Yagi, Quad und HB9CV – ein realistischer Vergleich

MARTIN STEYER – DK7ZB

Über Vor- und Nachteile dieser drei Richtantennenarten wird seit langem heftig diskutiert, wobei mitunter kräftige Fehlinformationen unters Volk gelangen. Mythos und Wirklichkeit sollen in diesem Beitrag verglichen und eine realistische Betrachtungsweise vermittelt werden.

Vorangestellt sei, daß ich mit allen Richtantennentypen im Selbstbau und der DX-Praxis über 30 Jahre Erfahrungen gesammelt habe, wobei ich nicht verschweige, daß sich mein Interesse in den letzten Jahren zunehmend auf Yagis konzentriert hat.

Physikalische Grundlagen

Berücksichtigung fanden Richtantennen nach dem Yagi- und Quad-Prinzip mit parasitären Elementen, zusätzlich habe ich die HB9CV als bekannte Eigenbau-Antenne mit in die Untersuchungen einbezogen.



Bild 1: 2-Element-Quad für 6 m, in Diamond-Shape-Form

Musterantennen für das 6-m-Band bildeten die Grundlage der Daten, wobei die hier erhaltenen Ergebnisse ohne weiteres auf die Kurzwellenbänder übertragbar sind. Auf UKW erhält man eher den Freiraumwerten angenäherte Eigenschaften bei Richtantennen, auf Kurzwelle hat der Erdboden einen entscheidenden Einfluß, da die meisten Richtantennen bei Amateuren zwischen 0,5 und 1,5 λ hoch montiert sind.

Den Quad-Antennen liegt das Prinzip der Ganzwellenschleife zugrunde, wobei das Strahlerelement allein einen Strahlungswiderstand von 110 Ω aufweist. Mit einem Reflektor im Abstand von etwa 0,1 λ stellt sich ein Fußpunktwiderstand von 50 Ω ein, wenn auf Gewinn optimiert wird.

Bei einer 2-Element-Quad kann er zwischen 4,8 und 5,8 dBd betragen, dabei gelten folgende Zusammenhänge: Kleinere Gewinne sind mit höherer Rückdämpfung und größerer Bandbreite verbunden, der Maximalgewinn ist nur mit Bandbreiteneinengung und deutlichem Rückgang des V/R-Verhältnisses zu erreichen.

Der hier vorgestellte Kompromiß hat mit 5,6 dBd einen relativ hohen Gewinn, aber schlechtere Rückdämpfung. Die Baubeschreibung ist in [1] zu finden, wobei die Abmessungen mit Hilfe von EZNEC [9] für bessere Daten optimiert wurden. Die neuen Maße für 2-mm-Kupferdraht (nicht isoliert!) sind in Tabelle 4 angegeben. Die Vergleichsdaten von Tabelle 1 beziehen sich auf diese Maße.

Hier muß mit einer weit verbreiteten Fehlmeinung aufgeräumt werden. Fügt man einer Quad ein weiteres, parasitäres Element als Direktor hinzu, so sind maximal 1,2 dB an Gewinnsteigerung zu erwarten. Angaben von 8…10 dBd als Freiraumgewinn für eine 3-Element-Quad sind reine Utopie. Real sind 6,5…7 dBd Gewinn, jedenfalls ist das die eindeutig ernüchternde Erkenntnis, die EZNEC trotz aller Bemühungen zum Verbessern der Eigenschaften konstatiert. Das schafft eine gut konzipierte 3-Element-Yagi bei gleicher (schmaler!) Bandbreite wesentlich einfacher.

Eine im „Rothammel“ [10] beschriebene, offensichtlich optimal konfigurierte Quad mit drei Elementen bringt es bei knapp 8 m Boomlänge zwar auf 7 dBd Gewinn bei 22 dB Rückdämpfung auf der Frequenz von 14,2 MHz, indes ist die Bandbreite so gering, daß sie bei 2,0 auf 14,0 MHz und bei 2,8 am Bandende auf 14,35 MHz liegt. Der Aufwand für ein solches Monstrum dürfte wohl kaum gerechtfertigt sein.

Eindeutiges Fazit: Mehrelementige Quadantennen sehen zwar imposant aus, sind aber eine glatte Materialverschwendung!

Hier gilt, daß es sich zunehmend um Längsstrahler handelt, bei denen der Gewinn hauptsächlich von der horizontalen Ausdehnung abhängt. Nur bei der 2-Element-Quad bringt die räumliche Ausdehnung noch einen Vorteil gegenüber einfacher gebauten Ausführungen wie der Yagi mit gleicher Elementzahl. Als Ausnahme gilt u.U. Mehrbandbetrieb im Selbstbau, wie weiter unten erläutert.

Bei Yagiantennen werden einem Strahler mit etwa Halbwellenlänge etwas längere Elemente (Reflektor) und/oder etwas kürzere Elemente (Direktor) hinzugefügt. Die hier vorgestellten Daten beziehen sich auf eine 2-Element-Yagi aus Strahler und Direktor mit 28 Ω Strahlungswiderstand, die in [2] beschrieben wurde, sowie eine 3-Element-Yagi mit 12,5 Ω Strahlungswiderstand nach [1].

Berücksichtigen muß man im Vergleich zur Quad, daß auch bei Yagis der gleiche Zusammenhang zwischen Gewinn und Bandbreite besteht. Hohen Gewinn bei gleichzeitig großer Bandbreite gibt es auch in diesem Fall nicht. Bei der 2-Element-Yagi kann der Gewinn bei 4,0 bis 4,8 dBd liegen, bei der 3-Element-Yagi zwischen 5,0 und 7,5 dBd. Die beiden gewählten Antennen stellen einen günstigen Kompromiß zwischen den Faktoren Gewinn, Rückdämpfung und Bandbreite dar.



Bild 2: 3-Element-Yagi für 6 m – als Monobander immer noch die zweckmäßigste Wahl

Bei der HB9CV werden zwei Elemente im Abstand von 0,125 λ mit einer Phasenverschiebung von 225° gespeist. Dieses in [12] anschaulich beschriebene Funktionsprinzip ergibt eine hohe Bandbreite bei sehr guter Rückdämpfung, als Gewinn kann 4,1 dBd angesetzt werden. Die Kardioid-Struktur der rückwärtigen Keulen relativiert etwas den Absolutwert von 26 dB bei 180°, denn zwei Nebenzipfel sind mit 18 dB deutlich ausgeprägt.

Gelegentlich kursieren Bauvorschläge für „Mehrelement“-HB9CV, bei denen ein Reflektor und zusätzliche Direktoren hinzukommen. Dies ist allerdings eine falsche Sicht der physikalischen Grundlagen. Erst bei richtiger (!) Dimensionierung werden die zwei gespeisten Elemente der ursprünglichen HB9CV zu einer Log-Zelle in einer Yagi-Struktur. Dazu ist aber eine deutliche Verkürzung der aktiven Elemente notwendig, einfaches Hinzufügen genügt nicht.

Die auf diese Weise erzielbaren Eigenschaften bezüglich Bandbreite und sonstiger Daten sind viel einfacher mit einer korrekt dimensionierten klassischen Yagi zu erreichen bzw. lassen sich noch übertreffen.

Tabelle 1: Wichtige Daten der Antennentypen im Vergleich

Antenne	Gewinn (Freiraum)	V/R-Verhältnis	Gewinn in 0,5 λ über realer Erde	Maximum der Keule	Bandbreite (s < 1,5) @50 MHz
2-El.-Quad	5,6 dBd	11,5 dB	9,27 dBd	24°	420 kHz
3-El.-Yagi	6,4 dBd	19,5 dB	10,28 dBd	25°	450 kHz
2-El.-Yagi	4,5 dBd	12,8 dB	8,73 dBd	26°	800 kHz
HB9CV	4,1 dBd	26(18) dB	8,81 dBd	27°	>1 MHz

Vergessen Sie solche unnötig komplizierten Konstruktionen für unsere Amateurbänder – alle von mir mit EZNEC analysierten Bauvorschläge lagen unter den Leistungsdaten einer Yagi vergleichbarer Boomlänge.

■ Verhalten über realem Erdboden

Besser als viele Worte zeigt Tabelle 1 die wichtigsten Daten im Vergleich. Dabei wurden die Freiraumwerte zunächst einer Höhe von 0,5 λ über realem Grund mittlerer Erdbodenleitfähigkeit gegenübergestellt. Dies ist durchaus realistisch, kann doch mancher OM aus baulichen Gründen seiner 14-MHz-Richtantenne nur 10 m Höhe gönnen.

Bei der Quad beziehen sich diese Angaben auf den Boom. Genaugenommen darf man in Bundesländern mit 10-m-Mast-Beschränkung keine Quad ohne Baugenehmigung aufbauen, weil die oberen Leiter darüber hinausragen!

Nichts wirklich Neues ist, daß die 2-Element-Quad im Gewinn zwischen der 2- und 3-Element-Yagi liegt. Wie sieht es nun mit der angeblich besseren Abstrahlung der Quad bei niedrigen Betriebshöhen aus?

Nun, ein bißchen von diesem Mythos stimmt, denn man erkennt, daß der vertikale Erhebungswinkel mit dem Maximum der Keule bei 24° Elevation geringfügig günstiger ausfällt. Das relativiert sich jedoch dadurch, daß in der Praxis der Gewinn der 3-Element-Yagi auch bei 24° Elevation werklich über dem der Quad liegt.

Überrascht war ich indes, daß die Bandbreite der Quad relativ klein ist. Ich höre jetzt schon die vehementen Einsprüche der Quad-Besitzer … Dazu muß beachtet werden, daß in der Praxis die gemessenen Werte erkennbar günstiger ausfallen (Toleranz der „Meß"-Geräte, Kabeldämpfung), was allerdings gleichermaßen für alle Antennen gilt. Hat nun eine Quad wirklich deutlich mehr Bandbreite, so liegt sie im Gewinn bei nur maximal 5 dBd, was so schlecht ja eigentlich nicht ist.

Zum Vergleich: Soll die 2-Element-Quad ein der 3-Element-Yagi entsprechendes V/R-Verhältnis von 20 dB aufweisen, so sinkt der Gewinn auf 4,8 dBd, gleichzeitig steigt die Bandbreite auf über 1 MHz, bezogen auf ein SWR <1,5 bei 50 MHz. Dabei stellt sich ein höherer Strahlungswiderstand zwischen 90 und 100 Ω ein. Dies erscheint logisch, weil hier die Reflektorschleife verlängert werden muß und der Nahfeldeinfluß auf den Strahlerwiderstand kleiner wird.

Meistens werden Quadantennen nach Baubeschreibungen auf maximales V/R-Verhältnis abgeglichen, was mit Hilfe einer verschiebbaren Stichleitung („Stub") geschieht. Dann bekommen wir eine Antenne mit den eben geschilderten Daten, aber erheblich weniger Gewinn. Die beiden erstgenannten Parameter lassen sich leicht messen, der Gewinn nicht – so entstehen Legenden!



Bild 3: Bei geringem Platzbedarf erweist sich eine *HB9CV* als tolerant gegenüber *U*mgebungseinflüssen. Fotos: DK7ZB

Setzt man den Materialeinsatz in Relation zu den erhaltenen elektrischen Daten, so zeigt sich, daß die HB9CV einen sehr günstigen Kompromiß darstellt und als Monoband-Richtantenne fast die Daten der materialaufwendigeren Quad erreicht. Bei vergleichbarer Bandbreite und Rückdämpfung liegen die Gewinne eng beieinander!

Weiteres überraschendes Ergebnis bei der HB9CV: Gewinn und Rückdämpfung werden viel weniger von den Elementlängen beeinflußt als bei den beiden anderen Antennen. Offensichtlich sind der Vorwärtsgewinn und die Rückdämpfung mehr das Ergebnis der phasenverschobenen Mitspeisung des zweiten Elements.

Damit ist die HB9CV viel unkritischer für Selbstbauer, was eventuelle geringfügige Abweichungen bezüglich Elementlängen und -durchmesser beim Bau angeht.

Auch hier findet eine früher weitverbreitete Fehlmeinung ihre Ursache: In älteren Antennenpublikationen wie [3] steht, daß die HB9CV im Gewinn einer 4-Element-Yagi gleichkäme. Experimentell abgeglichen wird eine 4-Element-Yagi meistens einen passablen Gewinn, allerdings nur eine schlechte Rückdämpfung aufweisen. Im Vergleich führt eine HB9CV immer zu guter Rückdämpfung, wodurch sich die Annahme erklären läßt, dies sei mit hohem Gewinn verbunden.

Um die für den DX-Verkehr wichtigen Erhebungswinkel noch mit einzubeziehen, habe ich die tatsächlichen Gewinnwerte über einem real simulierten Erdboden mittlerer Leitfähigkeit bei 0,5 λ Montagehöhe für Elevationswinkel von 20, 15 und 10° in Tabelle 2 getrennt ausgewiesen.

Daß häufig Äpfel mit Birnen verglichen werden, zeigen die zusätzlich für den normalen Halbwellendipol aufgenommenen Werte. Der Dipol weist nämlich mit seiner Hauptkeule über realer Erde bereits selbst einen Gewinn von 5,17 dBd auf, bezogen auf einen Dipol im Freiraum (daher dBd). Werden dann noch Beziehungen zu dem fiktiven isotropen Strahler im Freiraum (Angaben in dBi) hergestellt, so kommt ein Zuwachs um weitere 2,15 dB zustande.

Eine fragliche Antenne bringt es somit bei falschem Bezug auf phantastische 7,32 dB zuviel! Bei Vergleichen zweier Antennen also entweder Freiraumwerte untereinander in Beziehung setzen oder Werte über realem Grund bei gleicher Höhe.

Noch interessanter wird der Vergleich, wenn man eine Höhe von 1,5 λ zugrundelegt. Diese ist auf den kurzwelligeren Amateurbändern in der Praxis durchaus noch handhabbar. Dabei zipfelt sich das Elevationsdiagramm so auf, daß drei deutlich unterscheidbare Keulen entstehen.

Bild 9 verdeutlicht dies für einen Dipol, das Diagramm gilt gleichwohl stellvertretend für alle verglichenen Antennenarten. Verblüffendes zeigt Tabelle 3 bei der ersten Keule, die den für den DX-Verkehr notwendigen niedrigen Erhebungswinkel mit sich bringt. Bei allen Antennen liegt das Maximum der Keule bei 9°, lediglich mit

Tabelle 2: Gewinnwerte bei 0,5 λ Höhe für verschiedene Elevationswinkel (dBd entspricht Gewinn gegenüber Halbwellendipol im Freiraum)

Antenne	Maximum	Gewinn bei 20°	Gewinn bei 15°	Gewinn bei 10°
Dipol	5,17dBd bei 28°	4,42dBd	2,97dBd	0,27 dBd
2-El.-Quad	9,27 dBd bei 24°	8,98 dBd	7,82 dBd	5,32 dBd
2-El.-Yagi	8,37 dBd bei 26°	8,2 dBd	6,87 dBd	4,25 dBd
HB9CV	8,81 dBd bei 27°	8,25 dBd	6,9 dBd	4,26 dBd
3-El.-Yagi	10,28 dBd bei 25°	9,94 dBd	8,73 dBd	6,2 dBd

unterschiedlicher Intensität! Daß eine Yagi empfindlich auf veränderte Rohrdurchmesser reagiert, hat sich wohl inzwischen herumgesprochen.

■ Einfluß der Elementdurchmesser

Besonders die Staffelung der Längen ineinandergesteckter Rohre, englisch *Tapering*, hat entscheidenden Einfluß auf die Resonanzfrequenz und muß genau beachtet werden. Eigenmächtige Abänderungen mit konstantem Faktor sind nicht sinnvoll, weil bei Durchmesseränderungen Strahler und Elemente mit induktivem Blindanteil (Reflektor) deutlich weniger Korrektur bedürfen als jene mit kapazitivem (Direktoren).

Tabelle 3: Gewinnwerte bei 1,5 λ Höhe über realem Erdboden mittlerer Leitfähigkeit (dBd entspricht Gewinn gegenüber Halbwellendipol im Freiraum)

Antenne	1. Keule	2. Keule	3. Keule
Dipol	5,66 dBd bei 9°	4,92 dBd bei 30°	4,25 dBd bei 55°
2-El.-Quad	11,07 dBd bei 9°	9,11 dBd bei 29°	5,3 dBd bei 53°
2-El.-Yagi	10,02 dBd bei 9°	8,76 dBd bei 29°	6,6 dBd bei 55°
HB9CV	9,75 dBd bei 9°	8,58 dBd bei 30°	6,65 dBd bei 54°
3-El.-Yagi	11,95 dBd bei 9°	10,17 dBd bei 29°	6,3 dBd bei 53°

Auf die geringere Toleranzempfindlichkeit der HB9CV hatte ich schon hingewiesen. Daß der verwendete Draht eine Quad nachhaltig beeinflußt, hatte ich so nicht erwartet. Der Übergang von unisoliertem 1-mm-Kupferdraht auf 2 mm hat bei 50 MHz eine Resonanzverschiebung von 150 kHz nach unten zur Folge. Noch mehr ändert sich die Frequenz, wenn isolierte Drähte anstelle nichtisolierter verwendet werden. Die ist mit EZNEC nicht ohne weiteres zu simulieren, wohl aber zu messen!

Wenn also in Baubeschreibungen nur die Drahtlängen ohne genaue Spezifikation angegeben sind, können wir beim Nachbau völlig danebenliegen! Auch hier zeigt sich, daß eine Quad erheblich kritischer ist, als das in vielen Baubeschreibungen zum Ausdruck gebracht wird .

Scheinbar geringfügige Drahtlängenänderungen von 1 cm bei 50 MHz, auf den gesamten Umfang von etwa 6 m bezogen, verschieben die Daten eindeutig! Man sollte also nur Draht benutzen, der sich nicht längt und diesen mit einem genauen (!) Bandmaß konfektionieren.

■ Mechanischer Vergleich

Für jedes Element einer Yagi muß man mit etwa λ/2 an Aluminiumrohr rechnen. Mit „Low-Tech"-Materialien, wie auf Holzträgern befestigten Drähten, ist eine Yagi wegen der erheblichen Skin-Effekt-Verluste praktisch nicht sinnvoll aufzubauen. Dies geht hingegen bei einer Quad sehr gut, hier kann man mit preiswerten Materialien (Holz, Bambus) und einfachem Draht arbeiten.

Ungünstig fällt der Vergleich für die Quad aus, wenn man auf „High-Tech"-Zutaten wie GFK-Spreizern zurückgreift. Je Element sind vier Stücke mit insgesamt 0,7 λ an Materiallänge einzukalkulieren, was deutlich teurer wird als entsprechendes Aluminium. So stehen bei der 2-Element-Quad 1,4 λ GFK-Rohr den 1,5 λ Aluminiumrohr der 3-Element-Yagi gegenüber, wenn man den Boom nicht berücksichtigt. Daher kommt eine Quad von den Materialkosten her bestenfalls auf den Preis einer 3-Element-Yagi, in der Regel wird sie darüber liegen, wobei noch das mechanische Problem der Halter für die gekreuzten Spreizer (*X-Mounts*) sauber gelöst werden muß. Als Fazit bleibt, daß eine Quad in Einband-Ausführung nur dann interessant ist, wenn billiges Trägermaterial existiert.

Unter Umständen wirft das räumliche Gebilde mit doch recht stattlichen Ausmaßen Probleme bei der Errichtung auf. Wer schon einmal den Kubus einer 2-Element-20-m-Quad tatsächlich vor sich hatte, weiß, was ich meine. Die Montage auf dem Hausdach ist bis auf nicht repräsentative Einzelfälle praktisch nicht mehr möglich, vgl. a. [11]; hier bleibt nur ein freistehender, kippbarer Mast als Ausweg. Das flächige Gebilde der Yagi kann hingegen auf einem Dach im günstigsten Fall von einem Mann montiert werden [4].

Tabelle 4: Maße der 2-Element-Quad für 50 MHz aus 2-mm-Kupferdraht (nicht isoliert)[1]

Länge	Abmessung
Elementabstand	66 cm
Umfang Strahler	302 cm
Seite Strahler	75,5 cm
Umfang Reflektor	314 cm
Seite Reflektor	78,5 cm

[1] für 1-mm-Draht beim Umfang jeweils 1 cm zugeben

Demgegenüber ergeben sich aber für Mehrbandbetrieb beim Selbstbau deutliche Vorteile für die Quad, weil man das Gerüst lediglich für das langwelligste Band kalkulieren muß. Die weiteren Drahtschleifen fallen dann finanziell nicht mehr ins Gewicht. Zudem nehmen Masse und Windlast nur geringfügig zu, ganz im Gegensatz zur Yagi, wo entweder mehr Elemente oder Traps zu spürbar schwererer Mechanik und entsprechender Belastung führen.

■ Elektrischer Vergleich

Auch hier müssen wir wieder differenzieren, ob es sich um Ein- oder Mehrband-Ausführungen handelt. Als Monobander ist ein Abgleich bei der 2-Element-Quad eindeutig leichter durchzuführen als bei einer 3-Element-Yagi. Bei letzterer muß das Design stimmen, sonst ist mit Probieren nicht viel zu machen.

Kompliziert wird die Sache bei Mehrband-Antennen. Im Selbstbau sind Mehrband-Yagis so gut wie nicht zu erstellen. Ausnahmen sind *Interlaced*-Yagis, die sich am PC mit EZNEC optimieren lassen, jedoch sehr lang und relativ schwer werden. So bleibt in der Regel nur die Quad als Alternative.

Die mechanische Darstellung einer Quad ist jedoch nur eine Seite der Medaille. Ist der Abgleich einer klassischen 3-Band-Version mit den Bändern 10 m/15 m/20 m schon schwierig genug, so gleicht er bei einer 5-Band-Quad mit zusätzlichem 12- und 17-m-Band einer Sisyphusarbeit.

Sinnvollerweise benutzt man bei der klassischen Quad (egal ob Boom- oder Spinnenausführung) für jedes Band eine getrennte Speiseleitung. Nur das ermöglicht beim Abgleich eindeutige Verhältnisse.

Nach diversen Simulationen mit EZNEC wage ich allerdings zu bezweifeln, daß es jemals ein Quad-Erbauer geschafft hat, die zehn Rahmen einer Fünfband-Quad wirklich so abzustimmen, daß sich ein gutes V/R-Verhältnis für jedes Band mit dem Maximum in Bandmitte bei gleichzeitigem Gewinn von ≥5 dBd einstellt.

Die Interaktionen sind so groß, daß jede Veränderung eines Rahmens Rückwirkungen auf die anderen Drahtschleifen nach sich zieht. Selbst die Konstruktion am PC erfordert viele Stunden, wobei die Praxis dann mit dem realen Erdbodeneinfluß und die Umgebung alles wieder über den Haufen wirft! Insofern gibt es praktisch nur Kompromisse, bei denen mindestens ein oder zwei Bänder mit Gewinn und/oder V/R-Verhältnis spürbar abfallen.

Sinnvolle Schlußfolgerung daraus ist, zumindest das Strahlerelement nach dem DJ4VM-Prinzip [5] auszuführen und mit einer abgestimmten Zweidrahtleitung zu speisen. Der Abgleich beschränkt sich dann auf die Reflektorrahmen. Hiermit gelangen wir nach meiner Ansicht zu einer leistungsfähigen, noch preiswerten und im Selbstbau zu erstellenden Mehrband-Richtantenne. Eine solche Ausführung wird von Titanex [6] angeboten, auf den Marktseiten des FA 12/00 vorgestellt.

Das Grundprinzip habe ich bereits in [7] beschrieben. Gegenüber den damals rein experimentell entwickelten Ausführungen weist EZNEC jedoch aus, daß es günstiger

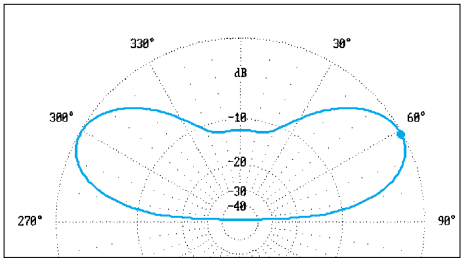

Bild 4: Elevationsdiagramm eines Dipols 0,5 λ über realem Erdboden mittlerer Leitfähigkeit; 0 dB entspricht 5,17 dBd

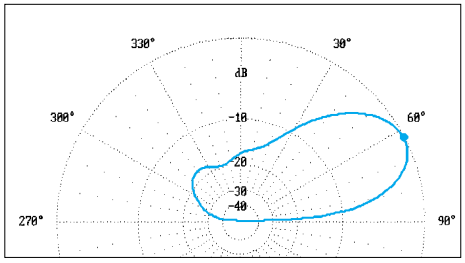

Bild 7: Elevationsdiagramm einer 2-Element-*HB9CV* 0,5 λ über realem Erdboden mittlerer Leitfähigkeit; 0 dB entspricht 8,81 dBd

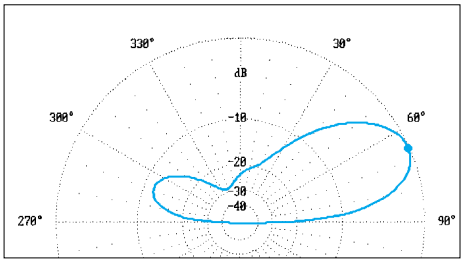

Bild 5: Elevationsdiagramm einer 2-Element-Quad 0,5 λ über realem Erdboden mittlerer Leitfähigkeit; 0 dB entspricht 9,27 dBd

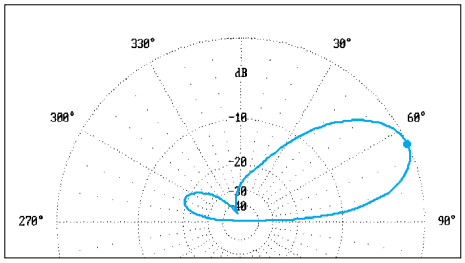

Bild 8: Elevationsdiagramm einer 3-Element-Yagi 0,5 λ über realem Erdboden mittlerer Leitfähigkeit; 0 dB entspricht 10,28 dBd

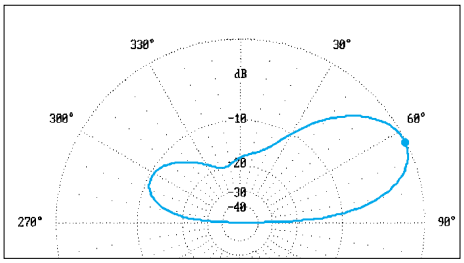

Bild 6: Elevationsdiagramm einer 2-Element-Yagi 0,5 λ über realem Erdboden mittlerer Leitfähigkeit; 0 dB entspricht 8,73 dBd

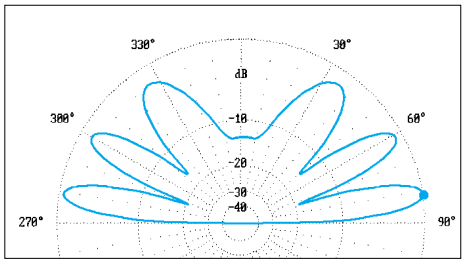

Bild 9: Elevationsdiagramm eines Dipols 1,5 λ über realem Erdboden mittlerer Leitfähigkeit; 0 dB entspricht 5,66 dBd

ist, für jedes Band eine getrennte Ganzwellen-Reflektorschleife vorzusehen. Damit gelangt man zu echten Gewinnen zwischen 5 dBd (20-m-Band) und 6,4 dBd (10-m- und 12-m-Band). Ideal wäre ein mitgespeister Reflektor, die zugehörige komplizierte Matchbox sprengt aber den normalen Rahmen und wurde bisher kaum von Amateuren verwirklicht; in [8] findet sich eine 6-Band-Variante mit Einpeisung an einer Schleife sowie elektronisch gesteuerter Abstimmung beider Elemente.

■ Abschließende Beurteilungen

Nach wie vor bleibt natürlich dem Käufer oder Selbstbauer die Qual der Wahl, wobei die hier durchgeführten Überlegungen eine Hilfe sein sollen. Als Monoband-Antenne ist für mich eigentlich immer die 3-Element-Yagi die erste Wahl, es sei denn, man muß wirklich mit dem Platz sparen und kann nur eine kleine Antenne unterbringen. Bei freier Montage bietet sich dann die 2-Element-Yagi an, in nicht ganz so „sauberer“ Umgebung ist die HB9CV besser.

Anders sieht es bei Mehrband-Richtstrahlern aus. Eventuell ist es einfacher, drei Monoband-Antennen vom HB9CV-Typ als „Tannenbaum“ zu stocken, als eine Mehrband-Antenne selbst zu bauen. Dabei können wegen der geringeren gegenseitigen Beeinflussung die Abstände kleiner sein als bei Monoband-Yagis.

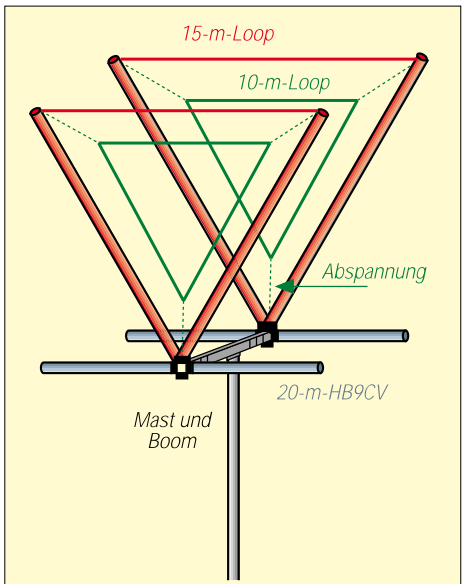

Bild 10: Eigenbau-3-Band-Richtantenne, basierend auf einer *HB9CV* für 20 m; in die Schleifen der 15-m-Delta-Loop (rot) sind jeweils die Schleifen für 10 m gehängt (grün).

Montiert man die mittlere Antenne um 90° gedreht, wie es schon der Erfinder HB9CV selbst getan hat, dann sind Abstände von nur 1,50 m zwischen den Ebenen ausreichend.

Hier möchte ich mit Bild 10 noch eine weitere Variante vorstellen, die ich vor 25 Jahren in Betrieb hatte. Untere Antenne ist eine HB9CV für 20 m. Deren Boomrohr dient gleichzeitig als Träger für eine 15-m-Delta-Loop mit Alu-Rohren als vertikalen Elementen. Das obere Drittel besteht aus Draht. Die Speisung erfolgt über eine Gamma-Anpassung.

Beide Rahmen beherbergen jeweils eine zusätzliche Drahtschleife, die eine weitere Delta-Loop für 10 m bildet. Sie läßt sich wegen des relativ höheren Reflektorabstands auf dem 10-m-Band über eine 75-Ω-Viertelwellenleitung, die zudem als W1JR-Balun [10, S. 158] durch einen Ringkern, gefädelt wird, an das 50-Ω-Speisekabel anpassen.

Genaugenommen weist eine Delta-Loop wegen der kleineren Wirkfläche gegenüber der Quad 0,5 dB weniger Gewinn auf, wenn Bandbreite und Rückdämpfung vergleichbare Werte haben sollen – im praktischen Betrieb ist so ein kleiner Unterschied vernachlässigbar.

Literatur

[1] Steyer, M., DK7ZB: Zauberhaftes 6-m-Band (2): Richtantennen – schnell aufgebaut. FUNKAMATEUR 49 (2000) H. 4, S. 415–417

[2] Steyer, M., DK7ZB: 2-Element-Yagi für das 6-m-Band. funk 24 (2000) H. 6, S. 46–47

[3] Fuchs-Collins: HB9CV, Richtantenne mit allen Variationen. 6. Auflage, Frech-Verlag, Stuttgart 1994. Bezug: nur noch FA-Leserservice

[4] Zschiesche, K., DL8WKZ: Yagi oder Quad? FUNKAMATEUR 49 (2000) H. 1, S. 66–68

[5] Boldt, W., DJ4VM: Die DJ4VM-Multiband-Quad, DL-QTC 39 (1968) H. 9

[6] Titanex: High-Tech HF Antennas, German Engineering: Produktkatalog, Leiblfing 2001. Fa. Titanex, Burgstall, 94339 Leiblfing, www.titanex.de

[7] Steyer, M., DK7ZB: Leistungsfähige Quadantenne nach DK7ZB. FUNKAMATEUR 44 (1995) H. 1, S. 69–71

[8] Linnecke, B., DL2RXD: Eine Quad-Antenne für 10–30 MHz. FUNKAMATEUR 42 (1993) H. 10, S. 642–645

[9] Lewallen, R., W7EL: PC-Programm EZNEC, Version 3.0.9. P.O.Box 6658, Beaverton, OR 97007, http://eznec.com

[10] Krischke, A., OE8AK (Bearb.): Rothammels Antennenbuch. 12. Auflage, DARC-Verlag, Baunatal 2001

[11] Traxler, F., DM2ARD: Servicefreundliche Quadantenne. FUNKAMATEUR 26 (1977) H. 6, S. 295–296

[12] Graf, U., DK4SX; Hegewald, W., DL2RD: Einfache HB9CV-Antenne für das 70-cm-Band. FUNKAMATEUR 50 (2001), Heft 5, S. 564–565

[13] Steyer, M., DK7ZB: HB9CV-Antennen für 2 m, 6 m und 10 m. FUNKAMATEUR 46 (1997) H. 12, S. 1446–1447

[14] Steyer, M., DK7ZB: 6-m-Yagis in 12,5-Ω-Technik. FUNKAMATEUR 47 (1998), Heft 4, S. 446–447