

Bild 7: Leitungsführung der Platine für den selektiven Feldstärkemesser mit Verstärker

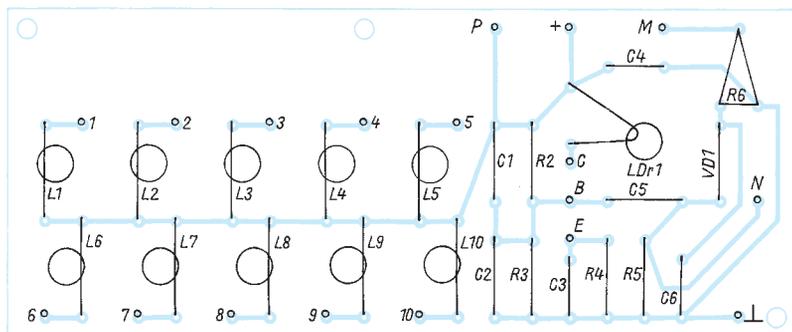


Bild 8: Bestückungsplan der Leiterplatte des selektiven Feldstärkemessers

nach mit R2 einstellbarer Teilung, an den Emitter eines Transistorverstärkers in Basisschaltung. LDr1 verhindert auch hier das

Abfließen der HF zur Spannungsversorgung, über C3 gelangt die verstärkte HF-Spannung an den Gleichrichter mit VD1.

Die Empfindlichkeit der Anzeige durch das Meßinstrument läßt sich mittels R1 einstellen. Die Bilder 4 und 5 zeigen den Leiterplattenentwurf.

In Bild 6 ist eine Variante mit HF-Verstärkung und Selektion dargestellt. Das HF-Eingangssignal gelangt über die Antenne des Feldstärkemessers und mittels R1 einstellbar an die umschaltbaren Schwingkreise (L1 bis L10 und C1/C2).

Eine diesmal in Emitterschaltung ausgelegte Stufe verstärkt die HF-Eingangsspannung. Ihr Kollektorkreis sowie die Gleichrichter- und Anzeigeschaltung entsprechen der nichtselektiven Schaltung. Die Spulendaten sind auch hier der Tabelle zu entnehmen. Der Leiterplattenentwurf ist in den Bildern 7 und 8 wiedergegeben.

Als Antenne empfiehlt sich für alle Varianten ein Teleskopstab von etwa 1 m Länge, was den Vorteil hat, die Empfindlichkeit bei Bedarf durch Einschieben des Stabes zusätzlich verringern zu können.

Der Abgleich mit den Spulen auf die in der Tabelle angegebenen Frequenzen sollte jeweils bei voll ausgezogenem Stab und aufgedrehtem HF-Potentiometer erfolgen.

Leistungsfähige Quadantenne nach DK7ZB

MARTIN STEYER - DK7ZB

Quadantennen gehören zu den beliebtesten Mehrband-Richtstrahlern der noch selbstbauenden Funkamateure. Aufbau und Abgleich sind mit einfachen Mitteln möglich. Nachteilig ist, daß in einer Quad klassischer Bauart der 28-MHz-Rahmen nur ein Viertel der effektiven Wirkfläche des 14-MHz-Rahmens darstellt. Die vorgestellte Lösung hat sich u. a. beim Portablebetrieb bewährt.

Das Problem, daß bei einer konventionellen Quadantenne mit je einem Rahmen für jedes Band bei den frequenzhöheren Bändern Platz und Gewinn verschwendet werden, ist eigentlich lange bekannt. Es bietet sich an, nach Lösungen zu suchen, die auch bei den frequenzhöheren Bändern den vollen Umfang der aufwendigen Tragkonstruktion ausnutzen. Beispiel dafür ist die VK2AOU-Quad, die aber wegen der sehr komplizierten Aufbau- und Abgleichprobleme keine Verbreitung gefunden hat [1].

Die einzige konsequente Lösung ist die DJ4VM-Quad [2] mit Vollspeisung und nur je einem Rahmen für Strahler und Reflektor. Aber auch die hat sich nicht durchsetzen können, weil das Umschalten bzw. die Abstimmung zweier Anpaßkreise

bei Band- bzw. Frequenzwechsel für die beiden Quadelemente sehr aufwendig ist. DJ4VM deutete schon die Möglichkeit an, mit Abstrichen beim Gewinn und dem Vor/Rück-Verhältnis parasitäre Reflektoren einzusetzen. Zumindest auf den Bändern 21, 24 und 28 MHz wird dies in der hier vorgestellten Version aufgefangen.

■ Grundüberlegungen zur Konstruktion

Die beschriebene Antenne entstand nach Experimenten mit der von W6SAI angegebenen, anscheinend weitgehend unbekanntem 1,5- λ -Quad (X-Q-Beam) [3] und Versuchen mit einem Single-Loop-Rahmen mit zentraler Elementspeisung. Er hat sich bei mir seit Jahren hervorragend im Urlaub an verschiedenen Standorten bewährt.

Die vorgestellte relativ einfache Kompromißlösung enthält das DJ4VM-Element nur im Strahler, arbeitet aber mit einem parasitär erregten Reflektor. Dabei benötigt man, und das ist das eigentlich Neue, nur einen Reflektorrahmen mit 14-MHz-Abmessungen für die drei klassischen Bänder 14, 21 und 28 MHz. Ausgenutzt wird das frequenzharmonische Verhältnis der drei Bänder von 2:1,5:1. Mit zwei weiteren Reflektorschleifen für die Bänder 18 und 24 MHz ergibt sich eine leistungsfähige Fünfband-Richtantenne, die erheblich leichter aufzubauen und abzustimmen ist als eine Quad mit zweimal fünf Rahmen herkömmlicher Bauart. Betrieb auf 10 MHz erlaubt sie ebenfalls.

Ganz nebenbei ergeben sich weitere Vorteile, wie erhöhter Gewinn für die Bänder 18 bis 28 MHz. Außerdem spielt der Speisewiderstand, der bei der normalen Boomquad vom Abstand des Reflektors abhängt, für die einzelnen Bänder keine Rolle mehr.

Als Folge vereinfacht ein einheitlicher Reflektorabstand die Mechanik ganz erheblich. Das gilt auch für den Abgleich, da ggf. nur noch der Reflektor Längenveränderungen verlangt.

Für manche mag die Speisung mit einer Zweidrahtleitung („Hühnerleiter“) als nachteilig erscheinen, sie kommt aber wegen verschiedener Vorteile allgemein wieder

verstärkt zum Einsatz. Das aus den USA importierte 450-Ω-Kabel eignet sich für diese Anwendungen sehr gut.

Zur Abstimmung kann ein symmetrischer Antennentuner verwendet werden. Einfacher ist jedoch eine Matchbox nach dem T- oder Differential-T-Prinzip mit einem Aufwärts-Balun 1:4 am Ausgang. Verschiedene Firmen (MFJ, Vecronics) bieten solche Antennenabstimmgeräte an, Bauelemente (Annecke) sind erhältlich, man kann so etwas aber auch recht einfach total selbst bauen. Das Prinzip ist in [4] beschrieben. Die Abstimmung beschränkt sich darauf, das SWR-Minimum einzustellen.

Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß sich die in den Transceivern eingebauten bzw. auch separat angebotenen Automatiktuner im Originalzustand nicht verwenden lassen, da sie keinen symmetrischen Ausgang besitzen und der abstimmbare Impedanzbereich u. U. zu klein ist. Versuche mit dem Einbautuner des Yaesu FT-890AT zeigen jedoch, daß mit einem Balun 1:4 oder 1:6 direkt an der Koaxialbuchse des Transceivers der Übergang auf die Zweidraht-Speiseleitung und ein korrektes Abstimmen möglich sind.

Allerdings werden die eingebauten Tuner im Originalzustand bei allen mir bekannten Transceivern nur beim Senden eingeschleift, damit verbleibt natürlich in vielen Fällen eine erhebliche Fehlanpassung beim Empfang. Dies Problem läßt sich für verschiedene Transceiver (z. B. FT-990, TS-450 S) durch Umbau lösen. Ein kurzer Bericht über die DK7ZB-Quad wurde schon in [5] veröffentlicht.

■ Wirkungsweise des Strahlerelements nach DJ4VM

Obwohl das DJ4VM-Strahlerelement verschiedentlich in der Literatur beschrieben wurde [2], [4], scheint über seine Wirkungsweise teilweise Unklarheit zu bestehen. Wegen der Form zwar auch als Quad bezeichnet, hat es damit jedoch eigentlich nichts zu tun. Es leitet sich vielmehr von der vertikal gestockten Dipolzeile ab, die als „Fauler Heinrich“ oder „Lazy-H“ (Bild 1) schon vor Jahrzehnten als bidirektionaler Richtstrahler mit abgestimmter Speiseleitung für den Amateurbetrieb auf mehreren Bändern zum Einsatz kam.

Hier werden die Enden jeweils nach unten geknickt, um die Mechanik eines Quadkreuzes nutzen zu können (Bild 2). Da die Enden der oberen und unteren Dipolebene gleiche Phasenlage und gleiche Spannungen aufweisen, kann man sie miteinander verbinden. Das muß nicht sein, erleichtert aber die Montage der Strahlerdrähte. So ergibt sich dann das endgültige DJ4VM-Element (Bild 3).

Das Strahlerelement weist keine eigene Resonanz auf, sondern ergibt erst mit der Speiseleitung und dem Tuner ein resonantes Gebilde. Aus diesem Grund ist auch die Dimensionierung des strahlenden Elements weitgehend beliebig wählbar und völlig unkritisch. Es erklärt auch, warum ein Balun in der Elementmitte und die Speisung über Koaxialkabel unmöglich sind!

Die Seitenlänge von 5,65 m ergibt sich aus der Länge der größten Reflektorschleife: Damit werden die beiden Kreuze des Tragegerüsts gleichlang. Prinzipiell sind Seitenlängen von minimal 5 m bis maximal 6,40 m möglich. Wegen der zentralen Speisung aus der Mitte heraus erfolgt die Abstrahlung immer streng symmetrisch; mit steigendem Umfang werden die horizontalen und vertikalen Strahlungskeulen schma-

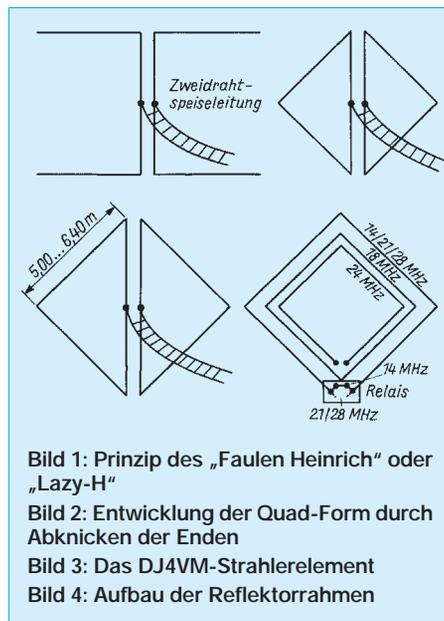


Bild 1: Prinzip des „Faulen Heinrich“ oder „Lazy-H“

Bild 2: Entwicklung der Quad-Form durch Abknicken der Enden

Bild 3: Das DJ4VM-Strahlerelement

Bild 4: Aufbau der Reflektorrahmen

ler. Dadurch entsteht ein Gewinn des einzelnen Elements, der auf 28 MHz bis 4 dBd ausmacht.

Wenn der Umfang eine Wellenlänge für das frequenzniedrigste Band (hier 14 MHz) beträgt, ist die höchste nutzbare Frequenz etwa das Zweieinhalbfache. Darüber hinaus tritt bei größerer Ausdehnung eine Aufspaltung der Strahlungskeule in zwei Zipfel auf. Dies ist auf 28 MHz der Fall, wenn man je Strahlerhälfte die Länge von $2 \times 5 \lambda/8$ (Extended Double-Zepp) überschreitet. So ergibt sich die Begrenzung auf maximal 6,40 m je Seite.

■ Aufbau der Reflektorschleifen

Wie bereits beschrieben, genügt für die klassischen Bänder 14, 21 und 28 MHz eine Drahtschleife mit dem Umfang eines normalen 1-λ-Relektorrahmens für 14 MHz. Mit Hilfe einer Relaisbox läßt sich der Rahmen umschalten. Für die Wirkung als klassischer Quadreflektor muß die Schleife

für 14 MHz geschlossen sein. Auf dem 21-MHz-Band wird die Schleife für ein 1,5-λ-Element geöffnet, auf 28 MHz ergibt sich bei ebenfalls offenen Kontakten eine 2-λ-Resonanz.

Für 18 MHz ist eine zusätzliche, geschlossene Ganzwellenschleife erforderlich, die nur auf diesem Band wirksam ist.

Für 24 MHz reicht der Platz für eine weitere, offene 1,5-λ-Schleife aus. So ist es möglich, mit drei Reflektoren und einer Relaisumschaltung die fünf Bänder von 14 bis 28 MHz optimal zu nutzen. Bild 4 zeigt, wie die Reflektorschleifen gebaut sind.

■ Wirkungsweise der gesamten Richtantenne

28-MHz-Band: Hier ergibt sich der höchste Gewinn, zurückzuführen auf die Wirkungsweise als Bissquare. Der Reflektorrahmen mit 2λ Umfang muß offen sein, da sonst die Spannungsverteilung nicht stimmt.

24-MHz-Band: Auch hier läßt sich das Speiseelement mit dem Bissquare vergleichen. Als Reflektor kommt eine offene 1,5-λ-Schleife nach dem Prinzip der expanded Quad zum Einsatz. Daß das Reflektorelement kleiner als der gespeiste Rahmen ist, stört offensichtlich nicht, wie Messungen des Vor/Rück-Verhältnisses zeigen.

21-MHz-Band: Strahler und offene Mehrband-Reflektorschleife arbeiten nach dem 1,5-λ-Prinzip der X-Q-Quad mit erhöhtem Antennengewinn.

18-MHz-Band: Strahler als expanded Quad, Reflektor als einzelne geschlossene 1-λ-Schleife. Auch hier bestätigen die Messungen, daß der gegenüber dem Strahlerrahmen kleinere Reflektor die Funktion nicht nachteilig beeinflusst. Die Leistung dürfte geringfügig über der einer klassischen Quad liegen.

14-MHz-Band: Strahler und geschlossener Reflektor nach dem herkömmlichen Prinzip der Ganzwellenschleife, Gewinn mit einer normalen Quad vergleichbar.

10-MHz-Band: Auch hier läßt sich der Rahmen mit dem Antennentuner erregen, allerdings ist die Abstimmung kritischer. Außerdem ist natürlich keine ausgeprägte Richtwirkung mit einem Vor/Rück-Verhältnis zu erzielen. Das sehr ausgeprägte Seitenminimum erlaubt allerdings eine gewisse Ausblendung unerwünschter Signale. Da eine genügende Montagehöhe vorausgesetzt werden kann, wird die Leistung eines Dipols erreicht.

Interessant wäre das Zuschalten einer Verlängerungsinduktivität in die große Reflektorschleife (mit der Relaisbox), eventuell in Form eines „Stubs“, wie er bei verschiedenen Bauvorschlägen zum Ab-

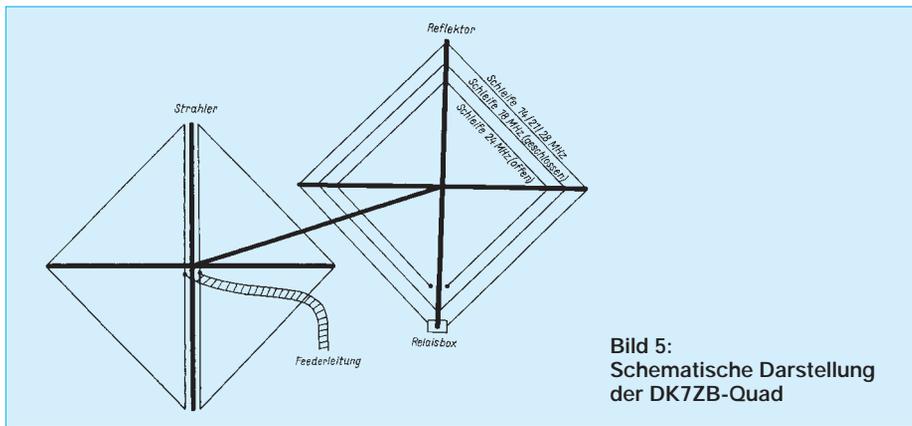


Bild 5:
Schematische Darstellung
der DK7ZB-Quad

stimmen des Reflektors herkömmlicher Quads vorkommt. Eine Richtantenne mit vermindertem Gewinn, aber brauchbarer Rückwärtsunterdrückung ist ja ein guter Kompromiß, selbst wenn die Strom/Spannungs-Verteilung im Reflektor unsymmetrisch sein dürfte. Angemerkt sei, daß ich in dieser Richtung keine Versuche unternommen habe.

Versuche auf 7 MHz verliefen wenig ermutigend. Anpassung ist zwar möglich; die beobachteten Feldstärken lagen aber deutlich unter denen einer G5RV-Antenne. Ein $0,5\lambda$ -Rahmen hat offensichtlich infolge des extrem niedrigen Strahlungswiderstandes erhebliche Verluste.

■ Mechanik und Ausführung

Die Grundkonstruktion entspricht einer klassischen Boomquad in „Diamond-Shape“-Form; die Haltespreizer wurden mit Glasfaserrohren ausgeführt. Der Vorteil liegt in der gegenüber einer „Cubical-Quad“-Ausführung vorteilhafteren Montagemöglichkeit der Relaisbox am Mittelpreizer des Reflektors. Diese Antennenform wurde oft genug beschrieben, so daß sich hierzu nähere Einzelheiten erübrigen.

Das Tragerohr besteht aus einem 2,65 m langen Aluminiumrundrohr mit 50 mm Durchmesser und 2 mm Wanddicke. Ein geringerer Abstand ist nicht zu empfehlen, da sonst das Vor/Rück-Verhältnis auf 14 MHz kritisch wird.

Die Glasfaserrohre des Tragekreuzes haben sämtlich 4 m Länge und bestehen jeweils aus 3-m-Stücken von 28 mm Außendurch-

messer und 3,5 mm Wanddicke sowie 1 m langen Stücken (zuzüglich eingeschobener Teil) von 20 mm Durchmesser und 2 mm Wanddicke.

Ein Experimentieren mit den Längen der Reflektorschleifen je nach den örtlichen Einflüssen (Höhe, Umgebung) kann wie bei jeder Quadantenne eine verbesserte Rückwärtsunterdrückung bringen.

Aus Bild 4 ist ersichtlich, wie die Umschaltung des Rahmens erfolgt. Das Relais sollte eine spannungsfeste Ausführung mit Kontakten $2 \times$ ein sein. Das erhöht den Isolationswiderstand – wichtig, weil im Reflektorrahmen doch recht hohe Spannungen auftreten können. Bei geschlossenen Kontakten besteht Reflektorresonanz auf 14 MHz, bei offenen wirkt der Reflektor auf 21 und 28 MHz.

Es bietet sich an, den Strahlerrahmen so groß wie den Reflektor zu machen (Seitenlänge 5,65 m, entsprechend einem Umfang von 22,60 m).

Der Abstand der mittleren Zweidrahtleitung im Strahler ist ebenfalls unkritisch und hängt von den verwendeten Isolationspreizern ab, es eignet sich die erwähnte 450- Ω -Leitung. Die Zweidrahtspeiseleitung sollte überall mindestens 100 mm Abstand von Metallteilen (Tragerohr, Mast, Rotor) besitzen. Dazu muß man sich isolierte Halter bauen. Ich habe hier Streifen aus Epoxid-Leiterplattenmaterial verwendet (Kupferbeschichtung weggeätzt). Die zweipolige Steuerleitung für das Relais wird am unteren Reflektorspreizer und dem Tragerohr befestigt.

Die beiden Tabellen enthalten die mecha-

nischen Teile bzw. die Verhältnisse und Abmessungen der Reflektorschleifen für die jeweiligen Bänder noch einmal in konzentrierter Form. Bild 5 verdeutlicht den Gesamtaufbau der Quad.

■ Praktische Erfahrungen

Hier sollte man naturgemäß vorsichtig mit allzu optimistischen Aussagen sein, weil objektive Messungen des Antennengewinns mit Amateurmitteln bei Kurzwellen-Richtantennen nicht möglich sind. Untersucht habe ich mit einem aperiodischen Vergleichsdipol nur das relative Vor/Rück-Verhältnis auf den einzelnen Bändern.

Während der mehrjährigen Erprobung der Antenne am Auswärtsstandort kann nach 20jähriger DX-Erfahrung mit verschiedensten Richtantennenformen nur von sehr positiven Eindrücken berichtet werden. Besonders die Signale in den USA nach der dortigen Freigabe des 24-MHz-Bandes veranlaßten viele OPs unaufgefordert zum Kommentar „outstanding signal“, obwohl ich nur mit 100 W HF arbeitete.

Auf allen Bereichen ergaben sich in der Praxis gute Ergebnisse, wobei die Pile-Up-Erfolge auf den Bändern 24 und 28 MHz subjektiv den zu erwartenden erhöhten Gewinn bestätigen.

Es soll nicht verschwiegen werden, daß die Speisung von Antennen mit Paralleldrahtleitungen vom Shack aus mit der zulässigen Höchstleistung von 750 W HF aus verschiedenen, allgemein bekannten Gründen nicht unproblematisch ist. Besonders Gebäudedurchführungen und Leitungen im Haus sind nicht immer möglich.

Trotzdem sollte das nicht von eigenen Versuchen abhalten, denn gerade bei Antennen gibt es noch gute Möglichkeiten zu interessanten Experimenten. Berücksichtigen sollte man aber als eventueller „Koaxkabel-Fan“, daß eine Fünfbandquad herkömmlicher Bauart für symmetrische Abstrahlung bei jedem Band einen Balun oder eine Gamma-Anpassung benötigt, zusätzlich muß man jedes Band über ein getrenntes Koaxialkabel speisen. Unter diesen Gesichtspunkten lohnt es sich vielleicht doch, über eine Feederleitung nachzudenken, auch wenn man so etwas bis dato nicht in Erwägung gezogen hat!

Literatur

- [1] Rothammel, K.: Antennenbuch, 9. Auflage, Franckh'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart
- [2] Boldt, W., DJ4VM: Die DJ4VM-Quad, DL-QTC 39 (1968), H. 9
- [3] Orr/Cowan: All about cubical-Quad-Antennas, 3rd Edition 1982, Radio Publications Inc., Wilton/Conn.
- [4] Steyer, M., DK7ZB: Universelle KW-Matchbox, Funktelegramm (1993), H. 2
- [5] Steyer, M., DK7ZB: Die DK7ZB-Quad, Funktelegramm (1993), H. 1

Mechanische Teile

- 1 Aluminiumrohr 50×2 mm, 2,65 m lang, als Tragerohr
- 1 Halteschelle für Boom (Fritzel)
- 2 Kreuzhalter aus Aluminiumguß („X-Mounts“)
- 8 Glasfaserrohre 3 m lang, $28 \text{ mm} \times 3,5 \text{ mm}$
- 8 Glasfaserrohre 1,20 m lang, $20 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$ (20 cm eingeschoben) (Kreuzhalter und Glasfaserrohre von Fa. Van der Ley, Kunststofftechnik)

Abmessungen und Wirkungsweise der Reflektorschleifen

Band [MHz]	Seite [m]	Umfang [m]	Schleife	Wirkungsweise
28	5,65	22,6	offen	2- λ -Bisquare
24	4,80	19,2	offen	1,5- λ -Extended-Quad
21	5,65	22,6	offen	1,5- λ -Extended-Quad
18	4,40	17,6	geschlossen	normale 1- λ -Schleife
14	5,65	22,6	geschlossen	normale 1- λ -Schleife