

# Zauberhaftes 6-m-Band (1): besondere Betriebstechnik

MARTIN STEYER – DK7ZB

**Nicht umsonst heißt das 50-MHz-Band „The Magic Band“. Können Sie sich vorstellen, dass auf einem völlig toten UKW-Band plötzlich eine Station aus der Karibik auftaucht und CQ ruft? Genau das ist 6 m. Vergessen Sie alles, was Sie bisher über UKW zu wissen glaubten, und lesen Sie die folgenden Hinweise zum Umgang mit diesem Mysterium!**

Ich kenne Amateure, die seit 1990 auf dem 6-m-Band QRV sind und immer dann, wenn sie ihr Gerät eingeschaltet hatten, nie eine Station hörten... Die Faszination dieses Grenzbereichs zwischen KW und UKW liegt darin, dass Ausbreitungsvorhersagen nur sehr begrenzt gemacht werden können und sich Erfolge dagegen mit einer sehr guten Kenntnis des Bandes und seiner Bedingungen einstellen.

Manche Amateure sind diesem Band völlig verfallen, der 6-m-Bazillus ist weit verbreitet... Spätestens wenn typische F2-Side-scatter-Signale aus JA oder TEP aus 7Q7 zu hören sind, ist es mit dem häuslichen Frieden vorbei, und der OM ist nicht mehr ansprechbar! In der jetzigen Talsohle der Sonnenaktivität müssen wir uns zumeist mit der – nicht minder interessanten – Sporadic-E-Ausbreitung begnügen.

## ■ Besondere Betriebsbedingungen

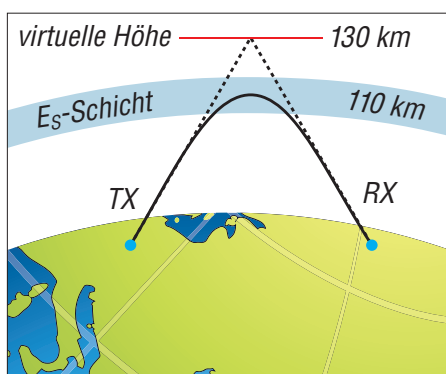
Grundsätzlich sollte man sich vor der Betriebsaufnahme über die Situation seiner Umgebung informieren. Wer in verkabelten Siedlungen wohnt, hat möglicherweise schlechte Karten. Gibt es S6-Probleme im 2-m-Band, so könnte es auch auf 6 m Ärger geben. Wird bei S6 zumindest durch die BNetzA gemessen, ob die Kabelfernseh-anlagen ordnungsgemäß aufgebaut und geschirmt ist, haben wir bei Störungen des bzw. durch den Kanal 2 im Band I praktisch keine Abhilfemöglichkeiten. Dort wird in der Regel der Rückkanal für den Internetzugang via Kabel-TV übertragen.

Im Störfall hat der Amateur auf 6 m abzuschalten (*Non-Interference-Basis*)!

Hier könnte eine gewisse Zurückhaltung allen Amateuren zugute kommen, die langfristig auf dem 6-m-Band funken wollen. Es ist äußerste Vorsicht anzuraten und ein Vorabtest zu empfehlen. In jedem Fall sind das Fernsehprogramm bzw. eventuelle Surf-Gewohnheiten der Nachbarn mit in die Überlegungen einzubeziehen.

So habe ich es trotz dieses Handicaps geschafft, bisher ohne Ärger im vollverkabelten Wohngebiet über die Runden zu kommen. Nur mit vielem Hören, keinen eigenen CQ-Rufen und möglichst kurzen Durchgängen erreichte ich in 10 Jahren 446 Lo-

cator-Mittelfelder in 108 DXCC-Gebieten (Stand 4/2020: 792 Locator-Mittelfelder in 189 DXCC-Gebieten). Zwar kann ich nicht mit den deutschen Top-DXern mithalten; da ich noch mit erheblichem Zeitaufwand Antennen baue sowie weiteren Beschäftigungen nachgehe, ist das für meine Möglichkeiten ganz ordentlich...



**Bild 2: Prinzip der Ausbreitung via sporadische E-Schicht: Distanz 1000 km bis 2200 km**

Leider scheinen alle mit Mikroprozessoren ausgestatteten Geräte wie auch Transformatorstationen, HV-Freileitungen und die Deutsche Bahn das 6-m-Band als hochfrequente Müllkippe zu nutzen. In keinem anderen Amateurband finden sich so viele Störsignale. Bedauerlicherweise genießen wir keinerlei Schutz davor.

Wer von den oben geschilderten Heim-suchungen ganz oder teilweise verschont bleibt, kann sich glücklich preisen und ist zu beneiden. Sind Sie vielleicht gar Rentner oder können als Freiberufler weitgehend über Ihre Zeit frei verfügen? Dann sind Sie der ideale 50-MHz-Amateur!

## ■ Betriebstechnik

Durch die schon angesprochenen Besonderheiten und die auf 6 m herrschenden Ausbreitungsbedingungen ist die Betriebstechnik völlig anders als auf der Kurzwelle und auch auf den UKW-Bändern.

Ragchewing („Lumpenkauen“ = Klön-QSO) ist fast unbekannt, weil entweder die Ausbreitungsbedingungen zu wechselhaft sind oder seltenere Stationen auftauchen, mit denen sowieso nur QSOs im Schnellverfahren abzuwickeln sind.

Im ersten Durchgang, selbst bei einer Europa-Verbindung, beschränkt man sich daher normalerweise auf Rapport und eigenen Locator. Wo es ganz schnell gehen muss, entfallen ferner die beiden letzten Buchstaben für das Kleinfeld! Ist dem Partner anzumerken, dass er es nicht ganz so eilig hat, kann noch der Name nachgeliefert werden. Alle weiteren Angaben wie Standort, technische Stationsdaten oder Wetter sind meistens nicht gewünscht, weil die Gegenstation die Bandöffnungen zu möglichst vielen Kontakten nutzen will. Selbstverständlich ergeben sich ebenso Gelegenheiten für längere QSOs, nur sollte man ein Gespür dafür entwickeln, welches die Interessen der Gegenstation sind.

„GM1XYZ, you are 5 and 9 in JO51AE“ als Übermittlung im ersten QSO-Durchgang reicht völlig aus, damit der Partner im Bilde ist. Unter Umständen folgt dann nur noch „73 and good DX“ und das war es... Seltene Stationen, die nur einmal im Sonnenfleckenmaximum auftauchen, oder DXpeditionen erwarten gar nur den Rapport und keinen Locator!

Bei dem zu Bandöffnungen herrschenden Gedränge im Bandabschnitt zwischen etwa 50,050 MHz und 50,200 MHz liegen auf einer Frequenz manchmal zwei Stationen. Wenn diese aus derselben Richtung kommen, sich jedoch ausbreitungsbedingt gegenseitig nicht hören, sind Missverständnisse nicht auszuschließen. Daher sollte das Rufzeichen der Station, die den Rapport bekommt, mit erwähnt werden.

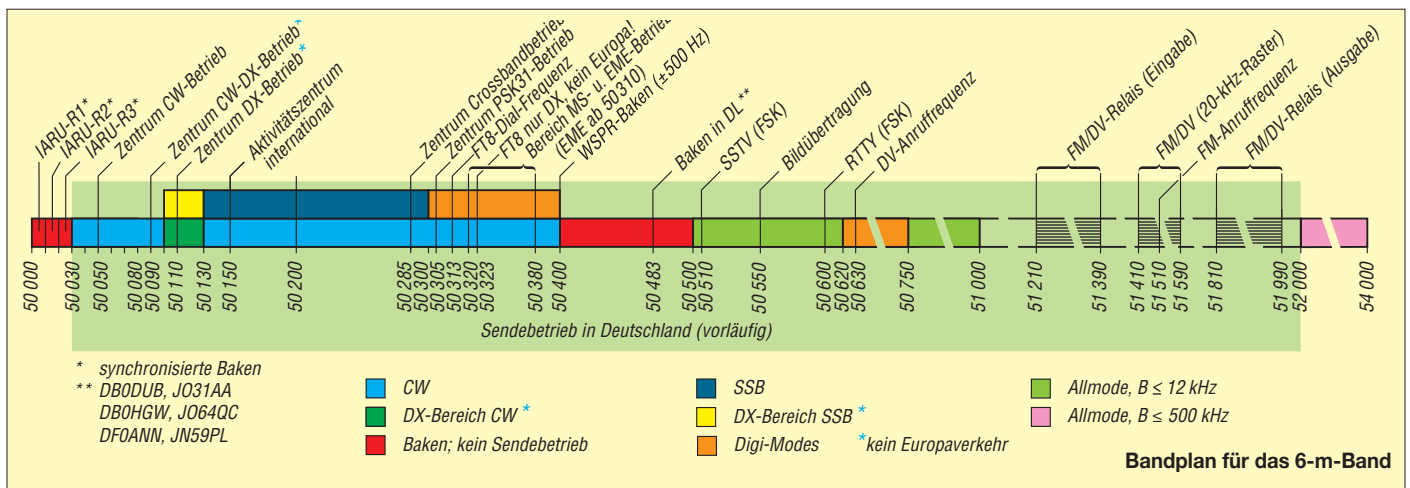
Dringend anzuraten ist die Nutzung eines DX-Clusters via Internet oder Packet-Radio. Cluster-Zugriff ist in vielen Logbuchprogrammen integriert. Ansonsten im Internet [www.dxsummit.fi](http://www.dxsummit.fi) oder direkt [www.dxsummit.fi/#/?include=50MHz](http://www.dxsummit.fi/#/?include=50MHz) aufrufen.

Aber bitte nicht jede gehörte italienische Station weitermelden, das frustriert nur die anderen Cluster-Nutzer. Neu auftauchende Gebiete und Locatoren einmal einzugeben reicht, um über die Bandbedingungen zu informieren. Sinnvoll ist es, die Locators der eigenen und der gemeldeten Station hinzuzufügen sowie eine Info, ob die Station lediglich gehört oder auch gearbeitet wurde: `JO51AE<ES>KN99DA -08 FT8 tnx QSO` oder etwa `JO51AE<>KN77MO 53 hrd` – die Ausbreitungsart in spitzen Klammern ggf. leer lassen, wenn unklar.

6-m-/4-m-Crossband-Betrieb kommt infrage für QSOs mit Gegenstation nicht über das 70-MHz-Band verfügen ([www.70mhz.org](http://www.70mhz.org)). Für derartige Verbindungen ist 50,285 MHz als Anrufzentrum vorgesehen.

## ■ Bandplan

Unbedingt einzuhalten ist der 50-MHz-Bandplan. Im Bakenbereich bis 50,030 MHz (ohnehin hierzulande untersagt) sowie von



50,400 bis 50,500 MHz darf, auch im eigenen Interesse, nicht gefunkt werden. 50,030 bis 50,100 MHz ist ausschließlich für CW reserviert, 50,100 bis 50,130 MHz für interkontinentalen Verkehr in CW und SSB. Erst oberhalb von 50,130 MHz sollen inner-europäische QSOs stattfinden. Laufende Verstöße gegen diesen Bandplan dürfen uns nicht dazu animieren, die schlechten Beispiele nachzuahmen.

Eine der dümmsten Unsitten ist es, auf der Interkontinentalfrequenz 50,110 MHz CQ-DX zu rufen. Machen dies mehrere Stationen gleichzeitig, ist das Chaos vorprogrammiert. „Seltene Vögel“ mit Banderfahrung meiden folglich diese Frequenz! Es kann nicht oft genug gesagt werden, dass die „50,110“ eine andere Funktion als die „144,300“ auf 2 m hat und eben **keine** normale Anruf Frequenz ist.

Ferner ist es eine besondere Rücksichtslosigkeit gegenüber den Telegrafisten, noch unterhalb von 50,110 MHz in SSB mit europäischen Stationen zu arbeiten.

FT8-Betrieb ist auf 50,313 MHz üblich, **DX außerhalb Europas** auch auf 50,323 MHz. Europäer rufen dort auf Sekunde 00 und 30.

## ■ Band- und Bakenbeobachtung

Für einen ersten Anhaltspunkt ist die Echtzeitdarstellung gemeldeter Verbindungen auf [www.dxmaps.com](http://www.dxmaps.com) ein probates Mittel. Diese Karte startet normalerweise mit der Grundeinstellung 50 MHz und Europa. Doch Vorsicht, wenn andere Stationen aus ihrem Locator-Mittelfeld (wie JO51) QSOs melden, müssen die nicht an Ihrem Standort empfangbar sein. Und davon, was Stationen in exponierter Lage wie DK8NE melden, kann man oft nur träumen ...

Deshalb und mehr als auf anderen Bändern sind Hören und gezielte Bandbeobachtung der Schlüssel zum Erfolg. Das macht man heutzutage am besten mit einem SDR, wo das ganze Band auf einen Blick sichtbar ist – es genügt bereits ein DVB-T-Stick.

So gehört – besonders im Sommerhalbjahr – das Absuchen des Bakenbands zum tägli-

chen Ritual. Dabei ist eine zusätzliche, nicht zu scharf bündelnde Hilfsantenne, eventuell sogar eine rundum empfangende, nützlich, wie etwa ein Vertikaldipol. Gehörte Baken nimmt man in den Speicher, um später schneller einen Überblick über die aktuellen Bedingungen zu bekommen. Die Polarisation spielt bei Fernausbreitung keine Rolle, da die reflektierenden Schichten ( $E_S$ , F2) die Polarisationsebene drehen. Bei Tropo-Beobachtungen ist die Polarisation dagegen wichtig!

Dass auf manchen Frequenzen mehrere Baken liegen, ist kein Problem. Selten gibt es Ausbreitungsbedingungen, bei denen es zu Interferenzen kommt, außerdem benutzt man ja meist Richtantennen zum Lokalisieren des Signals.

Interessant ist es, sich auf der Website der UKSMG ([www.uksmg.org](http://www.uksmg.org)) Bakensignale zum Vergleich direkt anzuhören. Ferner können Signale im Bereich 35 MHz bis 60 MHz, insbesondere von zwischen 46 MHz und 49,8 MHz arbeitenden schnurlosen Telefonen in Spanien, Südost- und Osteuropa, auf eine Öffnung hindeuten.

Wenngleich die TV-Sender im Kanal 2 abnehmen, sind nicht selten Videosignale, vorwiegend aus östlichen Richtungen, zu hören, die eine  $E_S$ -Öffnung als Ursache haben. Man erkennt sie als breitbandige, brummende und in der Feldstärke stark schwankende Signale. Durch viel Hören und intensive Bandbeobachtung gelingt es, so manche Bandöffnung frühzeitig zu erkennen.

Im Sonnenfleckmaximum ist das Verfolgen der Solardaten (DK0WCY oder WWV-Meldungen im DX-Cluster, der Ausbreitungskasten von NONBH „Solar-Terrestrial Data“ auf zahlreichen Websites, [www.spaceweatherlive.com](http://www.spaceweatherlive.com)) ein unbedingtes Muss für Erfolg beim DX.

## ■ Gerätetechnik

An die Großsignalfestigkeit der Geräte werden keine speziellen Anforderungen gestellt, sodass jedes im Handel befindliche, auch gebrauchte Gerät mit dem 6-m-Band

oder sogar selbst gebaute Transverter einfacher Bauart ausreichen. Auch der demnächst lieferbare 50-MHz-/28-MHz-Transverter *BX-300-50* aus dem FA-Leserservice [www.box73.de](http://www.box73.de) fällt in diese Kategorie.

Wünschenswert sind auf der Transceiver-Seite Passband-Tuning zur Bandbreiteneingung und zusätzliche schmale SSB- und CW-Filter. Ein guter einstellbarer Störaus-taster ist in keinem anderen Band so bedeutend und dienlich wie hier.

Die Empfängerempfindlichkeit ist mit 8 dB bis 10 dB völlig ausreichend, das dürften wohl alle Geräte schaffen. Zusätzliche Empfangsvorverstärker sind praktisch überflüssig, es sei denn, das Koaxialkabel zur Antenne ist extrem lang. Das terrestrische Rauschen und der Störnebel sind gerade in diesem Band sehr hoch.

Für das Sendesignal in SSB ist ein Sprachprozessor dringend zu empfehlen, um bei geringen Feldstärken noch von der Gegenstation gehört zu werden.

Des Weiteren ist eine Scan-Funktion hilfreich, auch wenn die Störsignale häufig hinderlich sind. Auf viele Bandöffnungen bin ich durch den Scanner aufmerksam geworden, der bei Anwesenheit im Shack durchläuft. Heutzutage kann gerade hier ein SDR, wo das ganze Band auf einen Blick sichtbar ist, außerordentlich nützlich sein, wie bereits eingangs erwähnt.

So oder so ist ein zusätzliches 6-m-Gerät von Vorteil – wollten Sie sich nicht schon immer ein zweites Ersatz-, Mobil- oder Portabelgerät, evtl. gebraucht, kaufen?

Wer nur gelegentlich auf 6 m umschaltet, hört meist nichts ... Auch ein Transverter oder Konverter, der ein 2-m-Allmode-Gerät als Basis zum Umsetzen des 6-m-Signals verwendet, kann gute Dienste leisten.

## ■ Sendarten

Bei Sporadic-E- ( $E_S$ -) Öffnungen ist SSB die überwiegende Betriebsart, während bei MS, Aurora und F2-Fernausbreitung CW eindeutig im Vorteil ist. Selbst beim täglichen Suchen nach Baken ersparen uns

## Daten wichtiger, in DL potenziell via E<sub>S</sub> hörbarer Baken

f [MHz]	Call	Locator	ERP [W]	Antenne	f [MHz]	Call	Locator	ERP [W]	Antenne
50,000	GB3BUX	IO93BF	25	Kreuzdipol, hor.	50,072	EA8SIX	IL28GC	10	Dipol, hor.
50,004	I0JX	JN61GW	10	3-El.-Yagi, hor.	50,400	IW3FZQ	JN55VF	10	5/8-Vertikal
50,010	SV9SIX	KM25NH	30	Dipol, vert.	50,402	OY6BEC	IP62MB	?	?
50,012	OH1SIX	KP11QU	?	Kreuzdipol, hor.	50,413	ZB2SIX	IN76HD	5	Inverted V
50,012	OX3SIX	HP15EO	100	Dipol, hor.	50,414	OK0SIX	JN99CT	5	Groundplane vert.
50,017	OH0SIX	JP90XI	3	Dipol, hor.	50,415	ED8YAJ	IL18CP	10	?
50,018	5B4CY	KM64KU	15	Groundplane	50,416	EA4KM	IN80BE	50	5 El. Hor.
50,022	LX0SIX	JN39AV	5	Big Wheel	50,417	OH9SIX	KP36OI	35	Dipolgruppe, hor.
50,023	SR5FHX	KO02KH	3	5/8-Vertikal	50,422	S55ZRS	JN76MC	8	Groundplane
50,025	9H1SIX	JM75FV	5	Groundplane	50,425	PI7SIX	JO21FV	50	Kreuzdipol, hor.
50,028	SR3FHB	JO91CQ	10	Groundplane	50,437	ES0SIX	KO18KX	15	Dipol, hor. O/W
50,030	YU1EO/B	KN04ML	?	?	50,443	GB3MCB	IO700J	40	Dipol, hor. NW
50,033	VE2RCS/B	FN25UP	?	?	50,447	JW7SIX	JQ68TB	10	4-El.-Yagi, S
50,033	ZD8VHF	II22TB	50	5/8-Vertikal	50,448	FX4SIX	JN06CQ	5	7 El. N
50,035	CS3BSM	IM12OR	10	Loop, hor.	50,451	LA7SIX	JP99EC	20	4-El.-Yagi, S
50,036	SR8FHL	KO11HF	4	Dipol, hor.	50,457	TF1SIX	HP94SC	8	Dipol vert.
50,044	ZS6TWB/B	KG46RC	30	3-El.-Yagi, N (SSB!)	50,464	GB3LER	IP90KJ	2	Dipol
50,045	OX3VHF	GP60QQ	20	Groundplane	50,468	SK3SIX	JP73HC	15	Kreuzdipol, hor.
50,047	PY4AQA/B	GG88DS	30	Loop	50,471	OZ7IGY	JO55WM	25	Big Wheel
50,050	ZS6JON	KG33VV	20	3-El.-Yagi, N	50,475	OK0NCC/B	JN79EW	2	2 x 2 El. O/W
50,054	OZ6VHF	JO57EI	25	Kreuzdipol, hor.	50,479	JX7SIX	IQ50RX	10	Dipol, hor.
50,058	HB9SIX	JN47LH	7	Hor., SW	50,483	DB0ANN	JN59PL	1	Loop, hor.
50,060	GB3RMK	IO77UO	40	Dipol, hor. N/S	50,483	DB0DUB	JO31AA	1	Dipol, vert.
50,065	GB3IOJ	IN89WE	10	V-Dipol, hor.	50,483	DB0HWG	JO64QC	2	Magnet-Loop
50,066	OE3XAC	JN78SB	10	Loop, hor.	50,485	SV1SIX	KM17UX	25	Dipol, vert.

Hörkenntnisse in CW langes Suchen in Listen und das Drehen der Antenne. Bei E<sub>S</sub>-Doppel- und Mehrfachsprüngen wie auch bei MS dominiert allerdings inzwischen FT8, weil sich diese Ausbreitungsmodi damit weit häufiger und länger nutzen lassen als in SSB und CW.

### ■ Antennen

Grundsätzlich gilt wie auf allen anderen Bändern, dass die Antenne nicht gut genug sein kann. Dennoch reicht für die meisten Kontakte, die über E<sub>S</sub> laufen, eine kleine Richtantenne wie eine HB9CV oder eine 3- bis 4-Element-Yagi. Diese ist entweder noch zusammen mit anderen UKW-Antennen auf einem gemeinsamen Mast unterzubringen, oder es genügt ein kleiner, zusätzlicher Fernsehrotor zum Drehen.

Eine 2-Element-Quad, mit den Daten einer 3-Element-Yagi vergleichbar, ist genauso gut einsetzbar, stellt allerdings durch die Raumstruktur ein voluminöses Gebilde dar. Besonders gut lässt sich eine schon vorhandene KW-Quad durch weitere Drahtschleifen für 50 MHz ergänzen.

Für bestimmte Ausbreitungsarten (E<sub>S</sub>-Mehrfachsprünge, F2, Sidescatter, TEP) sind schärfer bündelnde Antennen hilfreich. 10 dBd Gewinn, gleichbedeutend mit einer Yagi von 1,2 λ Boomlänge, sind dazu das richtige Mittel ...

Vorsicht ist geboten, wenn kommerzielle Antennen mit hohen Gewinnen angepriesen werden. So sind aus den USA importierte Yagis sehr breitbandig, weil dort das Band von 50 MHz bis 54 MHz reicht. Die ausgewiesenen Gewinne sind kaum plausibel.

Hat man KW-Richtantennen (Mehrband-Beam, LPDA), so bietet sich ein Platz oberhalb in 1,5 m bis 2 m Abstand als optimal

an. Der Höhenbedarf verkleinert sich, wenn die 6-m-Antenne zu einer vorhandenen UKW-Antennenanlage hinzukommen soll, weil dann die 6-m-Antenne aus mechanischen Gründen sicherlich am weitesten unten angebracht wird.

Wo kein Platz für zusätzliche 6-m-Antennen ist, tut es für E<sub>S</sub>-Verbindungen sogar eine horizontal gespannte KW-Drahtantenne (Einbanddipol, W3DZZ, FD-4), ggf. in Verbindung mit einem kleinen Antennenkoppler in π-Schaltung.

### ■ QSL-Karten, Diplome, Conteste

Bei E<sub>S</sub>-QSOs innerhalb Europas ist der Weg via Büro recht erfolgreich, doch je seltener die Station und das Gebiet, desto eher sind Paypal-Zahlungen notwendig oder „Green-Stamps“ (\$\$), sehr selten noch IRCs, für den Direktversand zu investieren.

Gute Dienste leistet die von Guido, DL8EBW, dankenswerterweise akribisch gepflegte VHF-Datenbank. Diese ist bei [www.mmmomvhf.de](http://www.mmmomvhf.de) einsehbar oder via Packet-Radio mit *SH/VHF <Call>* in den CLX-Clustern abrufbar und enthält Einträge von aktiven 50-MHz-Stationen in vielen Ländern.

Wichtigste Kriterien beim Arbeiten neuer Stationen sind Locator-Felder und DXCC-Gebiete. Mehrere Organisationen und Zeitschriften, auch der FUNKAMATEUR (voraussichtlich erneut in FA 6/2020), führen entsprechende Top-Listen. Die größte Herausforderung ist, das DXCC (mindestens 100 Gebiete) zu arbeiten; schneller kommt man zum WAC (Worked all Continents), wengleich auch das Jahre dauern kann. Solange aktive Teilnahme an Contesten hierzulande als Lizenzauflage verboten ist, spricht allerdings nichts dagegen, sich z. B.

aus dem Stationsangebot zum UKSMG-Sommercontest, der am ersten zusammenhängenden Juni-Wochenende stattfindet, die Rosinen herauszupicken.

In den PR-Mailboxen gibt es eine Rubrik *SIX* bzw. 50 MHz, wo aktuelle und interessante Informationen zu finden sind; im FUNKAMATEUR wird man auf den Amateurfunkpraxis-Seiten fündig. Ferner freilich im Web, so auch auf [www.funkamateurl.de](http://www.funkamateurl.de) unter *Amateurfunkpraxis/DX*.

Der in Europa wichtigste Zusammenschluss von 6-m-Amateuren ist die UKSMG (*United Kingdom Six Metre Group, uksmg.org*), der zudem zahlreiche aktive 50-MHz-DXer außerhalb Großbritanniens angehören.

Die UKSMG gibt viermal im Jahr eine Mitgliederzeitschrift heraus (*Six News, Journal of the UK Six Metre Group*) und fördert DXpeditionen, 6-m-Aktivitäten in seltenen Ländern und Bakenprojekte. Des Weiteren enthält die Website der italienischen 6-m-Enthusiasten ([www.sixitalia.org](http://www.sixitalia.org)) Links zu weltweiten 50-MHz-Websites.

### Literatur

- [1] Steyer, M., DK7ZB: Doppeldipol für 50 MHz und 70 MHz. FUNKAMATEUR 68 (2019) H. 5, S. 453–455
- [2] Steyer, M., DK7ZB: Zweiband-Oblong-Schleifen für 6 m und 4 m sowie andere Bänder. FUNKAMATEUR 67 (2018) H.3, S. 260–261
- [3] Steyer, M., DK7ZB: Erfahrungen beim Aufbau einer Zweiband-Quad für 4 m und 6 m. FUNKAMATEUR 65 (2016) H. 4, S. 365–367
- [4] Steyer, M., DK7ZB: 4-Element-Hochgewinn-Yagi für das 6-m-Band. FUNKAMATEUR 63 (2014) H. 3, S. 300–301
- [5] Steyer, M., DK7ZB: Verschachtelte Zweiband-Yagi für das 6-m- und 10-m-Band. FUNKAMATEUR 62 (2013) H. 6, S. 646–649
- [6] Steyer, M., DK7ZB: Zweielement-Portabel-Beam für 6 m bis 17 m nun in neuer Version. FUNKAMATEUR 61 (2012) H. 10, S. 1061–1064

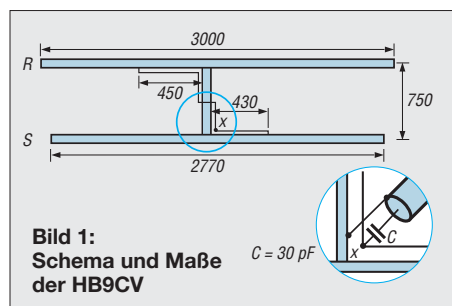


# Zauberhaftes 6-m-Band (2): Richtantennen – schnell aufgebaut

MARTIN STEYER – DK7ZB

Die ersten Versuche mit einem Stück Draht lassen bestimmt den Wunsch nach einer leistungsfähigeren Antenne aufkommen. Einfache Richtantennen, wie sie nachfolgend beschrieben werden, sind noch mit einem preiswerten TV-Rotor zu drehen oder passen an einen vorhandenen Mast.

Die Genehmigungsaufgaben für die Nutzung des 6-m-Bandes sehen ausschließlich horizontal polarisierte Antennen vor. Von den dafür geeigneten, gebräuchlichsten Richtantennentypen wird jeweils eine nachbausichere Baubeschreibung gegeben, und es kommen die Vor- und Nachteile zur Sprache. Alle Antennen habe ich in den vergangenen Jahren aufgebaut und in der Praxis erprobt.



## ■ 2-Element-HB9CV-Richtantenne

Im Gegensatz zu einer Yagi-Antenne werden bei diesem Antennentyp beide Elemente gespeist. Die genauere Wirkungsweise ist in [1] nachzulesen, eine detaillierte Baubeschreibung für verschiedene Bänder habe ich in [2] veröffentlicht.

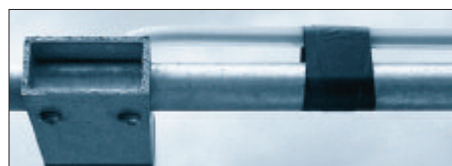


Bild 2: Konstruktion der Phaseleitung

Das Mittelstück der Elemente besteht jeweils aus 1-m-Stücken aus 16 mm × 1,5 mm Aluminiumrohr, deren Enden durch Einsägen geschlitzt werden. Mit einer Schlauchschelle lässt sich das 12 mm × 1 mm-Aluminium-Innenrohr zum Feinabgleich verschieben bzw. arretieren. Die Maße gehen aus Bild 1 hervor.

Als Boom bieten sich Alu-Vierkantrohre 25 mm × 25 mm oder 20 mm × 30 mm an.

Die Elementrohre werden auf dem Boom aufliegend oder diesen durchdringend befestigt.



Bild 3: Die HB9CV „in the air“

Die Phaseleitung besteht aus dem Innenleiter samt PE-Isolierung eines RG213-Koaxialkabels. Dies muss einen lichten Abstand von 5 mm zum Boomrohr bzw. den Elementen haben. Dazu werden 5 mm dicke Isolierstoff-Klötzchen aus PVC oder Holz mit einer Lage Isolierband befestigt. Dann wird die Phaseleitung daraufgelegt (Bild 2) und anschließend durch mehrere Lagen Isolierband festgehalten.

### HB9CV

- + kleiner Elementabstand
- + recht gute Rückdämpfung
- + unauffälliges Aussehen
- + leicht abzugleichen
- + gut unter vorhandenen UKW-Antennen oder über einem Beam für Kurzwellen unterzubringen
- Phaseleitung mechanisch aufwendig
- Kompensationskondensator erforderlich

Schneller und einfacher lässt sich die Anpassleistung wohl kaum bauen. Für diese Konstruktion erweist sich ein Festkondensator von 30 pF als geeignet, dazu schaltet man drei 10-pF/500-V-Keramik-Kondensatoren parallel. Untergebracht wird das Ganze in einer Isolierstoffdose (Feuchtraum-Elektrode) mit einer am Boom gerendeten Koaxbuchse. Bei abweichender Mechanik ist ein Lufttrimmer (max. 50 pF) zum Abstimmen notwendig.

Tabelle 1: Parameter der Antennen

Antennentyp	Gewinn	V/R-Verhältnis	Bandbreite@SWV <1,6	Boom
2-Element-HB9CV	4,2 dBd	15 ... 20 dB	800 kHz	80 cm
2-Element-Quad	5,6 dBd	15 ... 20 dB	1 MHz	60 cm
3-Element-Yagi	6,5 dBd	20 ... 25 dB	500 kHz	190 cm

## ■ Die 2-Element-Cubical-Quad

Als legendäre Kurzwellen-Richtantenne („Königin der DX-Antennen“) schon seit Jahrzehnten bekannt, weiß man inzwischen, dass es sich um keine Wunderantenne handelt und dass es auch keine „DX-Zusatzgewinne“ oder Vorteile im vertikalen Öffnungswinkel gegenüber einer 3-Element-Yagi gibt. Gleichwohl handelt es sich um eine unkomplizierte, leicht nachzubauende und daher empfehlenswerte Richtantenne. Beim gegebenen Reflektorabstand von  $0,1 \lambda$  stellt sich ein Strahlungswiderstand von etwa  $50 \Omega$  ein. Das Tragegerüst besteht aus einem Mittelteil aus Vierkant-Alu 25 mm × 25 mm × 2 mm oder aus einem stabilen Hartholzstück. Meist verursachen die Spreizer („Spider“) und die Befestigung der Isolierstäbe die größten Probleme beim Selbstbau; darum will ich hier eine sehr preiswerte sowie unkomplizierte Variante vorstellen.

Aus dem Baumarkt werden acht Regalträger besorgt (diese gibt es in Aluminium- und Stahlblechausführung) und gemäß Bild 4 befestigt. Ein mehrfacher Farbanstrich beugt ggf. frühzeitiger Korrosion des Stahls vor!

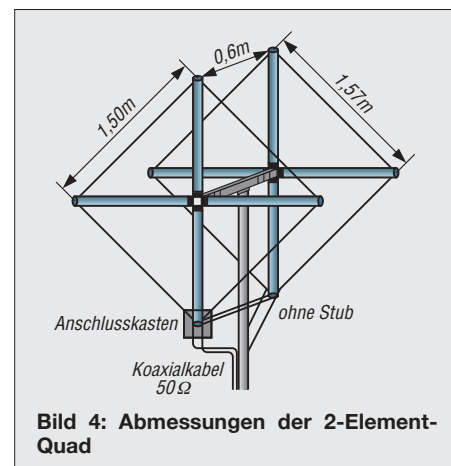
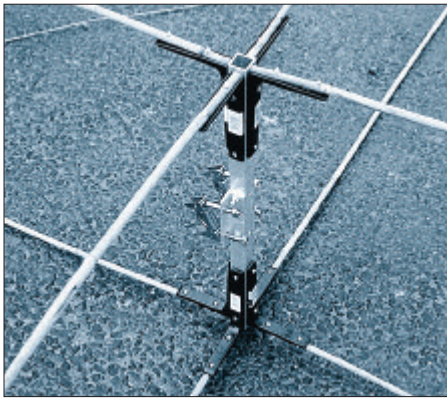


Bild 4: Abmessungen der 2-Element-Quad

Die Isolierstäbe mit maximal 1,20 m Länge können aus GFK-Material, PVC-Installationsrohr oder noch einfacher aus Bambusrohr (Enden verschließen, mit klarem Bootslack streichen) bestehen. Geeignet sind auch Gardinenschleuderstäbe, die aus verschiedenen Isoliermaterialien im Handel sind. Die Befestigung ist mit Schrauben, Schlauchschellen oder durch Fixieren mit kräftigem Bindfaden und PVC-Isolierband denkbar.

Als Draht für die Elemente kann aufgetrenntes Zwilling-Netz-kabel oder Klingeldraht mit 0,8 bis 1 mm Leiterdurchmesser genommen werden. Die Abmessungen der Gerüst- und Drahtkonstruktion ergeben sich aus Bild 4. Dabei hat die Strahlerschleife 6,00 m Umfang, die Reflektorschleife 6,28 m.



**Bild 5: Befestigung der Spreizer mit Regalträgern**

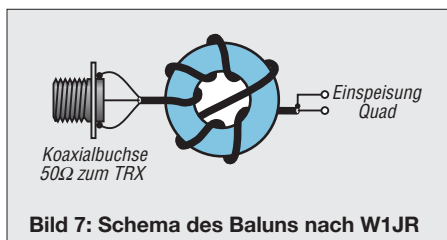
Elektrisch gleichwertig sind die liegende Quad(rat)-Form und die auf der Spitze stehende Diamant-Form (engl. *Diamond-Shape*). Die zweite wird deshalb gewählt, weil der Anschlusskasten mit der Mantelwellendrossel auf diese Weise einfacher an einem Spreizer befestigt zu befestigen ist (Bild 5). Damit kein Wasser in den Kabelanschluss laufen kann, sollte die Einspeisung nach oben verlegt werden. Elektrisch ist es ohne Belang, ob an der oberen oder unteren Spitze eingespeist wird.



**Bild 6: Der Anschlusskasten mit dem Balun**

Bild 7 zeigt das Schema des W1JR-Baluns nach [1]. Nur Koaxialkabel mit einem Wellenwiderstand von  $50\ \Omega$  ist geeignet; dies entspricht auch der Fußpunktimpedanz von Quad und Speiseleitung.

Wird 3-mm-Teflonkabel RG316 oder RG174/U verwendet, kann ein Amidon-Ringkern T130-6 (gelb) zum Einsatz gelangen. Ein größerer Kern T200-6 lässt sich sogar mit RG58 bewickeln, ist allerdings schwerer und teurer.



**Bild 7: Schema des Baluns nach W1JR**

Direkter Anschluss einer koaxialen Speiseleitung ist möglich, jedoch neigt die Quad dann leicht zum Schielen, und es steigt die Tendenz, vertikal polarisierte Störungen aus der Umgebung (von Computern o. Ä.) aufzunehmen [3].

Der Strahler kann auf geringstes SWV und der Reflektor auf maximale Rückwärtsunterdrückung durch Längenänderungen abgeglichen werden. Die angegebene Länge des Strahlers erweist sich wahrscheinlich als etwas zu groß.



**Bild 8: Fertige 2-Element-Quad im Betriebszustand**

Das Kürzen ist jedoch schnell und einfach möglich, erst danach sollte die endgültige Fixierung der Drähte erfolgen. Die Proportionen der Quad erkennt man in Bild 8.

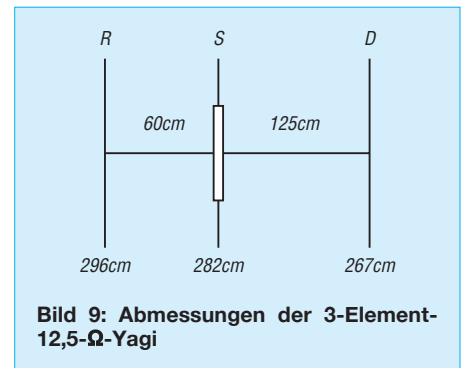
### ■ 3-Element-Yagi-Antenne

Es gibt nahezu beliebig viele Kombinationen von Längen und Abständen der Elemente, die zu einem Gewinn von 5 dBd bis 7,5 dBd führen. Dabei haben jene Konstruktionen mit den niedrigeren Gewinnen große Bandbreiten und einen hohen Fußpunktwiderstand ( $50\ \Omega$ ), bei Höchstgewinn ergeben sich eine geringe Bandbreite, denkbar schlechte Rückdämpfung und ein sehr niedriger Fußpunktwiderstand.

#### Quad

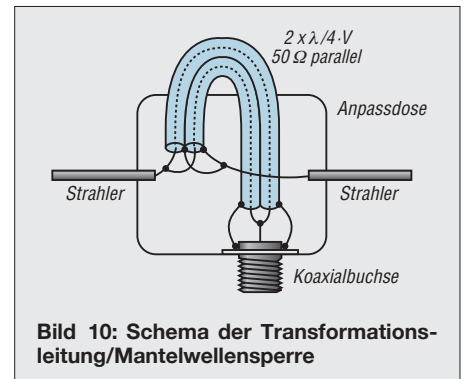
- + preiswerte, ohne spezielle Aluminiumrohre zu erstellende Konstruktion
- + recht breitbandig und unkritisch
- infolge räumlicher Ausdehnung schlecht mit vorhandenen UKW-Antennen kombinierbar
- besser als separate Konstruktion aufzubauen
- schlecht zerlegbar für Transport

Die hier beschriebene Variante (Bild 9) stellt einen guten Kompromiss zwischen Größe und elektrischen Daten dar. Grundlage war eine 4-Element-Fernsehantenne für den Kanal 4, die man heute vielleicht noch auf Flohmärkten bekommt. Durch Nutzung dieser Grundkonstruktion ergab sich 1999 eine konkurrenzlos preiswerte wie leistungsfähige Antenne.



**Bild 9: Abmessungen der 3-Element-12,5-Ω-Yagi**

Selbstverständlich bleibt es dem Nachbauer unbenommen, eine eigene mechanische Realisierung zu wählen. Dabei muss aber der Element-Durchmesser von 12 mm unbedingt eingehalten werden! Beim Baumuster habe ich die vorhandenen Elemente einfach verlängert; aus dem alten Faltdipol-Strahler und dem nicht benötigten Element fällt genug Rohr dazu ab.



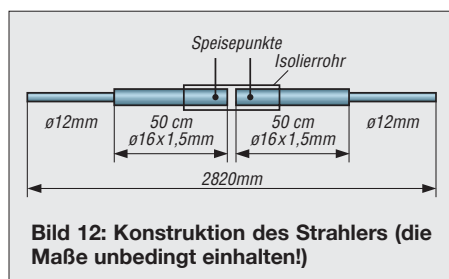
**Bild 10: Schema der Transformationsleitung/Mantelwellensperre**

Da der Strahlungswiderstand auf  $12,5\ \Omega$  berechnet wurde [4], ist auf einfachem Weg eine Transformationsleitung aus zwei parallelen  $50\text{-}\Omega$ -Kabeln mit einer elektrischen Viertelwellenlänge zu erstellen (Bild 10). Diese wirkt gleichzeitig als vereinfachter Sperrtopf (Mantelwellensperre) und transformiert auf das  $50\text{-}\Omega$ -Speisekabel. Dazu muss die Koaxialbuchse unbedingt mit einem Masseband am Boom ge-



**Bild 11: Die 3-Element-Yagi im Testbetrieb**





erdet werden. Bei H155-Kabel mit Luft-PE und  $VF = 0,79$  ist die Kabellänge 118 cm (Aircell 5 0,82/122 cm), während RG58 (weniger empfehlenswert) mit  $VF = 0,67$  auf genau 100 cm kommt.

Das Strahlermittelteil erfordert eine isolierte Montage; dazu ist der Erregerdipol in der Mitte aufzutrennen (Bild 12). Das 16-mm-Rohr wird mithilfe eines darübergeschobenen PVC-Installationsrohrs von Boom und Halteschelle isoliert. Die elektrische Verbindung zwischen Strahler und Doseninnenteil erfolgt mittels Edelstahl-Blechtreiberschrauben und untergelegten Lötösen (Bild 13).

### 3-Element-Yagi

- + sehr gutes Größen-Leistungs-Verhältnis
- + sehr gute Rückdämpfung
- + hoher Gewinn
- wegen der geringeren Bandbreite empfindlicher gegen nah benachbarte Kurzwellenantennen
- Mindestabstand über Beams 1,80 m
- kompliziertere Mechanik beim Strahler

Wie bei der HB9CV ist zum Feinabgleich auf bestes Stehwellenverhältnis ein Verschieben der 12-mm-Rohre in den 16-mm-Mittelstücken und anschließendes Arretieren mit Schlauchschellen notwendig. Rück-

laufnull bei 50,150 MHz ist erreichbar. Nicht erst seitdem mir beim Testen dieser Antenne (Bild 11) im Oktober 1999 mit 5X1T ein neues DXCC-Land glückte, bin ich von der Leistungsfähigkeit der Yagis in 12,5- $\Omega$ -Technik überzeugt ...

### ■ Andere Antennen

Die beschriebenen Bauformen sind für  $E_S$ -Bedingungen völlig ausreichend. Für TEP- und F2-Ausbreitung sind jedoch eine schärfere Bündelung und ein höherer Gewinn zwingend. Bei einer Boomlänge von

Nachbau größerer und leistungsfähigerer 6-m-Yagis interessiert, findet in [4] Baubeschreibungen für Hochgewinn-Yagis mit sehr guter Rückdämpfung.

Beim Kauf von 6-m-Yagis ist zu beachten, dass gerade aus den USA importierte Antennen für den Frequenzbereich bis 52 MHz oder noch höher konzipiert sind, wodurch erheblicher Gewinn für uns verschenkt wird.

Dass die dort genannten Daten überdies häufig zu optimistisch sind, sei hier nur am Rande erwähnt ...



**Bild 13: Aufbau des Strahlerelements und Blick in die Anpassdose**

1  $\lambda$  erreichen nach modernen Gesichtspunkten entworfene Yagis einen Gewinn von 9,5 dBd; dies genügt bei HF-günstiger Lage vollkommen, um auch flach einfallende, ferne DX-Signale aufnehmen zu können.

Wer zwei gestockte 3-Element-Yagis oder HB9CVs mit etwa 4 m Abstand aufbauen kann, erhält schon eine exzellente DX-Antenne mit sehr geringem vertikalen Öffnungswinkel, vgl. a. [5].

Quad-Antennen mit mehr als zwei Elementen in Einbandausführung haben ein ungünstiges Aufwand-Nutzen-Verhältnis, zudem sind sie sehr sperrig. Yagis sind da eindeutig sinnvoller. Wer sich für den

### Literatur

- [1] Kruschke, A., DJ0TR: Rothammels Antennenbuch. 13. Aufl., DARC-Verlag, Baunatal 2013
- [2] Steyer, M., DK7ZB: HB9CV-Antennen für 2 m, 6 m und 10 m. FUNKAMATEUR 46 (1997) H. 12, S. 1446-1447
- [3] Hummerstone, B., G3HBR: A Three Element Quad (plus a 2el). SIX NEWS, Journal of the UK Six-Metre Group, Issue 61 (1999) May, S. 42
- [4] Steyer, M., DK7ZB: 6-m-Yagis in 12,5- $\Omega$ -Technik. FUNKAMATEUR 47 (1998), Heft 4, S. 446-447
- [5] Petermann, Ch., DF9CY: 4-über-4-Element-Antenne für das 50-MHz-Band. FUNKAMATEUR 46 (1997) H. 4, S. 448-449
- [6] Fuchs-Collins: HB9CV, Richtantenne mit allen Variationen. 6. Aufl., Frech-Verlag, Stuttgart 1994. Bezug: nur noch antiquarisch

# Zauberhaftes 6-m-Band (3): DX und die Physik der Ionosphäre

MARTIN STEYER – DK7ZB

*Hawaii auf 6 m, konkret KH7Y, gearbeitet am 02. 04. 2014 u. a. von SP3RNZ, 27934 km auf dem langen Weg. Wie kann so etwas auf einem UKW-Band gehen? Passiert das öfter? Ist es gar vorhersagbar? Glück allein hilft nicht immer – im Folgenden wird erklärt, was man wissen sollte.*

Das 6-m-Band bietet neben Ausbreitungsphänomenen, die von der Kurzwelle her bekannt sind, auch solche, wie sie typisch für die UKW-Bereiche sind. Aus diesem Grund gibt es kein Amateurband, welches so viele verschiedene Ausbreitungsarten kennt wie dieses.

Das Salz in der Suppe sind Bedingungen, die aus Kombinationen der unten beschriebenen bestehen und so zu überraschenden, nicht vorhersagbaren und kaum wieder beobachtbaren Verbindungen führen.

## Die sporadische E-Schicht (E<sub>s</sub>)

Sie entsteht vor allem in den Sommermonaten zwischen Mai und August, seltener im Dezember und Januar. In den Jahren des Sonnenfleckenninimums scheinen die Intensitäten größer zu sein als im Maximum. Die reflektierenden Wolken mit ionisierten Metallionen aus Meteoriten sowie Elektronen aus Gasmolekülen liegen in einer Höhe von etwa 100 km und haben eine Schichtdicke von einigen Kilometern.

Diese Wolken, deren Entstehung und Abhängigkeiten teilweise noch unklar sind, weisen eine Ausdehnung von 60 km bis 200 km bei einer Schichtdicke von 2 km bis 4 km auf und wandern recht schnell. Eine Vorhersage, wann und wo sie auftreten, ist nicht möglich. Lediglich statistisch lassen sich bestimmte Tendenzen erkennen, das Einzelereignis ist nicht vorhersagbar.

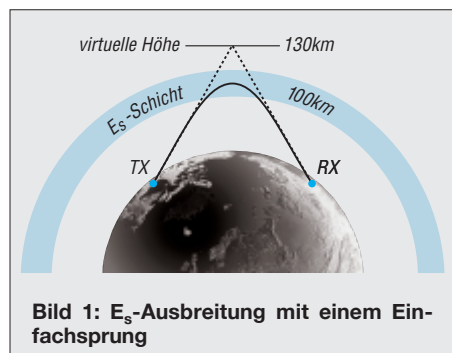
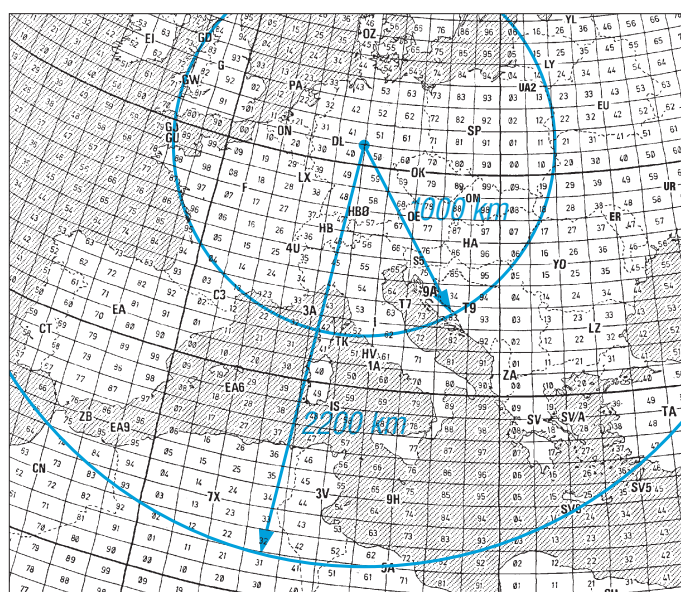


Bild 1: E<sub>s</sub>-Ausbreitung mit einem Ein-fachsprung

Die Ausbreitungsbedingungen wechseln abrupt, und die Signale der beobachteten Stationen können starken Schwankungen unterliegen, aber im Extremfall sehr hohe Feldstärken aufweisen. So sind E<sub>s</sub>-Kontakte mit weniger als 100 mW Sendeleistung über ganz Europa machbar. Typisch

ist, dass unser Nachbar 30 km weiter eine Station mit S9 hört, die bei uns nicht einmal zu ahnen ist. Da auch der umgekehrte Fall eintritt, bekommt so jeder selbst bei geringen Leistungen seine Chance. Die scheinbare Höhe der Reflexionszone gemäß Bild 1 liegt bei etwa 120 km bis 130 km, unter Berücksichtigung der Erdkrümmung kann man so im Normalfall eine Sprungdistanz über 1000 km bis etwa 2200 km erwarten (Bild 2). Bei starker Ionisation sinkt die minimal überbrückbare

Bild 2: Zone für die häufigste E<sub>s</sub>-Ausbreitung von Zentral-DL aus; infolge einer virtuellen Höhe der Reflexionszone von 120 km bis 130 km kommen Sprungdistanzen zwischen 1000 km und 2200 km zustande.



Entfernung auf wenige Hundert Kilometer. E<sub>s</sub>-Bedingungen kündigen sich auf niedrigeren Frequenzen an (10-m-Band beobachten!). Wenn es auf dem 20-m-Band praktisch kaum noch eine tote Zone gibt und lautstarke Verbindungen über 200 km bis 300 km möglich sind, herrscht bei 6-m-DXern allerhöchste Alarmbereitschaft! Mitunter sind zwei E<sub>s</sub>-Sprünge mit einer Ausbreitung von Signalen über eine Entfernung von 2500 km bis 4500 km möglich. So lassen sich auch andere Kontinente, wie Afrika und Vorderasien, in den Sommermonaten recht häufig erreichen. Besonders begünstigt sind Amateure weiter südlich. Stationen aus EA7, 9H, IT9 und Süditalien melden daher häufig DX im Cluster, wovon wir hierzulande nur träumen können. Im Bereich von 2300 km bis 2500 km gibt es für E<sub>s</sub> so etwas wie eine tote Zone, für

die normalerweise ein Ein-fachsprung zu weit und ein Doppelsprung zu nah ist. Stationen in dieser Entfernung sind sehr schwer zu arbeiten.

Bislang nicht erklärbar, obgleich meist als Mehrfach-E<sub>s</sub> beschrieben, sind Transatlantik-Funkmöglichkeiten von Europa nach W und VE in der Zeit von Mitte Juni bis Mitte Juli. Dabei müsste es sich um Dreifach- oder sogar Vierfachsprünge handeln. Das Irritierende dabei ist, dass die Bedingungen recht lange anhalten können und manche W-Stationen über Stunden hörbar sind, ganz im Gegensatz zur normalen Ein-fach-E<sub>s</sub>. Schwer vorstellbar ist, wie sich schnell bewegende, einzelne E<sub>s</sub>-Wolken gerade so gruppieren, dass längere Zeit derartige Bedingungen bestehen bleiben.

## Field-Aligned Irregularities (FAI)

Während der E<sub>s</sub>-Saison gibt es Streubedingungen, bei denen die Stationen ihre Antennen nicht direkt aufeinander zu drehen, sondern gemeinsam einen abseits des Groß-

kreises liegenden Scatterpunkt in den E<sub>s</sub>-Schichten anzupeilen haben. Eine Station ist meist südwestlich, die andere südöstlich des Scatter-Punkts. Diese Signale mit geringer Feldstärke sind oft rau, ähnlich wie bei Aurora, und mit flatterndem Fading behaftet. Die Ereignisse sind parallel zu E<sub>s</sub>- bzw. vor und nach E<sub>s</sub>-Öffnungen zu beobachten und treten besonders in Südeuropa auf. Typisch sind QSOs von Südfrankreich nach YU, wobei beide Stationen ihre Antennen nach HB9 ausrichten müssen. Charakteristisch ist, dass bei direkter Antennenrichtung die Signale verschwinden. FAI ist auch von 2 m her bekannt und wird auch als E<sub>s</sub>-Backscatter bezeichnet.

## Nordlichtreflexionen (Aurora)

An der Polarkappe können entlang der dort zur Erde hin gekrümmten Magnetfeldlinien



Teilchen des Sonnenwindes bis in tiefere Schichten der Ionosphäre vordringen. Hier bewirken sie farbige Lichterscheinungen als sichtbares Zeichen der Ionisierung von Gasmolekülen, für Funkwellen entsteht eine diffuse Reflexionszone. Telegrafiesignale werden mit einem Zischen hörbar, es ist kein sauberer CW-Ton einzustellen. SSB-Signale sind meist völlig unverständlich, nur selten kann mit SSB ein lesbares QSO geführt werden.

In der Regel tritt Aurora auf 50 MHz früher und mit stärkeren Signalen als auf 144 MHz in Erscheinung. In Mitteleuropa ist Aurora weitaus seltener als in Skandinavien. In Zeiten hoher Sonnenaktivitäten liegt die



**Bild 3: Sichtbares Nordlicht der Aurora borealis über einer EISCAT-Anlage in Ramfjordmoen/Norwegen am 25.10.09, 13.16 Uhr (Titelbild FA 12/2009). Foto: Thilo Bubek**

größte Häufigkeit; das Beobachten der WWV-Daten, z. B. in DX-Clustern, ermöglicht eine gewisse Vorhersage, siehe auch [www.swpc.noaa.gov/ovation/North\\_New.html](http://www.swpc.noaa.gov/ovation/North_New.html). Die Aurora-Bake DK0WCY auf 10,144 MHz liefert ständig aktuelle WWV-Daten und Aurora-Warnungen in CW.

Aurora beginnt meist nachmittags gegen 1500 UTC, am Abend gibt es dann nach vorübergehendem Abflauen weitere Maxima. Entfernungen vom Nahbereich bis zu etwa 1500 km sind dabei zu überbrücken, die Antennen müssen grundsätzlich in nördliche Richtungen weisen. Aurora-Öffnungen beginnen häufig im Nordwesten, dann tritt ein Wandern der Reflexionszone nach Nordosten auf.

Nach und mit Aurora kann es in Nordeuropa zu Aurora-E<sub>s</sub> kommen, dann sind Verbindungen nach GM, LA, SM und OH mit guten, unverzerrten Signalen und hohen Feldstärken möglich.

Infolge Rotation der Sonne mit 28 Tagen Dauer kann es nach diesem Zeitraum durch dieselben Fleckengebiete zu einer Wiederholung der Aurora-Bedingungen kommen.

## ■ Troposphärische Ausbreitung (Tropo)

Diese spielt wegen der gegenüber höheren UKW-Bändern deutlich größeren Wellenlänge keine solche Rolle wie auf 2 m, 70 und 23 cm, wo bei Inversionswetterlagen die bekannten Überreichweiten auftreten.

Die normale Bodenwelle ist nach 30 km bis 50 km nicht mehr nachzuweisen. Durch Inhomogenitäten in der Troposphäre kann es jedoch zu einer Streuung und Beugung in Richtung Erdboden kommen, sodass über die Bodenwelle hinaus Entfernungen von 150 km bis 300 km zu überbrücken sind.

Die Signale können stark in der Feldstärke schwanken, langfristiges Fading ist üblich. Skeds dehne man deshalb über einen längeren Zeitraum aus. In den Morgenstunden sind die Tropo-Bedingungen besser als nach zunehmender Tageserwärmung. Die auf den höheren Bändern mit lauten, weit entfernten Signalen einhergehenden Inversions-Überreichweiten (Duct-Bildung) sind in dieser Form auf 6 m nicht bekannt.

Troposcatter, eine Streuung von sehr starken Sendesignalen an troposphärischen Inhomogenitäten mit überbrückbaren Entfernungen von bis zu 1000 km, wie auch auf 2 m üblich, kann erst mit Leistungen ab etwa 10 kW ERP stattfinden und spielt somit in Deutschland keine Rolle.

## ■ Trans Equatorial Propagation (TEP)

Diese Ausbreitungsart ist nur für UKW-Frequenzen bekannt und erstreckt sich auf Verbindungen, die senkrecht zum erdmagnetischen Äquator, wie in Bild 5 veranschaulicht, stattfinden. Nördlich und südlich desselben bilden sich in mehreren Hundert Kilometern Höhe ionisierte Wolken durch aufsteigende Plasmablasen. Diese beugen die Funkwellen so, dass etwa 5000 km bis 7000 km überbrückt werden können (Bild 4). Dabei haben die beiden beteiligten Stationen etwa gleiche Entfernungen vom Äquator. Denkbar ist ferner ein Modell, bei dem die Wellen zwischen den Spread-F-Wolken noch einmal einen „Hop“ über den Erdboden machen.

Der Sprung endet normalerweise im Mittelmeerraum; Amateure in Deutschland können seltener direkt von TEP-Ausbreitung profitieren. Erst wenn zusätzlich E<sub>s</sub>-Bedingungen auftreten, erreichen TEP-Signale auch Stationen, die weiter nördlich liegen. TEP tritt lediglich bei hoher Sonnenaktivität in den Jahren des Maximums auf, bevorzugt in den frühen Abendstunden des Frühjahrs und des Herbstes kann mit dieser Ausbreitungsart gerechnet werden. Stationen in EA, I, SV und 9H haben sogar die Chance, auf 2 m zu Entfernungsrekorden zu kommen!

Die Signale sind mit S 1 bis S 3 in DL recht leise, haben ein charakteristisches Flattern und eine Dopplervershift. Telegrafie mit nicht zu schnellem Tempo um 50 BpM ist die beste Sendart für TEP, da SSB-Signale unsauber klingen und ihre Feldstärke häufig nicht ausreicht. Stationen aus 7Q haben die optimale Entfernung und Lage für QSOs nach Europa.

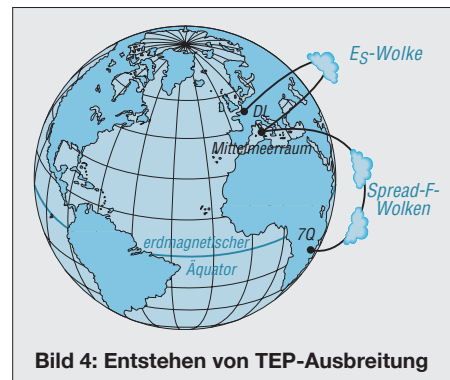
## ■ Ionosphärenausbreitung (F2)

Nur bei höchster Sonnenaktivität im Maximum tritt auf dem 6-m-Band eine Ausbreitung über die für normale, interkontinentale Kurzwellenausbreitung verantwortliche F2-Schicht auf. Die F2-Schicht befindet sich im Sommer bei langer Sonneneinstrahlung in etwa 400 km, an einem Wintertag mit kürzerer Sonnenscheindauer in 300 km Höhe. Verantwortlich für die Ionisation der in der F2-Schicht auf der jeweiligen Tagseite der Erde befindlichen Gasmoleküle sind der von der Sonne kommende, Sonnenwind genannte, Teilchenstrom sowie die energiereiche Strahlung.

### Normale Ionosphärenausbreitung

Solare Fluxwerte von über 185 und eine etwas unruhige Erdmagnetik mit Werten von A = 20 ... 30 erweisen sich als gute Voraussetzung für 6-m-F2-Kontakte in alle Erdteile. Die Monate Februar/März und Oktober/November bieten in den Jahren des Maximums mehrere Tage, an denen teilweise mit beachtlichen Feldstärken DX zu arbeiten ist und ein gewisses „Kurzwellen-Feeling“ herrscht. Weit entfernte Stationen lassen sich dabei auch mit Mehrfachsprüngen erreichen. Dazu muss die Welle aber möglichst flach auf die F2-Schicht treffen. Antennen, deren Strahlungskeule einen geringen vertikalen Erhebungswinkel unter 10° aufweist, sind eindeutig im Vorteil. Dies ist zum Beispiel bei hoch angebrachten Yagi-Antennen der Fall.

So ergeben sich Sprünge von 4000 km bis 4500 km bzw. Vielfache davon. Mit zwei „Hops“ erreicht man W und VE, dreimal ist für VK nötig.



**Bild 4: Entstehen von TEP-Ausbreitung**

Grundsätzlich muss der gesamte Ausbreitungsweg in die Tageszone fallen. In den frühen Morgenstunden von 0800 UTC bis 0900 UTC sind dann Ostasien und der Pazifik erreichbar, 1400 UTC bis 1500 UTC ist die optimale Zeit für Verbindungen nach W, VE und Mittelamerika. Afrikaner und Südamerikaner kommen fast ganztägig herein.

Für F2-Ausbreitung im 50-MHz-Band kommen nur die Zeiten höchster Sonnenaktivi-



tät infrage. Diese lässt sich anhand der aktuellen Daten wie Sonnenfleckenzahl R und Flux F verfolgen, also DK0WCY, DX-Cluster sowie weitere Quellen im Internet ständig beobachten.

Eine Spitze mit einer Sonnenfleckenzahl  $R > 160$  lag im November 1999 und bescherte mir einen Kontakt mit JA über F2-Sidescatter, s.u.; ähnlich hohe Werte gab es zum Jahreswechsel 2011/2012 und dann Ende März 2014 wieder.

## Ionosphären-Rückstreubedingungen (F2-Backscatter)

Derartige von der Kurzwelle bekannten Erscheinungen sind zu Zeiten von F2-Fern-



ausbreitung für Europa-Kontakte zu nutzen. Die F2-Schicht streut die Signale mit einem charakteristischen, rauen Ton zurück, wie Bild 6 veranschaulicht. Dazu müssen die Antennen beider beteiligten europäischen Stationen in Richtung des Ausbreitungspfades zeigen. Hohe Sendeleistungen führen zu überproportional größeren Feldstärken, weshalb unsere Nachbarn aus PA, OZ u. a. meist gute Signale haben, uns aber unter Umständen nicht aufnehmen können.

## Lokale Ionosphärenausbreitung (Spread-F)

Des Weiteren können im Sonnenfleckenmaximum lokal erhöhte Ionisationen der F2-Schicht zu Reflexionen von 50-MHz-Signalen führen. Die eigentliche maximal nutzbare Frequenz MUF liegt dabei deutlich niedriger, sodass die auf 6 m zu arbeitenden Länder auf 10 m gar nicht hörbar sind. Besonders typisch ist dies für Verbindungen nach Afrika. Analog zu TEP profitieren hiervon zumeist Stationen im Mittelmeerraum, nur bei zusätzlichem  $E_s$  oder besonders herausragenden Bedingungen haben deutsche Amateure eine Chance.

## Seitliche Ionosphären-Streuausbreitung (F2-Sidescatter)

Von Europa aus führt dieses interessante Ausbreitungsphänomen besonders in den ostasiatischen oder pazifischen Raum. Sonnenfleckenmaximum und hoher solarer Flux sind notwendig; charakteristisch ist, dass die

Ausbreitung nicht entlang des Großkreises stattfindet, der die kürzeste Verbindung zweier Punkte auf der Erde darstellt. Die Streuung/Reflexion der Signale erfolgt seitlich des Großkreises.

Japanische Stationen sind dann beispielsweise aus Richtungen von 90° bis 100° am lautesten. Sie sind besser über Sidescatter zu arbeiten, weil deren Entfernung von 10 000 km für zwei normale F2-Sprünge zu weit und für drei zu nah ist.

Ursache sind wohl lokal höhere Ionisationen in den Bereichen senkrechter Sonneneinstrahlung auf die Erde, meist liegen die Spread-F-Wolken in Höhe des Äquators. Stark bündelnde Antennen sind wiederum

vorteilhaft, da die Feldstärken sehr niedrig sind und die Signale an der Lesbarkeitsgrenze liegen. CW ist eindeutig die beste Sendart.

## ■ Ionoscatter (IS)

Zu jeder beliebigen Zeit sind mit hohen Strahlungsleistungen (ähnlich wie bei Troposcatter) Streusignale der Ionosphäre mit geringer Feldstärke zu erzeugen. Für die

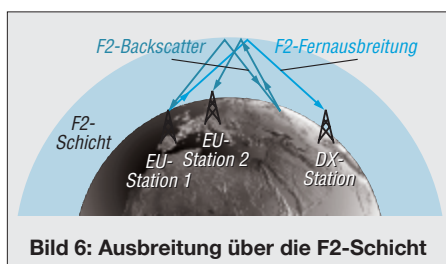


Bild 6: Ausbreitung über die F2-Schicht

Streuung ist hauptsächlich die D-Schicht verantwortlich, die Verbindungen im Bereich von 700 km bis 2000 km möglich macht. Radaranlagen nutzen diesen Effekt zur Ionosphärenforschung aus. Obzwar zu Zeiten höherer Ionisation zuweilen die notwendigen Sendeleistungen sinken, ist dies in Deutschland leider zu keinem Zeitpunkt aktuell ...

## ■ Meteorscatter (MS)

Wie 2-m-Amateuren bestens bekannt, sind entlang kurzzeitiger Ionisationspfade von Meteoriten („Sternschnuppen“) Reflexionen möglich. Bursts, d. h. länger anhaltende

Echos, treten wegen des geringeren benötigten Ionisationsgrades auf 6 m wesentlich häufiger und lang anhaltender als auf 2 m auf.

MS-Verbindungen werden heutzutage häufig im WSJT-Mode FSK441 durchgeführt. Neben FSK441 wird auf dem 6-m-Band die JT6M-Modulation des WSJT-Paketes benutzt. K1JT hat diese speziell auf die Eigentümlichkeiten des 6-m-Bands hin optimiert. Die Übertragungsgeschwindigkeit ist zwar deutlich geringer als bei FSK441, aber dafür kann JT6M neben kurzen MS-Pings zusätzlich auch sehr leise Signale im Rauschen (bspw. Ionoscatter) decodieren.

Selbst nur kurzzeitige Reflexionen (Pings) von  $<< 1$  s Dauer sind damit praktisch immer lohnend. Zu Zeiten von Meteorströmen, beispielsweise den Perseiden, Geminiden und Quadrantiden, erweisen sich aufgrund der mitunter minutenlangen Reflexionen sogar SSB und CW als brauchbar. Wer einmal MS-Signale hören will, lässt auf der Frequenz einer etwa 1000 km entfernten Bake einfach mal den Empfänger durchlaufen. Innerhalb einer Stunde sind selbst bei normalen Bedingungen mehrere Pings zu hören.

QSOs via Reflexion am Mond, schon auf 2 m Privileg weniger Stationen, sind wegen der Leistungsbeschränkung für uns auf dem 6-m-Band ein unerfüllbarer Traum. Auch der gegenüber CW erhebliche Empfindlichkeitsgewinn des WSJT-Modes JT65 reicht dazu nicht aus. Ohnehin sind weltweit nur eine Handvoll Stationen entsprechend ausgerüstet. W7GJ ([www.bigskyspaces.com](http://www.bigskyspaces.com)) ist hier mit vier 11-Element-Yagis sicher das Maß aller Dinge. Demgegenüber bieten Reflexionen an Tropo- bzw. Ionosphärenschichten, wie dargestellt, genügend Betätigungsmöglichkeiten, um Weitverbindungen herzustellen sowie die Kenntnisse zur Wellenausbreitung zu vertiefen.

Das DXCC ist mit entsprechender Beharrlichkeit und viel Glück auch mit 25 W ERP zu schaffen – packt es an, (X)YLs und OMs!

[www.dk7zb.com](http://www.dk7zb.com)

## Literatur/Quellen

- [1] White, I., G3SEK: The VHF/UHF-DX-Book. DIR Publishing Ltd., 1992
- [2] NASA Marshall Space Flight Center: Sunspot and the Solar Cycle. [www.sunspotcycle.com](http://www.sunspotcycle.com)
- [3] Miller, D.: IPS Radio and Space Services. [www.ips.gov.au](http://www.ips.gov.au)
- [4] Field, D., G3XTT: 6 m Handbook. 4. Aufl., RSGB, Potters Bar 2011; FA-Leserservice R-6474
- [5] Field, D., G3XTT: Six & Four. RSGB, Bedford 2013; FA-Leserservice R-6900