

Von DL zu den Kanalinseln auf 23 cm

JT44-Funkbetrieb: Erfolge und Tücken



Heinrich F. Reckemeyer, DJ9YW

JT44 – eine Abkürzung, die in vergangener Zeit oft gefallen ist. Es handelt sich um eine AFSK-Betriebsart für 50 MHz...SHF, bei der größere Entfernungen überbrückt werden können. Eine DXpedition bewies: 900 km auf 23 cm quer durch Europa sind möglich!

Rapporte usw. sind problemlos mit der Tastatur einzugeben. Sie werden durch einmaliges Klicken so oft wie nötig in 30-s-Paketen abgeschickt und erscheinen auf dem PC-Monitor.

Die aus dem Empfänger als NF kommenden Signale werden mit der Soundkarte ausgewertet. Hier liegt die Stärke der Software. Sie kann Informationen sichtbar machen, die unter dem Rauschen liegen. Alle vorher vom Autor über Jahre getesteten DSPs und Softwaresysteme brachten kaum eine Verbesserung des Signal-/Rauschverhältnisses (S/N) bei gleichzeitig erforderlicher Dekodierung der QSO-Daten. Ei-

nige Geräte verschlechterten das Signal sogar durch Rumpeln oder Roboterklank. Analoge Filter brachten bei CW immerhin noch +2 dB S/N.

Von der Idee zum DX-QSO

Als ich von Bodo Fritsche, DL3OCH, erfuhr, dass er im September 2002 eine KW-DXpedition zu den im Ärmelkanal liegenden Inseln Jersey und Guernsey (Bild 1) plante, kam der Gedanke, trotz der Entfernung von fast 900 km auch auf 23 cm CW-QSOs zu probieren. Zwischenzeitlich tauchte bei uns das Programm WSJT auf. Bodo baute daraufhin für die PCs je ein galvanisch entkoppeltes

Interface von der Soundkarte zu den Transceivern. Auf beiden Seiten stand je ein IC-706 zur Verfügung. Transverter für 23 cm mussten noch entwickelt werden. Um die Ausgewogenheit von Rx-Empfindlichkeit und Tx-Ausgangsleistung zu gewährleisten, wurden zwei gleiche Transverter gefertigt (Bild 2).



Bild 1: Im Ärmelkanal liegen die Inseln Jersey und Guernsey, beide sind beliebter Anlaufpunkt für DXpeditionen

Bild 2: Extra für die 23-cm-Aktivität gefertigte Transverter

Die Betriebsart JT44 ist für die Kommunikation mit extrem schwachen HF-Signalen ausgelegt. Daher eignet sie sich besonders für Tropo- und EME-Verbindungen. Für JT44 nutzt man – wie bei vielen modernen Betriebsarten – die Soundkarte des PCs zum Dekodieren und Erzeugen der Signale. Die dazu nötige Software „WSJT“ [1] wurde von Joe Taylor, K1JT, entwickelt. Ein deutsches Handbuch stammt von Fabian Kurz, DJ1YFK [2].

44 Töne via SSB

In der normalen SSB-Stellung (USB) des Transceivers werden 44 Audio-Töne zwischen 1270,5 Hz und 1755 Hz übertragen. Der erste Ton dient zur Synchronisation beider QSO-Partner. Die weiteren Töne entsprechen einem Zeichen, Buchstaben oder einer Zahl, sodass alle Informationen sende- und empfangsmäßig im Klartext erscheinen. Gewünschte Rufzeichen, QSO-Texte,

Das NF-Rauschmaß ergab mit dem Nachsetzer über alles gemessen 2,1 dB. Da bei Bodo 12-V-Betrieb möglich sein musste, wurde ein Schaltnetzteil für die 28-V-LD-MOS-PA in den Transverter integriert. Die PA ließ sich von 70 W im C-Betrieb auf 95 W im AB-Betrieb umschalten. Gleichzeitig entwickelte der Verfasser gewinn-optimierte 23-cm-Yagis, die auch noch bei Regen spielen sollten. Eine Länge von 4 m ergab für den Portabel-Betrieb und den Transport eine sinnvolle Lösung. Der gemessene Gewinn lag bei 18,7 dBd und bei Nässe 18,6 dBd.

Zunächst Testphase im Shack

Durch die große Entfernung zwischen Bodo und mir ergab sich bloß einmal die Testmöglichkeit für die Geräte im Shack (Bild 3). Dazu mussten die Pegel für die PC-Soundkarte noch angepasst und die PTT der seriellen Schnittstelle zugeführt werden.

Im Gegensatz zu FS441 ergeben sich durch die geringe NF-Frequenzbreite unwesentliche Amplituden-Sprünge. Die konstante Vollaussteuerung birgt den Vorteil, dass bezüglich TVI oder EMV die Aussendung wie FM behandelt werden kann und die PA im C-Betrieb laufen darf. Bei Dauerstrich-Leistung muss für ausreichende Kühlung gesorgt werden.

Beim Empfang ist vorerst die untere grüne Zeitlinie im PC-Display (0...30 s) (Bild 4) im Pegel auf den 0-dB-Referenzwert – NF-Rauschen vom IC-706 – einzustellen. Dabei ist zu beachten, dass, wie von Halbleitern bekannt, die Verstärkung bei Erwärmung in diesem Fall um 4 dB abfällt.

Am 50-Ω-Dummy-Load betrieben, werden 1,5 dB mehr als mit der späteren Antenne durch das geringere Horizontrauschen auf 23 cm angezeigt [3]. K1JT gibt den maximalen Toleranzbereich mit ±3 dB an. Auf keinen Fall ist ein schmales (CW-)Filter einzuschalten. Es kann also jeder normale SSB-Transceiver mit 2,4 kHz Bandbreite ohne Umbauten verwendet werden, zumal heute viele Geräte einen ACC-Anschluss für die Ein- und Ausgabesignale bereitstellen.

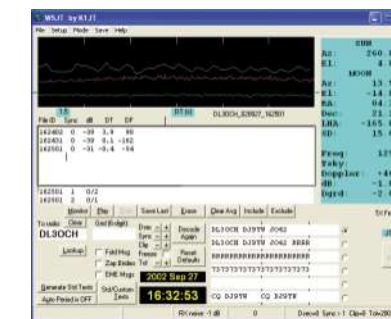
Noise Blanker entfernt QRM

Der Störaustaster (Noise Blanker) ist recht sinnvoll, da er Impulse aller Art, z.B. durch Radar-Anlagen, gut eliminiert. Die Störbeseitigung kann aber nur vor einem Quarzfilter wirken. Danach hilft auch keine DSP mehr. Beim IC-706 ist eine gute Wirkung vorhanden [4]. Die obere blaue Linie (Bild 4) zeigt später im



Bild 3: Das Equipment für den WSJT-Test – IC-706, Notebook und Transverter – zunächst im Testbetrieb

OSO die Zeitdifferenz der beiden verwendeten PCs von –2...+4 s an. Die mittlere rote Linie im Bild 4 fungiert wie ein Spektrumanalyzer, allerdings mit 30 s Verzögerung. Das Fenster zeigt einen –600...+600 Hz großen Ausschnitt.



Als Erstes sollte nun ein 50-Ω-Abschluss statt der Antenne zur Verwendung kommen. Dabei sind eventuelle Eigenpeistellen des Empfängers zu erkennen. Es werden auch solche gezeigt, die mit dem Ohr nicht hörbar sind. Anschließend sollte man mit der Antenne externe Bereiche ausklammern, die beispielsweise durch digitale Umweltverschmutzung gestört werden.



Bild 5: Erfolgreicher Test aus der Normandie mit einer Distanz von 770 km zu DL

Nun zur Empfindlichkeitskontrolle. Wird die Yagi auf die Sonne gerichtet, muss der Rauschpegel ansteigen. Danach kann eine schwache, mit dem Ohr noch nicht dekodierbare CW-Bake eingestellt werden. Der Peak zeigt Vollanschlag.

Der Westen fängt an

Beim Sendebetrieb muss vorher festgelegt werden, wer mit den ersten 30 s beginnt, für gewöhnlich die westliche Station. Nun begann der erste Test im Shack – leider ohne positives Ergebnis. Eigentlich logisch, denn beide Anlagen waren trotz Dummy Load mit über S9-Durchschlägen übersteuert.

Das schafft nicht einmal ein teurer Labor-Spektrumanalyzer. Der Peak auf der Frequenzachse war zwar noch knapp im Fangbereich, aber er wanderte im 30-s-Rhythmus hin und her, und das trotz Einsatzes eines TCXO (temperaturkompensierter Quarz-Oszillator). Obwohl der Träger um 20 dB reduziert wurde, blieb die Auswertung instabil. Was nun? Ein OCOXO-Hersteller, der zwei 10-MHz-SMD-Module fertigen konnte, wurde trotz Urlaubszeit gefun-

Bild 4: Die Bedienoberfläche von WSJT



Bild 6: René, MJ/DL2JRM, im Auto auf dem Campingplatz. Für die Verbindung von Jersey nach DL „sah“ die 23-cm-Yagi gerade über die Büsche hinweg

thes, DL2JRM, bereiterklärt, die 14-tägige DXpedition mit abzuwickeln. Obwohl es aus Zeitmangel keine JT44-Tests mehr gab und zunächst eine längere Strecke ohne Pause gefahren werden sollte, setzten wir das erste QSO mutig mit 550 km Luftlinie in Nordfrankreich an. Ein GPS-Empfänger half, den Locator zu bestimmen. Das Signal war sogar im Lautsprecher zu

Kompass gestaltete sich schwer. Bei mir war Dauerregen angesagt und im Display konnte ich nichts sehen. Dann wurden die PC-Uhren nochmals geprüft. Nun ging es plötzlich und auch wieder hervorragend, obwohl die „Dudeltöne“ im Lautsprecher recht leise waren. Für CW hätte das Signal nicht gereicht. Die Autofähre war modern und vor allem mit 32 Knoten sehr schnell. Entsprechend teuer war aber die Überfahrt. Der Preis machte einen Großteil der DXpeditionskosten aus, er wurde aber durch ein Rückfahrticket günstiger. Allerdings waren dadurch die Aufenthaltstage pro Insel vorbestimmt. Auf Jersey angekommen, begann der Linksverkehr auf schmalen Straßen. Am Abend konnte vom Campingplatz ein weiterer Test auf 23 cm gestartet werden (Bild 6). Leider ohne Erfolg. Erst nach vier Anläufen klappten die QSOs. Der Platz lag zwar recht frei in Richtung Osten, jedoch erfolgte offenbar durch die 200 m hohe vorgelagerte Bergkette der französischen Nordküste eine Abschattung.

PC las schwächste Signale

Im Lautsprecher des Transceivers war absolut nichts zu hören, aber im PC-Display erschienen die notwendigen Rufzeichen für ein QSO – wirklich erstaunlich. Auf der PC Sync-Skala mit dem Bereich 0...10 erschienen Anzeigen von 1...2 oder auch 3 und ein Stern. Ein Zeichen dafür, dass die Computer Kontakt aufgenommen hatten. Die Pegelanzeige mit dem Bereich –39...0 dB unter dem Rauschen zeigte stark schwankend im Mittel –25 dB an. Das grafische Display zeigte einen kleinen Peak, sodass auch jederzeit die Frequenzabweichung in Hz beobachtet werden konnte.

770 km sind kein Problem

Die Fahrt ging weiter in Richtung des französischen Fährhafens St. Malo. In der Normandie mit einer Entfernung von 770 km (Bild 5) testeten wir erneut. Es wurde langsam dunkel und das Ausrichten der Antenne nach der Winkelberechnung des PCs mit dem



den. Theoretisch ergaben sich durch den 70°C-Ofen nur noch Abweichungen von ± 6 Hz bei 0°...50°C auf der 23-cm-Endfrequenz entgegen der bisherigen TCXO-Abweichung von ca. ± 1 kHz.

Trickreiches Frequenzmischen

Die Frequenzaufbereitung hatte einen krummen Wert als Grundfrequenz und war nicht einfach an den 10-MHz-OCXO anzubinden. Außerdem gab es kaum noch Platz im Transverter und so kam nur eine SMD-Platine infrage. Durch trickreiche Vervielfachung und Mischung konnte ein gerades Teilungsverhältnis für die PLL erreicht werden. Der TCXO wurde zum VCXO (spannungsgesteuert) umgebaut. Das verwendete SMD PLL-IC brauchte aber eine Datenbussteuerung für die Teilungseinstellungen. Dazu musste ein Mikro-Controller programmiert werden. Das PLL-Modul wurde gerade noch zum Abreisetag fertig (tnx Thomas, DG6TM). Nun waren die Transverter besser als die Steuertransceiver, die etwa ± 30 Hz wanderten, was aber ausreichte. Damit wurde noch eine softwaremäßige Bandbreitenreduzierung im JT44-Programm ermöglicht, diese soll die Auswertung erleichtern.

Abreise mit vollem Kombi

Mit halbtägiger Verspätung starteten wir – voll bepackt mit Proviant, Zelten, Funkgeräten, Antennen und PCs. Dankenswerterweise hatte sich René Mat-

Bild 7: Auf Guernsey musste am stürmischen Strand der Mast gestützt werden. Trotz leichter Elevation und SHF gelangen die QSOs hervorragend

Nun war MJ/DL3OCH/P und MJ/DL2JRM/P mit Land #29 in Europa auf 23 cm geloggt. Würde es auch noch bis Guernsey mit fast 900 km reichen? Aber jetzt wollten sich Bodo und René erst mal auf Kurzwelle konzentrieren. Als erhofftes Ziel waren 1000 QSOs pro Insel geplant. Nach sechs Tagen ging es weiter nach Guernsey. Der dortige Platz lag mehr hinter Bäumen versteckt, und so blieb der erste 23-cm-QSO-Versuch ohne Ergebnis. Am nächsten Morgen wurde ein Platz direkt am Strand gewählt. Der GPS-Empfänger zeigte 3 m über NN, worin allerdings noch Toleranzfehler steckten. Der Wind war kräftig und die Antenne schüttelte sich (Bild 7).



Geschafft! QSO über 900 km

Als ich erste Informationen erhielt, war gerade noch am Displayrand die Zeitbake zu erkennen. Vorsichtig fuhr ich softwaremäßig die Zeit in 1-s-Schritten run-

ter. Sofort erschienen Auswertungszeilen und im unteren Ergebnisfeld standen nach wenigen Minuten die Rufzeichen. Ein berührendes Erlebnis, von dem ich bei der Planung nur träumen konnte. Nun war auch MU als Erstverbindung GU/DL auf 23 cm gearbeitet, und die beiden DX-Spezialisten konnten sich mit etwas anderer Betriebstechnik auf KW austoben (Bild 8). Es wurden dann über 11 000 QSOs! Inzwischen hatte sich herausgestellt, dass die DCF-Uhren längst nicht mehr synchron liefen und bis 4 s Abweichung hatten. Bleibt festzuhalten, dass dieses Empfangssystem wirklich funktioniert. Dank sei Joe, K1JT, der das bestimmt mühevoll erarbeitete Programm allen

Funkamateuren kostenfrei zur Verfügung stellt. Allerdings erfordert es schon einige Ansprüche an die Funkanlage, besonders was die Frequenzstabilität angeht. Weiterhin müssen pfeif-

Literatur und Bezugsquellen

- [1] WSJT-Webseite von K1JT: <http://pulsar.princeton.edu/~joe/K1JT>
- [2] WSJT-Handbuch in deutsch von Fabian Kurz, DJ1YFK: www.vhfdx.de/wsjt
- [3] Heinrich F. Reckemeyer, DJ9YW: „Das Rauschen um die Jahrtausendwende“, Funkamateure 1/01, S. 63
- [4] Testbericht IC-706 von DJ9YW unter www.qsl.net/dj9yw
- [5] GPS PC Uhr: www.gross-center.de/gps-content/gps-clock1.htm, Tools zum Berechnen des GPS WW-Locator: www.plicht.de/ekki/software

und störungsfreie Frequenzsegmente ausgesucht werden.

PC-Uhren ein Problem

Ein großes Problem sind die PC-Uhren, die sogar während des QSOs instabil liefen. Hier wäre eine GPS-Anbindung auf dem Armaturenbrett die beste Lösung [5]. Allein eine optimale Antennenausrichtung ist bei kleinen Öffnungswinkeln ohne akustisches Signal schwierig zu handhaben, zumal die Display-Ergebnisse mit einer Zeitverzögerung erscheinen.

Für DX-Skeds bei bekannten QTH-Locator-Daten dürfte sich das Programm bestimmt neben bekannten Betriebsarten weiter durchsetzen, wobei Random-QSOs eher die Ausnahme bilden. Das System wird von den Amateurfunkverbänden anerkannt und kann für Diplome gewertet werden.

Nach erfolgreichem QSO wird der Rapport in der QSL mit „RO“ oder „O“ eingetragen.

Viel Erfolg beim JT44-Einstieg!

Heinrich Reckemeyer, DJ9YW
dj9yw@t-online.de

Bild 8: Zwischenzeitliche Kurzwellen-QSOs von Bodo, MU/DL3OCH, mit Morsetaste und elektronischem Logbuch