) und Erprobung wieder in die Kiste zurück.

Ferrit-Ringkern macht das Rennen

Die Erprobung weiterer Kerne aus der Kiste förderte letztlich nur die Fingerfertigkeit. Als Nächster kam ein Nobody an die Reihe. Es war ein Ferrit-Ringkern ohne Hausmarke für 20 Cent.

M 10-6x, M 12-6# (Bild 7)

Eben solch ein Kern wurde erst einmal mit sechs Bifilarwindungen gemäß Rothammel versehen. Die Strahlerbeine gelangten bei Messung M10x wie üblich sternförmig – also X – an den Balun.

Bei Messung M12# wurde die kopplungsärmere Parallelvariante – also # – erprobt. Das Diagramm SWR10-6x präsentiert recht brauchbare SWR-Werte; nur die

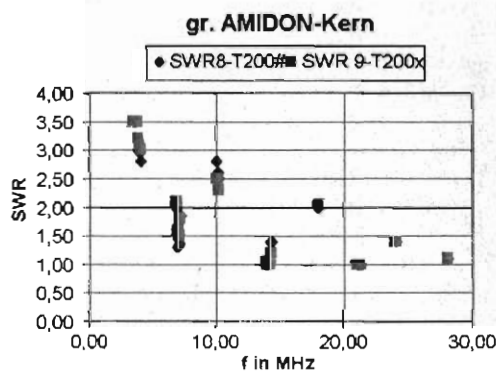


Bild 6: Messung mit großem Amidon-Kern

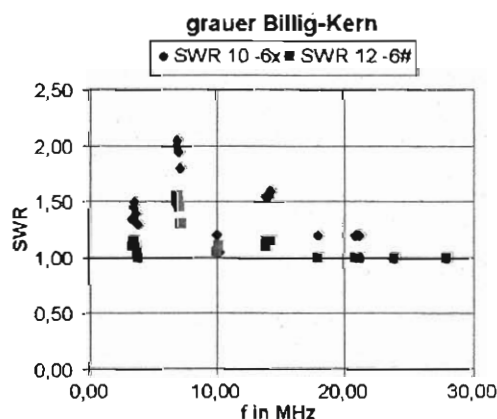


Bild 7: Messergebnisse mit Billigkern (grau)

40 m fallen hier aus dem Rahmen. Bei der #-Variante – also SWR12-6# – kann man eigentlich nicht mehr meckern; lediglich das 40-m-Band wird vom Balun nicht ganz so gut bedient.

M 15-8#, M 16-9# (Bild 8)

Bei der nächsten Erprobung wurden acht bzw. neun Bifilarwindungen auf den Billig-Ringkern aufgebracht. In beiden Fällen kam die kopplungsarme Anschlussvariante (#) zum Zuge.

In Bild 8 werden die erreichten SWR-Werte präsentiert. Neun Balunwindungen erbringen hier für die höheren Amateurbänder ein recht akzeptables SWR; Betrieb auf den unteren Bändern ist – besonders 80 m – keinesfalls empfehlenswert. Messung M19-5# brachte die Erkenntnis, dass $n = 5$ Windungen trotz kopplungsarmer Balun-Anbindung unbrauchbar sind, denn das SWR lag überwiegend im Bereich von 2...3.

Vorläufige Einschätzung

Die Messungen M12-6# und M15-8# versprechen einen recht guten Gebrauchswert.

Messung M15-8# muss aber wohl favorisiert werden, da hier alle interessierenden Bänder mit relativ gleichmäßigen und niedrigen SWR-Werten bedacht werden.

Es fällt auch auf, dass – nicht nur hier – zu den hohen Frequenzbändern hin meist sehr gute SWR-Werte erreicht werden. Man könnte auch sagen, dass hier die Anpassung der Doppel-Window überwiegend stimmt – unabhängig vom gerade benutzten Balun.

Ferrit-Kern und acht Bifilarwindungen passen offensichtlich recht gut zusammen.

Zum Ende der Erprobungsphase

Nachdem Doppel-Window- und Balunproblematik überschaubarer wurden, konnte an eine dauerhafte Umsetzung der neuen Erfahrungen gedacht werden. Der mit acht Bifilarwindungen versehene Billig-Kern bekam ein neues Gehäuse – ohne PL-Steckverbindung. Das direkt ins Balungehäuse geführte Koaxialkabel wurde dort unmittelbar angeschlossen.

Auf das Kabel wurden zuvor auf eine Länge von ca. 30 cm hochpermeable Ferritlochkerne zur Mantelstromunterdrückung geschoben.

Der so „verfeinerte“ Balun wurde am 1. Mai 2008 kopplungsarm – gemäß Bild 3 – installiert.

Im Zuge diverser Erprobungen war der ehemalige FD4-Strahler nochmals um ca.

(1 + 2) m „gewachsen“. Er hatte nunmehr bereits eine stattliche Länge von ca. 46 m erreicht. Dieser Umstand bereitete mir zunehmend Sorge, da die Aufspannlänge längst ausgereizt war. Momentan musste die unerwartete Überlänge sogar 2 bis 3 m senkrecht herunterbaumeln.

Vor dem endgültigen Abschluss des Gestaltwandels der ehemaligen FD4 erfolgte nochmals eine Kontrollmessung M 24 (Bild 9).

Das Messdiagramm in Bild 9 lässt ein auf allen Amateurbändern bestens laufendes Antennensystem vermuten. Lediglich die 40 m fallen geringfügig ab.

Frühlingserwachen

Erst Mitte Mai konnte ich mich der vermessenen und installierten Doppel-Window wieder widmen. Routinemäßige SWR-Kontrollen während der nächsten Tage stimmten mich immer bedenklicher, denn die Grundresonanz (FD4!) rutschte immer tiefer, und das SWR der tieferen Bänder erklimmte z.T. Werte von 2...3 und mehr. Auch die höheren Bänder wurden nicht geschont. Weder Strahlerverkürzung noch Balunwechsel vermochten den Status gemäß Bild 9 wieder herzustellen. Was war nur geschehen? Ein Blick in die Antennenlandschaft ließ mich aber bald das Übel ausmachen.

In ca. 6 bis 7 m Höhe verlief der abgelenkte lange Strahlerschenkel entlang der Grundstücksgrenze (Bild 1). Jenseits der Grenze – ursprünglich ohne jegliche Bebauung – war im Laufe der Zeit der Wildwuchs dem Strahlerstück z.T. bis auf 3 bis 4 m nahegekommen. Diese Bäumchen standen nun voll im Saft und ließen die Antenne im Erdpotential versinken. Die schon relativ geringe Antennenhöhe war nun vollends unzureichend. Was tun?

Ein Ausweg!

Der angedachte Ausweg würde der FD4 im Doppelwindow-Verbund einen radikalen Gestaltwandel verordnen. Aus der Not heraus wurde die FD4 zur FD3 reduziert. Die nunmehr verkleinerte Doppelwindow würde sich nur noch für sieben Amateurbänder eignen (Bild 10). Zum Glück gibt es da aber noch eine W3DZZ für 80 m.

Die beiden Windowantennen waren nunmehr symmetrisch mit dem Balun verbunden, d.h., die jeweils langen bzw. kurzen Strahlerbeine lagen gemeinsam auf einer Balunseite. Beim Trimmen dieses Antennensystems offenbarte sich dann dessen besondere Eigenart:

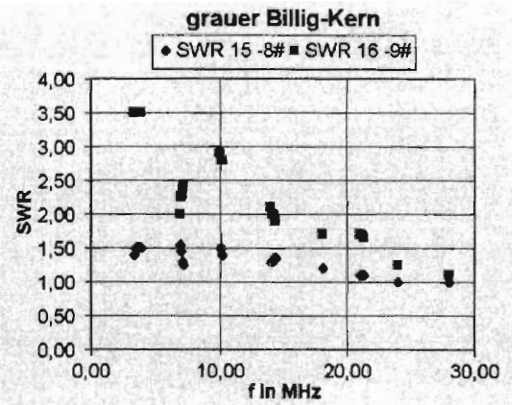


Bild 8: SWR-Messung bei acht Bifilarwindungen

Nach dem Zusammenschalten der beiden Window-Antennen wurde die Resonanzfrequenz der längeren Window deutlich erniedrigt, was zu einer Strahlerkürzung Anlass gab (s. auch Abschnitt Verkopplung).

Beispiel einer 7-Band-Doppelwindow

Realisierung und Optimierung. Die gemäß Bild 1 vorhandene FD4 wurde zur FD3, also 40-m-Window, degradiert. Der 30-m-Strahler blieb weiterhin unangetastet. Aus Platzgründen wurde die ehemalige kurze Strahlerseite der FD4 zum langen Strahlerbein der FD3 (Bild 10).

Wegen der absehbaren Strahlerkürzungen beim Trimmen war mir die isolierte Antennenlitze der FD4 zu kostbar. Sie wurde durch vorhandene blanke Kupferlitze

Bild 9: Kontrollmessung nach Abschluss der FD4-Änderung

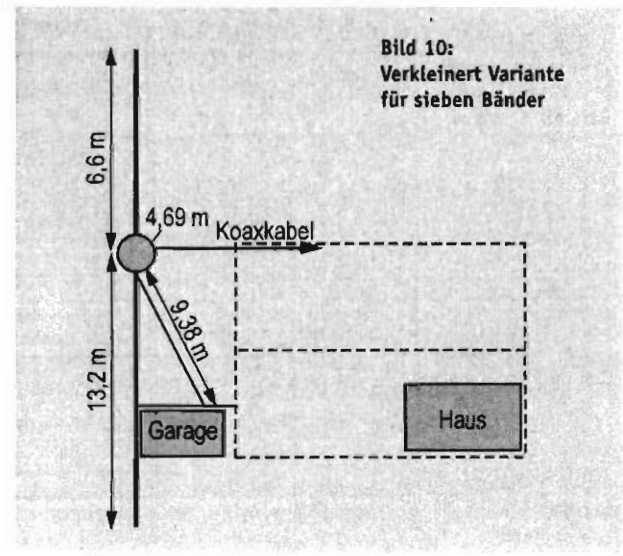
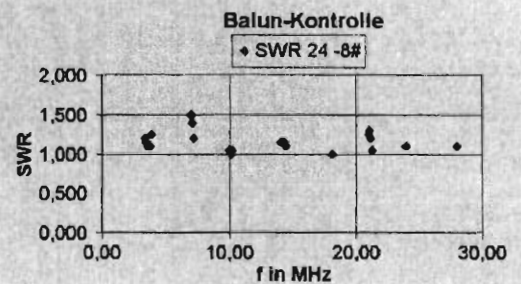


Bild 10: Verkleinert Variante für sieben Bänder



Bild 11:
Ansicht der
aufgebauten
7-Band-Windom

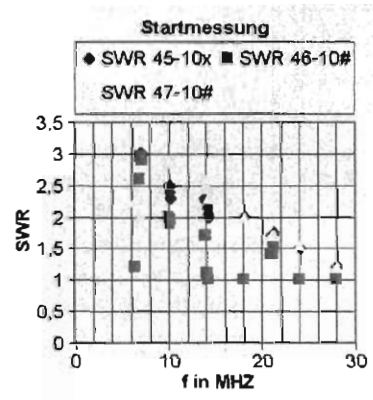


Bild 12:
Startmessung an
der ungetrimmten
Windom

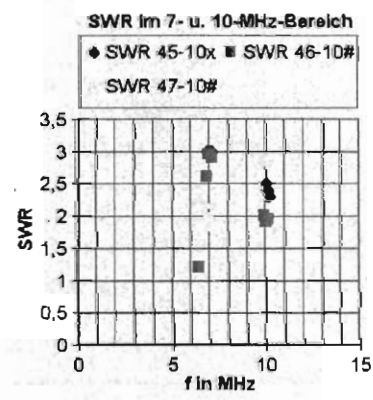
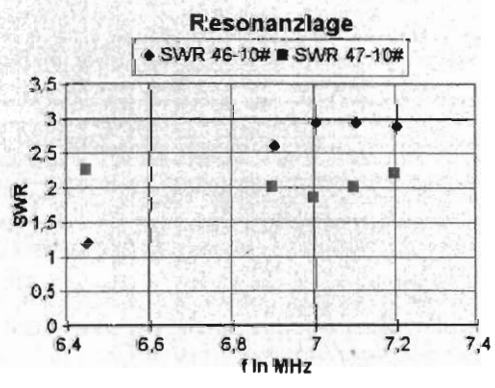


Bild 13:
SWR-Messung
im 7-MHz- und
10-MHz-Bereich

Bild 14 (unten):
Resonanzlage im
7-MHz-Bereich



FD3-gemäß ersetzt. Ein kleiner Konstruktionstrick machte einen Seitenschneider aber überflüssig: Die Strahlerlängen wurden etwas großzügiger bemessen. Für die jeweilige Strahlerseite wird nun die jeweils notwendige Drahtlänge bis zum Endisolator gezogen. Die Überlängen werden dann umgeklappt, geringfügig mit dem Strahlerende verdreht und mit einigen blanken, dünnen Kupferdrähtchen am Strahlerende (leitend) befestigt (Bild 11).

Ergibt sich dann beim Trimmen eine notwendige Änderung der Strahlerlänge, müssen die Drähte nur gelöst und die Litzenenden durch entsprechendes Ziehen feinfühlig auf Solllänge gebracht werden usw. Die Solllängen sind gut kontrollierbar, wenn zum Strahlerende hin die Antennenlitze mit einem Isolierbandfächchen versehen wird. Mit Hilfe dieser Markierung lassen sich die Strahlerlängen leicht vermessen.

Hinweis: Wie schon zuvor praktiziert, wird die Länge der 30-m-Windom (gemäß Rothammel: 9,38 m und 4,69 m) nicht angetastet. Vorangehende Messungen offenbarten, dass dadurch mögliche Bänder stets überwiegend gut abgeschnitten. Durch einen Verzicht auf durchaus denkbare Längenänderungen erspart man sich unnötige Trimmarbeiten!

Messung unterschiedlicher Konstellationen

Anschließend werden am Beispiel eines kleineren Doppel-Windom-Systems nochmals charakteristische Eigenschaften aufgezeigt, die wertvolle Dimensionierungshinweise zur Planung einer Doppelwindom abgeben können. Bei notwendigen Balunbauten findet nur der Ferrit-Bülig-

kern Verwendung. Andere Balune eignen sich natürlich ebenfalls!

M 45x - 46#-47# (Bild 12, Balun: n = 10)

Messung M45x präsentiert das SWR der ungetrimmten Doppelwindom aus ursprünglicher FD3 (also 13,2 m + 6,6 m) und 30-m-Zusatzwindom (also 9,38 m + 4,69 m). Beide Antennen waren sternförmig (x) mit dem Balun verbunden.

Bei Messung M46# kam die kopplungsarme Balunanbindung (gemäß Bild 3b) zum Tragen.

In Bild 12 ist der Vorteil der kopplungsarmen Anbindung bei M46# unübersehbar. Besonders auffällig ist dieser Effekt auf den höheren Bändern. Wegen des ungünstigen Maßstabs ist hier der SWR-Verlauf – und damit die Lage der Grundresonanzen der beiden Strahler – nicht erkennbar.

Dem Bild 13 ist aber entnehmbar, dass der SWR-Verlauf auch hier etwas günstiger ist. Bei den Messungen M46# und M47# wurden im 7-MHz- und 10-MHz-Bereich noch die Resonanzfrequenzen separat bestimmt zu:

6,45 MHz und 11,32 MHz bzw. 7,0 MHz und 11,4 MHz. Bild 13 lässt zumindest anhand des minimalsten SWR-Wertes die FD3-Resonanz bei 6,45 MHz „erahnen“. Die erkennbar höhere Resonanz der Messung M47# kann hier als 7,0 MHz akzeptiert werden

In Bild 14 sind die Verhältnisse nochmals nur für den 7-MHz-Bereich dargestellt. Die Resonanz der FD3 im 6,45-MHz-Bereich lässt sich hier schon eher vermuten. Für die Messung M47# kann man die Resonanz bei 7,0 MHz aber zweifelsfrei erkennen.

Die Messungen M 45,46,47 in Bild 13 scheinen darauf hinzudeuten, dass der 30-m-Strahler bei Doppel-Windom-Systemänderungen seine Resonanzfrequenz nicht erkennbar verändert, wenn nur seine Strahlerlänge unverändert bleibt (was ja auch der Fall war).

Beispiel einer Antennen-Trimmung

Die Resonanz des 40-m-Strahlers in Messung M46# lag bei $f = 6,45$ MHz. Sie sollte auf $f = 7,05$ MHz angehoben werden. Für die erforderliche Frequenzänderung $\Delta f = 600$ kHz wird die erforderliche Strahlerverkürzung Δl wie folgt näherungsweise berechnet:

$$f = 6,45 \text{ MHz entspr. } L = (13,2 + 6,6) \text{ m}$$

$$6,45 \cdot 1000 \text{ kHz entspr. } L = 19,8 \text{ m}$$

$$100 \text{ kHz entspr. daher } 19,8 \text{ m} / 64,5 = 0,307 \text{ m.}$$

Die Frequenzerhöhung von $\Delta f = 600$ kHz erfordert eine Verkürzung von $\Delta l = 6 \cdot 0,307 \text{ m} = 1,842 \text{ m}$.

Die ca. 1,8 m Verkürzung muss entspr. auf beide Strahlerbeine verteilt werden, also (1,2 + 0,6) m.

Eine separate Frequenzmessung ergab im Rahmen der Messung M47#, dass nur 7,0 MHz erreicht wurden. Auch Bild 12 lässt diesen Wert erkennen.

Veränderung der 30-m-Window

Messung M 50-8# beschreibt den Zustand des Do-Wi-Systems (40-m-Strahler: 12,52 m u. 6,26 m; 30-m-Strahler wie bisher). Die FD3 war bei $f_{40} = 6,97$ MHz und die 30-m-Window bei $f_{30} = 11,34$ MHz resonant. Wegen des 10-MHz-Bandes sollte die Resonanzfrequenz etwas gesenkt werden. Es wurde eine Strahlerverlängerung von ca. 0,55 + 1,10 m errechnet. Die Messung M51-8# präsentiert in Bild 15 das Ergebnis.

Das ursprüngliche System wies im 7-MHz-Bereich ein starkes SWR-Gefälle auf, das nach dem Eingriff im gesamten 40-m-Band nun nahezu auf konstant höherem Niveau verharrt. Im 10-MHz-Bereich ist dagegen keine auffällige Änderung bemerkbar.

Berücksichtigt man die separate Bestimmung der 30-m-Resonanz zu $f = 11,3$ MHz, so kann auch hier trotz Längenänderung der 30-m-Window im Rahmen der Messgenauigkeit keine auffällige Veränderung festgestellt werden. Die 40-m-Resonanz sinkt dagegen auf $f = 6,7$ MHz. Das SWR der übrigen Bereiche verschlechtert sich geringfügig.

Endspurt

Nach Durchlaufen vieler Erprobungsstationen richtete sich mein Augenmerk auf zwei zur Auswahl erkorene Doppel-Window-Systemkonfigurationen.

Aus den Messungen M61-8# und M64-8# lassen sich in Bild 16 deren Band-eigenschaften herauslesen

M61-8#: Das Diagramm verrät im 40-m-Bereich eine starke SWR-Änderung. Eine genauere Aussage lässt der Darstellungsmaßstab nicht zu. Die übrigen Bänder machen einen brauchbaren bis guten Eindruck. Eine Zusatzmessung lokalisiert eine Antennenresonanz bei $f = 7,05$ MHz (40-m-Window: 11,90 m + 5,95; 30-m-Strahler konstant).

M64-8#: Der 7-MHz-Bereich zeigt wiederum einen steilen SWR-Abfall, aber diesmal bei kleinerem SWR. Die übrigen Bänder weisen überwiegend günstigere

SWR-Werte auf. Antennenresonanz wurde hier bei $f = 7,04$ MHz gemessen (40-m-Window: 12 m + 6 m).

Bild 17 dokumentiert für dieselben Messungen lediglich einen Auszug für den 7-MHz-Bereich.

Man erkennt hier aber sofort, dass beide Systeme im 40-m-Band gleichgut angepasst sind und dort einen nahezu konstanten SWR-Verlauf aufweisen. Beide SWR-Minima signalisieren, dass die Antennenresonanzen etwa in Bandmitte liegen. Insgesamt lässt sich hier also feststellen, dass beide Antennensysteme vergleichbar und brauchbar sind. Die zweite Antenne weist allerdings im 10- und 18-MHz-Band etwas günstigere SWR-Werte auf. Dieser Umstand lässt erkennen, dass die Anpassung des Doppel-Window-Systems speziell im 10- und 18-MHz-Bereich durch die Resonanzlage der längeren Window beeinflussbar ist. Die höheren Bänder sind da wesentlich unabhängiger. Sie weisen meist beste SWR-Werte auf.

Nach der Testphase und zahlreichen Problemen stand nunmehr die Endmontage des kleineren Doppel-Window-Systems an (gegen die größere Variante hatte die benachbarte Botanik etwas). Der Strahleranschluss an den Balun wurde noch leicht gemäß Bild 3c verändert. Am Haltemast wurden jeweils ca. 30 cm über und unter dem Balun horizontal ausgerichtete Teflonstreifen, mit Löchern an den Enden, als Mittelisolatoren befestigt. Von hier aus konnten die Strahlerenden parallel zum Balun geführt werden, und die 30-m-Window musste weniger abgesenkt werden

Schlussbilanz

- Balune für Window-Antennen z.B. lassen sich problemlos (und kostengünstig!) gestalten. Hält man sich an die Rothammel-Empfehlungen für Balune mit Ferrit-Ringkern, kommt man auch mit Bifilarwicklungen aus einfacher Zwillinglitze (für Lampen etc.) und nur einer Anzapfung zum Ziel.
- Wie sich herausgestellt hat, pflegen Do-Wi-Systeme ein ganz besonderes Eigenleben mit verblüffenden Besonderheiten.
- Am interessantesten dürfte wohl u.a. die Feststellung sein, dass bereits allein die Art und Weise der Antennenanbindung (x, #) an den Balun mitunter eine beachtliche SWR-Absenkung bewirken kann.
- Die nächste verblüffende Offenbarung dürfte das unterschiedliche Systemverhalten beim Parallelschalten zweier

30m-Window verlängert!

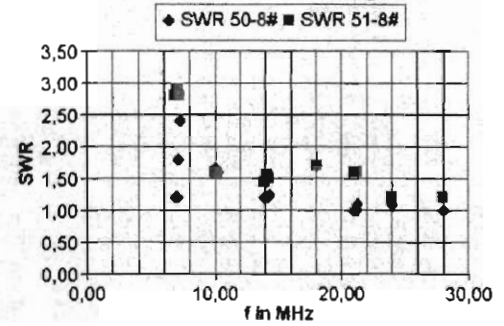


Bild 15: Messung an der 30-m-Window

Endauswahl

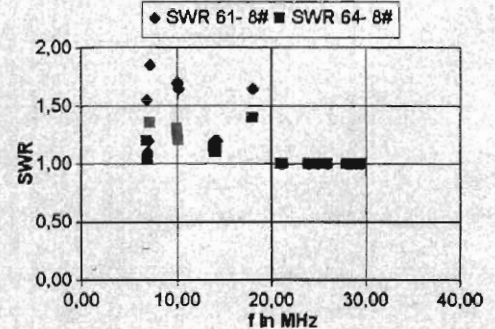
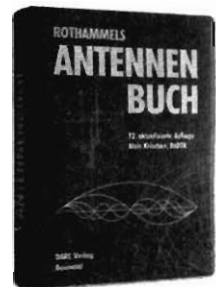


Bild 16: Endgültige Lösung mit guten Ergebnissen

Window-Antennen darstellen. Sie entscheidet darüber, welcher Strahler gekürzt oder verlängert werden muss, damit bevorzugte Antennenresonanzen erreichbar werden.

- Bereits das Trimmen lediglich der längeren Window genügt zum Ansteuern günstigerer Bandkonstellationen. Die Beeinflussung der Grundfrequenz wirkt sich natürlich auf alle höheren Bänder aus!
- Durch sensibles Trimmen der Resonanzlage des 80-m- bzw. 40-m-Strahlers lässt sich das SWR des gesamten Systems optimieren.
- Eine erhebliche Erleichterung bringt der Einsatz von (blanker) Kupferlitze als Strahlmaterial (oder wenigstens an den Strahlerenden). Durch entsprechendes Falten der Litze erübrigt sich Schnippeln und aufwändiges Stückeln!

CQ DL



Erhältlich bei der
DARC Verlag GmbH
 Lindenallee 6
 34225 Baunatal
 Tel. (05 61) 9 49 88-73
 Fax (05 61) 9 49 88-55
verlag@darcverlag.de
www.darcverlag.de

Bild 17:
 SWR-Messung
 im 7-MHz-Bereich

SWR im 7-MHz-Bereich

