

WSJT

Benutzerhandbuch und Referenzen

Version 2.0

April 14, 2002

Manual Copyright © 2002-04-24

von

Joe Taylor, K1JT and Andy Flowers, K0SM

Übersetzt aus dem Englischen von Fabian Kurz, DJ1YFK
dj1yfk@darc.de

WSJT1

EINFÜHRUNG4

SYSTEM-VORAUSSETZUNGEN	4
INSTALLATION.....	5

EINMALIGE EINSTELLUNGEN (INITIAL SETUP)..... 5

EINSTELLEN DER STATIONSDATEN	6
SENDE-/EMPFANGSUMSCHALTUNG	6
RX NF PEGEL.....	7
TX NF PEGEL	8
FREQUENZANGABE	9
ANFORDERUNGEN AN DIE ENDSTUFE	10

BETRIEB IN FSK441.....10

EMPFANG VON FSK441.....	10
DEKODIERTER TEXT	11
MOUSE-‘PICK’ FUNKTION.....	12
DIE LETZTEN VORBEREITUNGEN FÜR EIN QSO	13
STANDARD QSO-PROZEDUR	13
WIE WSJT EIN FSK441-SIGNAL DEKODIERT	14
SCHALTFLÄCHEN UND FELDER	16
TEXT-FELDER.....	19

BETRIEB IN JT44.....20

WIE JT44 FUNKTIONIERT.....	20
EMPFANG VON JT44.....	22
DEKODIERTER TEXT	23
PFEIFSTELLEN	25
STANDARD QSO FORMAT	27
PRAKTISCHE BETRIEBSTIPPS	28
SCHALTFLÄCHEN UND FELDER.....	28
TEXTFELDER	30

MENÜS31

ANHANG: SPEZIFIKATIONEN DER ÜBERTRAGUNGSPROTOKOLLE	35
· FSK441.....	35
· JT44.....	36

Einführung

WSJT ist der Name des vorliegenden Computerprogramms und bedeutet "*Weak Signal communications, by K1JT.*" (Kommunikation mit schwachen Signalen). Derzeit werden zwei Betriebsarten unterstützt, FSK441 und JT44.

FSK441 wurde für hochgeschwindigkeits- Meteoscatter Verbindungen entwickelt und nutzt die kurzen ‚Pings‘ aus, die durch Reflexionen an ionisierten Meteoritenbahnen in etwa 100km Höhe entstehen. Diese ‚Pings‘ liegen normalerweise ein paar dB über dem Grundrauschen und können von 10 bis zu einigen 100 Millisekunden andauern. FSK441 macht somit Verbindungen von etwa 800 bis 2200km auf den VHF-Bändern möglich!

JT44 hingegen wurde zum dekodieren sehr leiser Signale mit annähernd konstanter Signalstärke entwickelt. Das Programm ist in der Lage Signale zu verarbeiten, die 10 dB und mehr unter dem Pegel liegen, der für ein normales CW-QSO benötigt wird! Somit ist JT44 die ideale Betriebsart für Troposcatter, Ionoscatter und EME-Verbindungen. Insbesondere kleinere Stationen profitieren davon, da EME-QSOs mit deutlich geringerem Aufwand als mit den bisherigen Methoden geführt werden können.

System-Vorraussetzungen

WSJT ist für den Betrieb mit Computern mit den Betriebssystemen Windows 95, 98, 98/SE, ME, NT, 2000, and XP ausgelegt worden und auf sämtlichen erfolgreich getestet worden. WSJT läuft bereits auf einem Pentium 75 mit 24 MB Arbeitsspeicher, 40 MB freiem Festplattenspeicher, einer Bildschirmauflösung von 800x600 Pixels und einer Windows kompatible Soundkarte. Die neueren Windows-Versionen werden jedoch mehr Arbeitsspeicher benötigen und auch eine schnellere CPU ist ratsam, besonders, wenn neben WSJT noch andere Programme laufen sollen. Zudem wird ein simples Interface zwischen dem PC und dem Funkgerät benötigt, wie es auch für andere Digitalmodes (PSK31 etc.) über die Soundkarte eingesetzt wird. Es muss eine Verbindung vom Empfänger Ausgang in den Eingang der Soundkarte sowie eine Verbindung des Ausgangs der Soundkarte in den Mikrofoneingang des Senders vorhanden sein. Die PTT-Steuerung übernimmt der DTR- oder RTS-Ausgang einer beliebigen seriellen Schnittstelle (COMn).

Solche Interfaceschaltungen wurden schon mehrfach in div. Fachzeitschriften beschrieben und sind auch kommerziell problemlos erhältlich.

Sowohl FSK441 als auch JT44 benötigen eine zeitliche Synchronisation der sendenden und empfangenden Station. Eine Genauigkeit der internen PC-Uhr von besser als ± 1 s ist anzustreben. Dies ist sowohl durch spezielle Programme, die die PC-Uhr ständig über das Internet nachstellen als auch über externe GPS oder eine DCF-77-Uhr zu erreichen. Leider sind viele PC-Uhren nicht sehr akkurat. Schon nach einer halben Stunde können Ungenauigkeiten im Sekundenbereich auftreten!

Installation

WSJT kann kostenlos auf der Internetseite <http://pulsar.princeton.edu/~joe/K1JT>

Heruntergeladen werden, zusätzlich ist es unter der Adresse www.vhfdx.de nochmals auf einem europäischen Server abgelegt, um eine bessere Erreichbarkeit aus EU zu gewährleisten. Benötigt wird die Datei WSJT200.EXE (bzw. mit einer höheren Versionsnummer sobald online). Diese Datei wird nun in einem temporären Verzeichnis (z.B. C:\TEMP) ausgeführt und wird sodann entpackt. Danach wird SETUP.EXE gestartet, womit WSJT dann letztendlich installiert wird.

Falls WSJT auf einer CD-ROM vorliegt, so kann SETUP.EXE gleich aus dem Stammverzeichnis ausgeführt werden.

Möglicherweise treten während der Installation Fehler auf wie z.B. , An error has occurred while registering file C:\WINDOWS\SYSTEM\xxxxx.OCX' oder 'MSVCRT.DLL access violation', die man jedoch durch den Ignore-Button getrost umgehen kann. Sollte die Meldung auftreten, dass eine Datei schon vorhanden sei, so kann diese beibehalten werden, und braucht nicht überschrieben zu werden.

Falls nach der erfolgten Installation von WSJT ein Icon zum Schnellstart auf dem Desktop gewünscht wird, kann dies einfach erzeugt werden, indem man über den Arbeitsplatz in das WSJT-Verzeichnis geht, und dort mit der rechten Maustaste auf WSJT.EXE klickt, und ,Verknüpfung erstellen' auswählt. Das nun entstandene Verknüpfungssymbol im WSJT-Ordner kann nun auf den Desktop gezogen werden.

Soll ein Update auf eine bestehende WSJT-Version installiert werden, so wird die deutlich kleinere Datei UPDnnn.EXE benötigt, wobei nnn für die Versionsnummer steht. Diese Datei wird nun wieder in ein temporäres Verzeichnis (C:\TEMP) entpackt, zum Abschluss der Installation müssen die Anweisungen in der Datei README.TXT befolgt werden. Normalweise müssen lediglich die Dateien WSJT.EXE und WSJT1.DLL überschrieben werden.

Einmalige Einstellungen

Verbinden Sie ihren Computer und das Funkgerät mit einem geeigneten Interface. Ein solches Interface wurde z.B. im FUNKAMATEUR von DL9HO beschrieben, ist aber auch kommerziell gefertigt bei vielen Amateurfunkhändlern erhältlich. Um WSJT zu starten, doppelklicken Sie das WSJT-Symbol auf dem Desktop oder wählen Sie WSJT im Windows-Startmenü aus.

Standardmäßig startet WSJT in FSK441 – um alle Einstellungen zu bewältigen sollten Sie die folgenden Schritte nach einander durchführen:

Einstellen der Stationsdaten

Wählen Sie **Setup | Options** und geben Sie sodann ihr Rufzeichen in der Textbox **My call** sowie ihren WW-Locator unter **Grid locator** ein. Sollte die PC-Zeit der Lokalzeit entsprechen, so muss unter **UTC offset** die Verschiebung der Lokalzeit zu UTC eingegeben werden (in Stunden, DL: Sommer –2, Winter –1). Für Standorte östlich von Greenwich (0°) muss die Zahl negativ sein.

Um bei der Sende-/Empfangsumschaltung das Schalten unter Last (z.B. in VVs, Pas) zu vermeiden, kann in den Feldern **RX delay**, **TX delay**, eine Sende- bzw. Empfangsverzögerung eingestellt werden. Ist eine Datei namens ID.WAV im WSJT-Verzeichnis vorhanden, so kann man unter dem Punkt **ID Interval** einstellen, wie oft das eigene Call gesendet werden soll (in Minuten). Dieses ist in der Datei ID.WAV enthalten, und kann sowohl ein CW-Signal oder auch ein Sprachsignal sein.

Über die beiden Schaltflächen **NA Defaults** und **EU Defaults** wählt man entsprechend die US/VE- oder Europäischen-Textmasken für den FSK441-Betrieb.

Zwar kann man die Masken auch beliebig verändern, jedoch empfiehlt sich dies nicht, da es zu Verwirrungen beim QSO-Partner kommen kann. Die Einstellung der Masken sind übrigens für FSK441 und JT44 unabhängig!

Nachdem diese Einstellungen erledigt wurden, klicken Sie auf **Done**, um wieder zum Hauptbildschirm zurückzukehren.

Sende-/Empfangs-Umschaltung

Wählen Sie unter **Setup | Set COM Port** und geben Sie den COM-Port an, der zur RX/TX-Umschaltung benutzt werden soll. Falls der Sender über eine VOX-Schaltung verfügt, kann hier „0“ eingegeben werden, und somit die PTT-Steuerung angeschaltet werden. Danach muss im **Setup** Menü eingestellt werden, ob die DTR- oder die RTS-Leitung der COM-Schnittstelle genutzt werden soll. Im Zweifelsfall können beide angekreuzt werden. Die DTR-Leitung bei einem normalen 9-PIN Stecker ist auf PIN 4, RTS auf PIN 7 und Masse auf PIN 5.

Danach klicken Sie auf eine der **Tune** Schaltflächen **A**, **B**, **C**, oder **D**, um sicherzugehen, dass die Sende-/Empfangsumschaltung funktioniert (sprich: der Sender schaltet auf TX!). Jede der 4 Schaltflächen sendet einen der vier FSK441-Töne aus. Dabei ist zu beachten, dass Sendungen mit WSJT praktisch Dauerstrichsendungen sind. Zum Vergleich: Beim CW-Betrieb wird nur zu max. 50% der Zeit tatsächlich gesendet! Sollte Ihre PA nicht für Dauerstrichbetrieb bei voller Leitung ausgelegt sein, so muss die Sendeleistung dementsprechend reduziert werden. Um die Sendung zu stoppen, klicken Sie auf **TX Stop**.

RX NF-Pegel

Der nächste Schritt ist die richtige Einstellung des NF-Audiopegels vom Empfänger sowie die richtige Einstellung der Soundkarte. Sollte ihr Empfänger eine schaltbare AGC besitzen, so sollte diese ausgestellt oder zumindest auf ‚fast‘ gestellt werden. Zudem mag es nützlich sein, den RF-Gain-Regler herunterzudrehen und den Noise-Blanker auszuschalten. Je nach Empfänger ist es möglich, dass die Empfangenen FSK441-Signale von Noise-Blanker z.B. durch Clipping verstümmelt werden, und somit nicht mehr lesbar sind – hier hilft nur Ausprobieren. Bei JT44 hingegen ist der Noise-Blanker meist nützlich.

Stellen Sie nun den Empfänger auf eine freie Frequenz und klicken Sie auf **Record** um eine Empfangsperiode zu starten. Im ersten Feld der Statusleiste des Programms sollte nun eine Zeile in der Form „File:callsign_yymmdd_hhmmss“ zu sehen sein.

Das Rufzeichen (callsign) stammt aus dem Textfeld ‚To Radio‘, in dem die Gegenstation eingetragen wird, ‚yyymmdd‘ und ‚hhmmss‘ stehen für die aktuelle Systemzeit/Datum. Rechts daneben erscheint ebenfalls eine Zeile in der Form „File Position: *n* s“ wobei *n* die Anzahl der bereits aufgenommenen Sekunden ist.

Nachdem ein paar Sekunden Aufgenommen wurden, klicken Sie auf **Stop**.

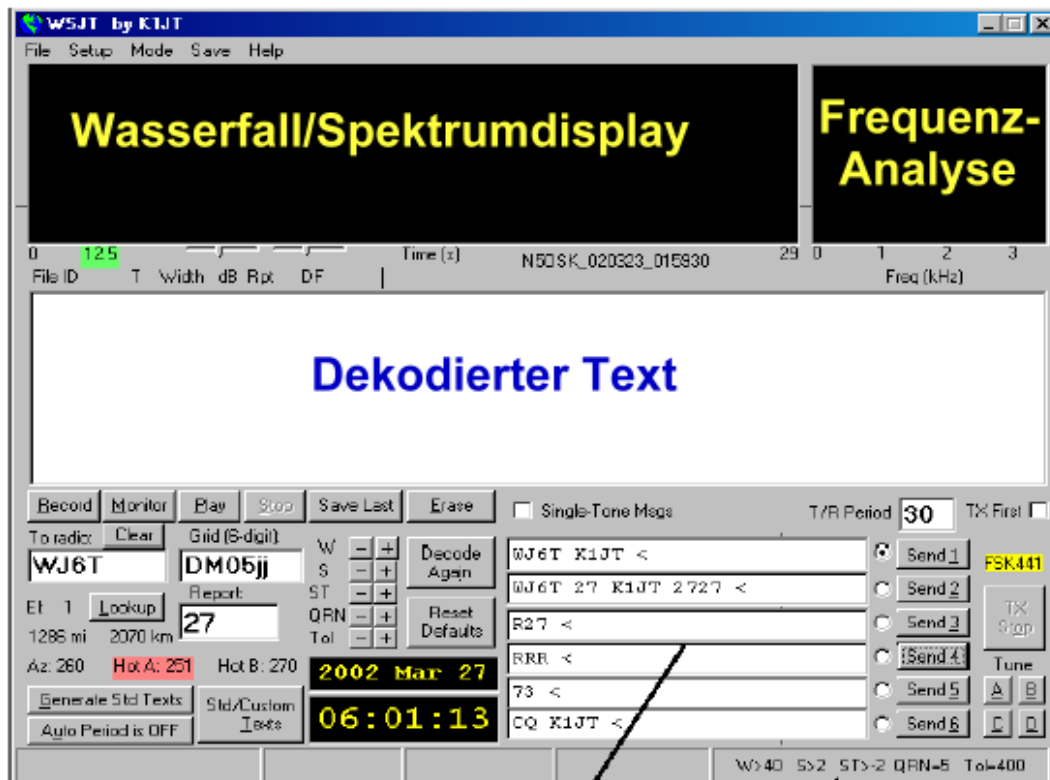
Nun wird in der Statusleiste auch eine Angabe namens ‚RX Noise:‘ gemacht, welche die Differenz zwischen der aktuell eingestellten RX-Lautstärke und dem Optimum angibt.

Eine gezackte grüne Linie sollte nun im oberen schwarzen Bildschirmbereich erscheinen, direkt unter einem Wasserfalldisplay der empfangenen Signale.

Die grüne Linie gibt den NF-Pegel (vertikale Achse) im Verhältnis zur Zeit (horizontale Achse) an, das Wasserfalldisplay zeigt auf der vertikalen Achse die Frequenz und auf der horizontalen Achse ebenfalls die Zeit an – je nach Signalstärke ändert sich auch die Farbe des Wasserfalldisplays.

Sollten Sie wider erwarten keine grüne Linie und kein Wasserfalldisplay sehen, so ist der NF-Pegel zu niedrig eingestellt. Durch Veränderungen am Volume/AF-Gain-Regler des Empfängers und/oder am ‚**Line in**‘ bzw. ‚**Mikrofon**‘ - Lautstärkereglers der Soundkarte (zu erreichen durch Doppelklick auf das Lautsprechersymbol in der Taskleiste) muss der RX Noise Wert so genau wie möglich auf 0 dB eingestellt werden – Abweichungen von bis zu 2 oder 3 dB sind hierbei noch zu tolerieren.

Zudem ist darauf zu achten, dass Soundkarten-Effekte wie z.B. 3D-Sound etc. ausgestellt werden müssen!



Sendetexte Empfangsparameter

Wenn der NF-Pegel richtig eingestellt ist, wird die wellige grüne Linie unter dem Wasserfalldisplay, etwa in Höhe der beiden Striche außerhalb des schwarzen Bereiches liegen. Sollte gar kein Audio-Signal ankommen, meldet WSJT ‚RX Noise very low‘. In diesem Falle sollten Sie die Kabelverbindungen nochmals überprüfen, und im Windows-Soundmischer (Doppelklick auf das Lautsprechersymbol in der Taskleiste) sicherstellen, dass der richtige Kanal eingestellt ist.

Da andere Programme, die auch über die Soundkarte arbeiten evtl. andere Einstellungen benötigen, und ein ständiges verstellen der Regler per Hand nicht gerade sehr komfortabel ist, empfiehlt es sich ein Programm wie ‚QuickMix‘ zu installieren, welches es ermöglicht verschiedene Einstellungen zu speichern und auf Knopfdruck abzurufen.

TX NF Pegel

Sowohl FSK441 als auch JT44 sind AFSK-Verfahren, die zur Informationsübertragung verschiedene NF-Frequenzen benutzen. FSK441 benutzt 4 verschiedene NF-Töne – JT44 sogar 44. Beim Senden ist darauf zu achten, dass jeder Ton dieselbe Ausgangsleistung erzeugt.

Um dies zu überprüfen, gehen Sie auf eine freie Frequenz (oder benutzen Sie einen Dummy-Load, falls vorhanden) und drücken Sie nacheinander die vier **Tune**-Schaltflächen A, B, C und D. Dadurch werden die vier Sinus-Töne, 882 Hz, 1323 Hz, 1764 Hz und 2205 Hz gesendet. Idealerweise sollte die Sendeleistung bei allen Tönen konstant bleiben, jedoch sind Variationen von 10 – 20 % noch im Rahmen. Bei 50% Variation der gesendeten Signale ist mit einer deutlichen Beeinträchtigung der Lesbarkeit ihres Signals zu rechnen. In einem gut eingestellten Sender sollte auch bei Mehrtonaussendungen die Sendeleistung sich nicht verändern.

Im Gegensatz zum PSK-31-Betrieb ist es nicht unbedingt nötig den NF-Pegel zugunsten einer hohen Linearität und wenig Verzerrungen zu verringern. Manchmal hilft nur eine Erhöhung des NF-Pegels, damit die vier Töne mit gleicher Sendeleistung gesendet werden. Auch ein Sprachprozessor kann hier gute Dienste leisten. Sollte es trotzdem nicht gelingen, unter 10-20% Variation zwischen den vier Tonfrequenzen zu kommen, muss man die Amplituden der Töne nachjustieren.

Unter **Setup | Options** hat man die Möglichkeit die Amplituden der vier Töne beliebig zu verändern. Normalerweise sind alle vier Töne gleich laut, und haben die Amplitude 1,0. Diese Angabe ist relativ zur NF-Spannung, nicht zur Leistung. Wenn z.B. Ton D doppelt soviel Ausgangsleistung wie die anderen Töne erzeugt, so muss der Wert von Ton D auf 0,707 reduziert werden (Wurzel aus 0,5). Diese Einstellungen sind nur für den FSK441-Betrieb von Bedeutung, nicht jedoch für JT44!

Frequenzangabe

FSK441 und JT44 werden grundsätzlich im oberen Seitenband (USB) betrieben. Für Skeds etc. entspricht die Betriebsfrequenz der vom Funkgerät eingestellten Frequenz (obwohl tatsächlich auf $f + 882$ bis $f + 2205$ Hz gesendet wird). Nicht alle Funkgeräte haben eine genau kalibrierte Frequenzanzeige, deswegen sollte man vor dem Betrieb die Genauigkeit überprüfen, um eine Abweichung von max. 100-200 Hz zu erreichen.

Am einfachsten ist dies mit einem gut geeichtem Frequenzzähler möglich, welcher dann die Sendefrequenz plus Audiofrequenz anzeigen wird. Dazu stellt man den Sender z.B. auf 144,370.000 MHz ein sendet über eine der **Tune**-Schaltflächen einen Ton aus (z.B. A für 882 Hz). Idealerweise sollte der Frequenzzähler nun 144,370.822 MHz anzeigen. Ist dies nicht der Fall, so muss beim Funkbetrieb die Frequenz um die Differenz der Soll- und Ist-Frequenz verändert werden, oder – falls möglich – die Frequenzanzeige des Funkgeräts kalibriert werden.

Leider sind viele Frequenzzähler der unteren Preisklasse im VHF-Bereich nicht mehr sonderlich genau und haben nur eine Auflösung bis zur 100HZ-Stelle, jedoch ist eine Frequenzgenauigkeit von +/- 100 Hz für WSJT-Betrieb hinreichend. Wenn beispielsweise der Frequenzzähler beim oben genannten Beispiel 144,370.4 MHz anzeigt, so genügt es die Frequenz soweit nach oben zu bewegen, dass der Zähler 144,370.9 MHz anzeigt, was nahe genug an der Soll-Frequenz von 144,370.882 MHz liegt. Sollte dann die Frequenzanzeige des Funkgeräts z.B. 144,370.475 MHz anzeigen, so kann man daraus schließen, dass die Frequenz des Senders 475 Hz zu tief liegt – dies sollte man z.B. bei Skeds beachten.

Anforderungen an die Endstufe

Während der Sendung von FSK441- oder JT44-Signalen wird ständig eine einzelne Frequenz mit voller Leistung gesendet; zwischen zwei Tönen gibt es keine Pause und der Frequenzwechsel findet ohne Phasensprünge statt. Daher benötigen diese Modes keine hochlinearen Endstufen. Das Signal ist so geartet, dass es - im Vergleich zu den traditionellen Zweiton-FSK-Verfahren wie RTTY – keine Intermodulationsprodukte geben kann. Daher bietet sich für den FSK441- und JT44-Betrieb auch der Einsatz von Endstufen im C-Betrieb an, ohne unerwünschte Seitenbänder oder Splatter zu produzieren.

Sollte ihre Endstufe nicht für den 30-sekündigen Dauerstrichbetrieb ausgelegt sein, sollten Sie die Sendeleistung reduzieren!

Betrieb in FSK441

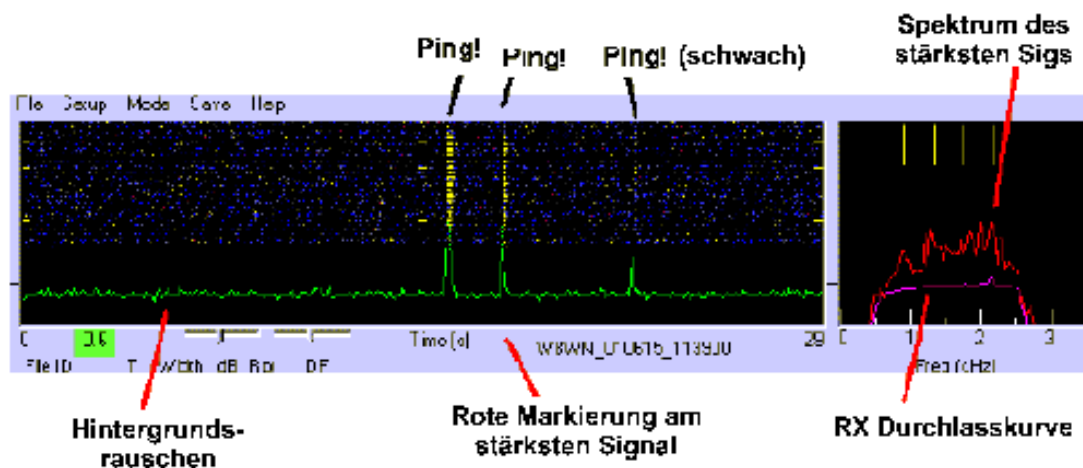
Empfang von FSK441

Nach einer Empfangsperiode werden die empfangenen Signale grafisch dargestellt. Die grüne Linie trägt die Signalstärke in 0.1s-Intervallen gegen die Zeit auf (wobei die Signalstärke proportional zum Quadrat der Empfänger Ausgangssignale ist).

Pings erscheinen hier als Ausschläge der Linie, ein Vollausschlag entspricht einem Signal von 30 dB über dem Hintergrundrauschen.

Zudem wird in der Box oben rechts im Fenster noch eine andere Darstellung der empfangenen Signale gegeben: Die lilafarbene Linie zeigt das über die Empfangsperiode empfangene Spektrum (Durchschnittswerte), welches der Filterkurve ihres Empfängers entspricht. Die vertikale Skala ist in dB geeicht, wobei die Länge eines gelben Striches 10 dB entspricht. Die vier gelben Striche oben im Display befinden sich genau auf den vier von FSK441 benutzten Tonfrequenzen, 882, 1323, 1764 und 2205 Hz.

Idealerweise sollte die Durchlasskurve ihres Empfängers sehr flach sein, d.h. die lilafarbene Linie sollte im Bereich von etwa 600 bis 2500 Hz nahezu horizontal verlaufen. Sollte dies nicht der Fall sein, so versucht WSJT dies automatisch zu kompensieren.



Zusätzlich zur lilafarbenen Linie kann in der Spektrumanzeige auch noch eine rote Linie auftauchen, welche das Spektrum des stärksten Pings darstellt, den der Dekodieralgorithmus – wenn überhaupt – gefunden hat. Dieser Ping wird außerdem im Wasserfalldisplay durch einen roten Strich markiert.

Dekodierter Text

Der dekodierte Text erscheint im weißen Textfeld in der Mitte des Bildschirms. Ein QSO zwischen K1JT und K0SM würde beispielsweise folgende Texte liefern.

FileID	T	Width	dB	Rpt	DF	
154000	15.0	260	8	26	-21	K1JT 27 K0SM 27 *
154100	17.2	40	2	16	195	R3 1#
154500	6.7	100	5	26	-21	RRR

Die erste Ziffer in jeder Zeile entspricht der Startzeit der Empfangsperiode im hhmmss-Format, die nächste Spalte gibt die Zeit in jedem 30-Sekunden-Intervall aus, zu der ein Ping empfangen wurde. Es folgen in der dritten und vierten Spalte die Länge des Pings in Millisekunden sowie der maximale Signal-Rauschabstand. In der fünften Spalte wird ein Rapport vorgeschlagen und die sechste Spalte gibt die Frequenzabweichung in Hz an.

Für den empfangenen Text gibt es zwei Spalten, die erste für Standardtexte, die aus nur einem einzelnen Ton bestehen (R26, R27, RRR, und 73), in die zweite Spalte kommen alle anderen empfangenen Texte.

Der erste Ping im obigen Beispiel enthält zwei Rufzeichen und einen „27“-Rapport. Der Ping kam um 15:40:15.0 UTC an, und dauerte 260 ms. Der Signal-Rauschabstand betrug 8dB und das empfangene Signal lag 21 Hz unter der erwarteten Frequenz.

Das nächste dekodierte Signal um 15:41:17.2 UTC war offensichtlich nur eine Störung, die der Dekoder fälschlicherweise als Ping identifizierte, jedenfalls sprechen die kurze Dauer als auch die große Frequenzabweichung dafür. Nach einiger Zeit wird automatisch schon am Ton des vermeintlichen Pings merken, dass es sich nur um eine Störung handeln kann. Auch wenn ein Ping nur sehr kurz ist, kann man den charakteristischen FSK441-Ton leicht von QRN etc. unterscheiden. WSJT versucht alle Störsignale herauszufiltern, was auch in den meisten Fällen gelingt. Deswegen ist es auch beim automatisierten WSJT-Betrieb noch wichtig, dass ein OP an der Station sitzt!

Der Ping um 15:45:06.7 UTC enthielt nur einen der vorher angesprochenen Standardtexte, die nur aus einem Ton bestehen, und erscheint somit in einer separaten Spalte.

Die bei der Dekodierung der Signale benutzte Genauigkeit liegt im Bereich von 43 Hz, so dass kleinere Frequenzabweichungen kein Problem darstellen. Sollte die Abweichung jedoch größer werden, versucht WSJT diese zwar zu korrigieren, jedoch sollte man dann versuchen mit der RIT die unter **DF** angegebene Abweichung auszugleichen, wobei eine Genauigkeit von weit unter 100 Hz anzustreben ist.

Um die Qualität der empfangenen Texte weiter zu steigern, versucht WSJT von mehrfach empfangene Passagen Durchschnittswerte zu nehmen, um somit Übertragungsfehler zu verringern. Sollte WSJT dies gemacht haben, wird ein kleiner Stern (*) rechts neben dem dekodierten Text erscheinen, wie im obigen Beispiel gezeigt.

Mouse-Pick Funktion

Wenn der Mauszeiger sich über dem Wasserfalldisplay befindet, so wird der Cursor zu einem Kreuz und die aktuelle Position in Sekunden wird am unteren linken Bildschirmrand angezeigt. Wenn man nun in das Wasserfalldisplay klickt, so werden die in dem Bereich enthaltenen Informationen nochmals dekodiert – egal ob ein Ping vorhanden ist oder nicht. Ein Klick mit der rechten Maustaste bewirkt das selbe, jedoch ohne die oben beschriebene Funktion zur Durchschnittsberechnung. Soll ein kaum erkennbarer Ping dekodiert werden, muss man evtl. an mehreren Stellen rund um den Ping klicken um die richtige Position zu erwischen. Die Mouse-Pick-Funktion kann zudem sinnvoll sein um ein andauerndes FSK441-Signal, welches nicht vom Dekodialgorithmus als solches erkannt wird zu entschlüsseln.

Die letzten Vorbereitungen für ein QSO

Geben Sie die gewünschte Sende- / Empfangs-Periodendauer im **T/R Period** Feld auf dem Hauptbildschirm ein; 30 Sekunden hat sich als Standard eingebürgert, aber auch andere Werte können sinnvoll sein. Falls Sie in der ersten Periode senden wollen, kreuzen Sie die **TX first**-Box an. In Nordamerika sendet normalerweise die Station zuerst, die am westlichsten liegt.

Geben Sie nun das Rufzeichen der Gegenstation im Feld **To radio** ein, und klicken Sie auf **Generate Std Texts**, um die gebräuchlichen Standardtexte generieren zu lassen, welche man jedoch noch nach belieben verändern kann.

Durch einen Klick auf **Standard/Custom Texts** ist es auch möglich komplett eigene Texte einzutragen. Diese werden auch nach dem Beenden des Programms noch gespeichert.

Durch einen Druck auf die Schaltfläche **Lookup** sucht WSJT in der Datei CALLSIGN.TXT, welche sich im WSJT-Verzeichnis befindet nach dem eingegebenen Rufzeichen. Ist dieses Rufzeichen in der Datei enthalten, füllt WSJT automatisch den Locator aus und errechnet die Entfernung zur Gegenstation. Sollte die Station nicht in der Datei gefunden werden, so muss der Locator per Hand eingetragen werden. Sind nur die ersten 4 Stellen bekannt, so kann man diese plus ein Leerzeichen auch eingeben, um eine ungefähre Abschätzung der Distanz und Antennenrichtung zu erhalten. Die Datei CALLSIGN.TXT, die bei der WSJT-Installation dabei ist, enthält neben den Locators auch andere Informationen über die jeweiligen Stationen, und kann nach belieben erweitert werden.

Zusätzlich zu den Antennenrichtungen gibt das Programm auch noch die ideale Elevation der Signale (unter der Annahme, dass die Reflexionen in 100 km Höhe stattfinden) sowie mögliche ‚Hot spots‘ an. Unter ‚Hot spots‘ versteht man die Richtungen, die die besten Bedingungen für Reflexionen zwischen den beiden angegebenen Standorten zu einer bestimmten Tageszeit bieten. Der rot unterlegte ‚Hot spot‘ ist dabei der mit der besten Chance auf gute Pings. Dabei ist zu beachten, dass diese Hot spots sich auf zufällige Meteoritenbahnen beziehen, welche bei Meteoro-Schauern natürlich nicht gegeben sind.

Standard QSO Prozedur

Der Betrieb mit WSJT kann nun dann effektiv durchgeführt werden, wenn man sich an die normalen QSO-Prozeduren anpasst, welche beispielsweise unter

www.qsl.net/w8wn/hscw/hscw.html und www.meteorscatter.net/hsms.htm beschrieben werden.

Die Nordamerikanische QSO-Prozedur sieht wie folgt aus:

1. Wenn Sie noch nicht beide Rufzeichen aufgenommen haben, senden Sie weiterhin beide Rufzeichen.
2. Wenn Sie beide Rufzeichen aufgenommen haben, Senden Sie beide Rufzeichen und den Rapport.
3. Wenn Sie beide Rufzeichen und einen Rapport aufgenommen haben, senden Sie R + Rapport.
4. Wenn Sie R + Rapport empfangen haben, senden Sie RRR.
5. Wenn Sie RRR – also eine Bestätigung aller gesendeten Informationen -empfangen haben, ist das QSO offiziell komplett.
6. Da die andere Station dies jedoch nicht wissen kann, wird normalerweise noch „73“ etc. gesendet, um dem QSO-Partner klarzumachen, dass das QSO komplett ist.

Wollen Sie ein QSO in den üblichen 30-Sekundenintervallen führen, z.B. für ein Sked oder um auf einen CQ-Ruf zu antworten, so klicken Sie auf den Kreis neben des gewünschten zu sendenden Texts und klicken sie auf **Auto Period is OFF**, welches dann **Auto Period ON** anzeigt.

Wie WSJT ein FSK441-Signal dekodiert

Nachdem eine Empfangsperiode beendet ist, werden alle Pings, die eine vorher festgesetzte minimale Länge **W** und Signalstärke **S** haben ausgeschnitten und automatisch dekodiert.

Für Texte, die aus nur einem Ton bestehen wird noch eine zusätzliche minimale Signalstärke definiert. Diese Parameter können durch die Schaltfläche **Reset Defaults** auf ihre Standardwerte, W=40ms, S=2dB und ST=2dB eingestellt werden, oder durch die neben den jeweiligen Werten befindlichen +/- Schaltflächen auf einen beliebigen Wert eingestellt werden. Die aktuellen Werte sind in der Statusleiste unten rechts zu sehen.

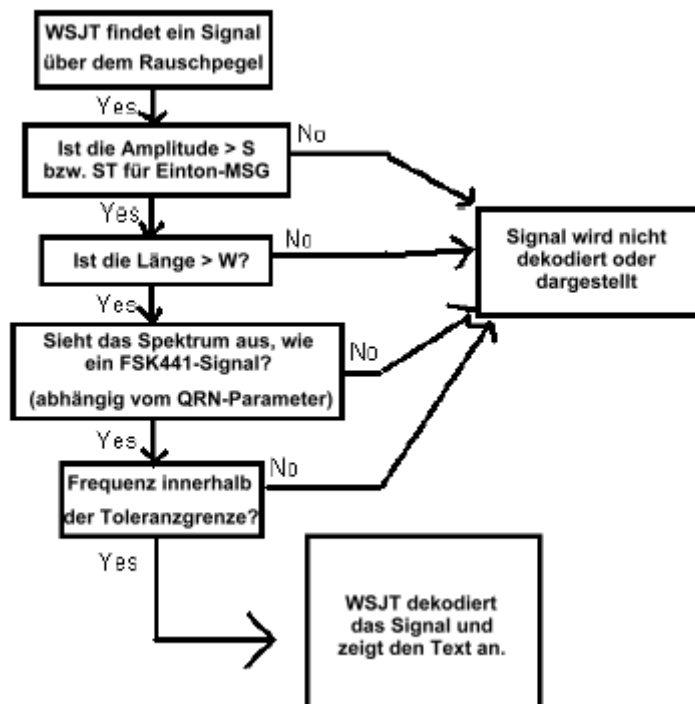
Das Flussdiagramm auf der nächsten Seite beschreibt vereinfacht die Schritte, die WSJT zum Dekodieren eines WSJT-Signals durchführt.

Ping-Längen werden von WSJT in 20ms-Schritten gemessen und verarbeitet. Aufgrund der Geschwindigkeit von 147 Buchstaben pro Sekunde kann ein 20ms-Sekunden-Ping maximal drei verwertbare Buchstaben enthalten. In der Praxis hat sich gezeigt, dass auch diese Pings schon bei 2-3 dB Rauschabstand noch korrekt dekodiert werden können!

Für einige immer wiederkehrende Texte werden die Einton-Nachrichten benutzt. Da die benötigte Bandbreite bei einem Ton logischerweise geringer ist als bei vieren, kann die beim Dekodieren benutzte Bandbreite deutlich verringert werden, wodurch ein 3 bis 6 dB besseres Signal-/Rausch-Verhältnis erreicht werden kann. Eine Einstellung des ST-Wertes von -2dB ist also als sinnvoll anzusehen, auch die Gefahr fälschlich dekodierter Texte wird somit noch nicht zu groß.

Nachdem man einige Erfahrungen mit dem Empfang von Einton-Nachrichten gemacht hat, kann es sogar sinnvoll sein, den Wert noch weiter nach unten zu bewegen.

WSJT verfügt auch über ein QRN-Filter, welches zwischen Störimpulsen und Pings unterscheiden soll. Die Stärke des Filters kann von 1 bis 10 eingestellt werden, wobei 5 der Standardwert ist. Der Wert sollte allerdings nur so hoch wie eben nötig eingestellt werden, da ein hoher Wert auch die Dekodierung sehr leiser Signale beeinträchtigt. Für den Betrieb in einer QRN-armen Umgebung ist ein Wert von 3 zu empfehlen.



WSJT versucht Frequenzverschiebungen zwischen den beiden Stationen auszugleichen, jedoch wird dies bei 200 Hz und mehr Verschiebung zu einer schlechteren Dekodierung führen. Bei jeder Dekodierung listet WSJT in der Spalte DF die Frequenzabweichung (s.o.), die Genauigkeit liegt bei rund ± 40 Hz für Multiton FSK441-Signale und ein wenig besser für Einton-Signale. Innerhalb dieser Toleranzen sollten relativ konstante Werte in der DF-Spalte während eines QSOs auftreten.

Liegt die Abweichung bei mehr als ± 100 Hz, so ist wahrscheinlich nötig, den Empfänger ein wenig nachzustimmen. Wenn Sie z.B. bei richtig dekodierten Pings eine Abweichung von -280 Hz in der Spalte DF ablesen, oder Sie oben rechts im Spektrum einen starken Ping unter der gewünschten Frequenz (also links von den 4 gelben Strichen) sehen, der jedoch nicht dekodiert wurde, so muss die Frequenz nach unten hin korrigiert werden. Dies sollte mit Hilfe der RIT erfolgen, da die sich der QSO-Partner evtl. schon auf ihre Sendefrequenz eingestellt hat, bzw. gerade dabei ist, wodurch es schnell zu Verwirrungen kommen kann.

Wenn die Frequenzabweichung zwischen RX und TX etwa 441 Hz beträgt, welches der Abstand zwischen den vier verwendeten Tonfrequenzen von FSK441 ist, kann es sein, dass die DF-Anzeige eine nahezu richtig eingestellte Frequenz anzeigt, da drei der vier Töne nun irrtümlicherweise genau auf den Frequenzen liegen, auf denen WSJT eigentlich die jew. anderen Töne vermutet. Ein klares Indiz hierfür ist, dass in der Spektrum-Anzeige oben rechts auf dem Bildschirm nur drei ‚Peaks‘ sich auf die vier gelben Linien verteilen, und der vierte Peak entweder rechts (= höhere Frequenz) oder links (= geringere Frequenz) von den vier gelben Strichen liegt, welche die Idealfrequenzen repräsentieren. In diesem Falle sollte die Frequenz des Empfängers um 441 Hz nach oben / unten verändert werden.

Man kann den Bereich der Frequenzen, auf denen WSJT nach FSK441-Signalen sucht durch den Wert Tol (für Toleranz) einengen. Dieser liegt normalerweise bei 400 Hz. Nachdem man sich auf den QSO-Partner eingestellt hat, kann man diesen Wert bis auf unter 100 Hz reduzieren, um somit unerwünschte Störsignale zu unterdrücken. Zusätzlich kann man die anderen Minimalparameter W, S und ST nun verringern, z.B. **W**=20 ms, **S**=1 dB, **ST**=-5 dB, um eine bessere Dekodierung zu erreichen.

Ist man mit dem Ergebnis einer Empfangsperiode unzufrieden, so besteht die Möglichkeit die Parameter noch in Nachhinein zu verändern und über die Schaltfläche **Decode Again** eine erneute Dekodierung mit neuen Parametern zu erreichen. Auch hier kann man wieder - wie oben beschrieben – durch Rechts- bzw. Linksklick einzelne Teile dekodieren.

Unabhängig von den gewählten Parametern wird man kleine Dekodierfehler nicht ausschließen können, besonders zu Beginn und am Ende eines Pings, wo das Signal schnell aus dem Rauschen ‚aufsteigt‘ und alsdann wieder verschwindet. Solche Probleme treten allerdings auch bei HSCW-Betrieb etc. auf. Im Gegensatz zu anderen digitalen Betriebsarten, bei denen es auf eine hohe Übertragungsqualität ankommt, besitzt FSK441 zugunsten der hohen Geschwindigkeit keine Fehlerkorrektur. Die Dekodierung liegt somit teilweise auch noch beim OP, der aus den vielen Pings die relevanten Daten herausfiltern muss.

Schaltflächen und Felder

Mit **Auto Period ON/OFF** kann man die automatisierten 30-Sekunden Perioden an und ausschalten. Ein Sked wird so verabredet, dass immer nur eine Station zu einer Zeit sendet. Die Dauer der Periode wird im Feld **T/R Period** festgelegt.

Brightness verändert die Helligkeit des Wasserfalldisplays. Bevor man allerdings eine Änderung sieht, muss **Decode Again** angeklickt werden.

Contrast verändert den Kontrast des Wasserfalldisplays.

Decode Again veranlasst WSJT die letzte Empfangsperiode oder eine geöffnete Datei nach dem Verändern von Parametern erneut zu dekodieren.

Erase löscht alle Informationen aus dem Textfeld und den Spektrum-Anzeigen.

Generate Std Texts erzeugt Standard-QSO-Texte, welche aus den Angaben in den Feldern **My call**, **To radio**, und **Report** zusammengestellt werden. Die Standardtexte sind in den verschiedenen IARU-Regionen leicht unterschiedlich, daher kann man unter **Setup | Options** zwischen **NA Defaults** und **EU Defaults** wählen.

Diese Schaltfläche setzt auch die zu sendende Nachricht auf die erste und den Tol-Parameter auf 400 Hz.

Klickt man auf **Lookup**, durchsucht WSJT die Datenbank nach dem in **To Radio** angegebene Rufzeichen, und aktualisiert ggf. den Locator. Zudem werden Azimuth und Elevation berechnet.

Die Funktion **Monitor** ermöglicht es, dauerhaft eine Frequenz abzuhören, sei es um eine Anruf Frequenz zu überwachen, oder ein komplettes QSO zwischen zwei Stationen zu beobachten. Der dekodierte Text wird – nach dem Ende einer Periode – im Textfeld angezeigt.

Durch einen Klick auf den **Play**-Button gibt WSJT die gesamte letzte Periode durch die Soundkarte wieder aus.

Der Button **Record** bewirkt, dass WSJT die Signale vom Funkgerät eine Periode lang (wenn man nicht vorher auf **Stop** drückt) aufzeichnet, und anschließend Dekodiert. Ist **Auto Period ON** aktiv, wird die Aufnahme bei Beendigung des nächsten T/R-Intervalls aufhören.

Die Schaltfläche **Reset Defaults** setzt die Parameter W, S, ST, Tol und QRN wieder auf ihre Originalwerte.

S legt fest, um wie viele dB ein Signal über dem Rauschen liegen muss, um dekodiert zu werden. Wenn S auf 2 dB gesetzt wird, so werden alle Signale, die mehr als 2 dB über dem Rauschen liegen und mindestens die in W geforderte Länge haben dekodiert. Setzt man **S** auf einen noch geringeren Wert, so können zwar noch schwächere Signale dekodiert werden, jedoch wird die Anzahl der irrtümlich dekodierten Störungen deutlich höher. S wird über die kleinen mit + und – beschrifteten Schaltflächen eingestellt – die aktuellen Werte der Parameter sind unten rechts im Fenster zu sehen.

Der Button **Save Last** bewirkt, dass die letzte Empfangsperiode auf der Festplatte dauerhaft gespeichert wird. Normalerweise wird die vorherige Empfangsperiode beim Start der nächsten wieder gelöscht.

Send 1 – 6. Diese Schaltflächen bewirken, dass der nebenstehende Text sofort gesendet wird. Die Sendung dauert bis zum Ende der aktuellen Sendeperiode oder – wenn Auto Period ausgeschaltet ist – solange wie im Feld **T/R Period** angegeben. Der Text wird farbig hinterlegt, um den Operator ggf. daran zu erinnern, welcher Text gerade gesendet wird.

Ein gelber Hintergrund steht für Multiton-Sendungen, ein blauer Hintergrund lässt auf eine Einton-Sendung schließen.

Single-Tone Messages. Wird dieses Feld angekreuzt, werden die Texte R26, R27, RRR und 73 nur noch als Einton-Sendungen versendet. Einton-Sendungen sind im Vergleich zu den Viertonsendungen deutlich effektiver und bieten sich an um auch bei sehr kurzen und schwachen Pings und wenig QRM ein QSO zu vervollständigen.

Der Parameter **ST** definiert, bis zu welchem Pegel WSJT noch versucht ein Einton-Signal zu dekodieren. Es entspricht dem S-Parameter für Mehrtonsendungen, und ermöglicht es, noch schwächere Signale zu dekodieren. Die aktuellen Werte der Parameter sind unten rechts im Fenster zu sehen.

Mit der Schaltfläche **Standard Texts / Custom Texts** kann man zwischen zwei Sätzen von Standardtexten umschalten. Die **Standard Texts** entsprechen denen, die im MS-Betrieb gebräuchlich sind, während man unter **Custom Texts** beliebige Texte, z.B. den Locator, Contest-Nummern etc. speichern kann. Die Custom Texts bleiben auch nach dem Beenden des Programms erhalten.

Stop beendet eine vorher durch **Record**, **Monitor**, oder **Play** gestartete Aktion.

Tol legt die Frequenz-Toleranz des Software-Bandpassfilters fest. WSJT versucht nur Signale, die innerhalb dieser Toleranzgrenze liegen zu dekodieren. Normalerweise ist Tol auf 400 Hz eingestellt, nachdem man allerdings Kontakt mit einer Station aufgenommen hat, kann dieser Wert verringert werden, um Signale, die neben der Frequenz liegen auszuschließen. Die aktuellen Werte der Parameter sind unten rechts im Fenster zu sehen.

Tune A, B, C, D. Diese vier Schaltflächen erzeugen einen der vier FSK441-Töne als Dauerton, um Abstimmarbeiten durchführen zu können (PA, ALC etc..)

TX First muss aktiviert sein, wenn man in der ersten Periode selbst senden will. IN Nordamerika hat es sich eingebürgert, dass die westlichere Station in der ersten Periode sendet – in allen anderen Teilen der Welt ist es umgekehrt.

TX Stop unterbricht eine laufende Sendung. Die Einstellung von **Auto Period** wird hierdurch jedoch nicht verändert. Soll im weiteren Verlauf auch nicht mehr gesendet werden, so muss nach TX Stop noch Auto Period auf OFF gestellt werden.

W definiert die minimale Länge eines Pings, der noch dekodiert werden soll. Wieder kann der Wert durch die Schaltflächen + und – neben dem W verändert werden. Die aktuellen Werte der Parameter sind unten rechts im Fenster zu sehen.

Textfelder

Decoded Text. Der dekodierte Text sowie zusätzliche Informationen (s.o.) wird in diesem großen Textfeld in der Mitte des Programms angezeigt, wobei pro Ping eine Zeile belegt wird. Sollte die Anzahl der Zeilen nicht reichen, so erscheint ein Scrollbalken. Der Text in diesem Feld kann nicht verändert werden. Es besteht aber die Möglichkeit den Text mit der Mouse zu markieren, und mit der Tastenkombination Strg+C in die Zwischenablage zu befördern, um ihn dann in ein anderes Programm mit Strg+V wieder einzufügen.

Grid. In dieses Feld sollte der QTH-Locator der Gegenstation eingetragen werden. Falls die im Feld **To radio** eingetragene Station in der Datenbank vorhanden ist, erscheint dieser automatisch nach Drücken der Schaltfläche **Lookup**.

Report. Hier wird der Rapport für die Gegenstation eingetragen. Klickt man danach auf **Generate Std Texts**, so wird dieser gleich in die zu sendenden Texte übernommen. Beim Meteoscatterbetrieb wird anstatt des RST-Systems ein 2-Stelliger Rapport ausgetauscht. Es ist zu beachten, dass ein Klick auf **Generate Std Texts** die zu sendende Nachricht auf die erste zurücksetzt.

Status Bar. In der Statusleiste am unteren Rand des Fensters werden verschiedene Werte, wie z.B. den aktuellen Dateinamen, Position in der Datei, RX NF-Pegel, Parameter etc. angezeigt werden.

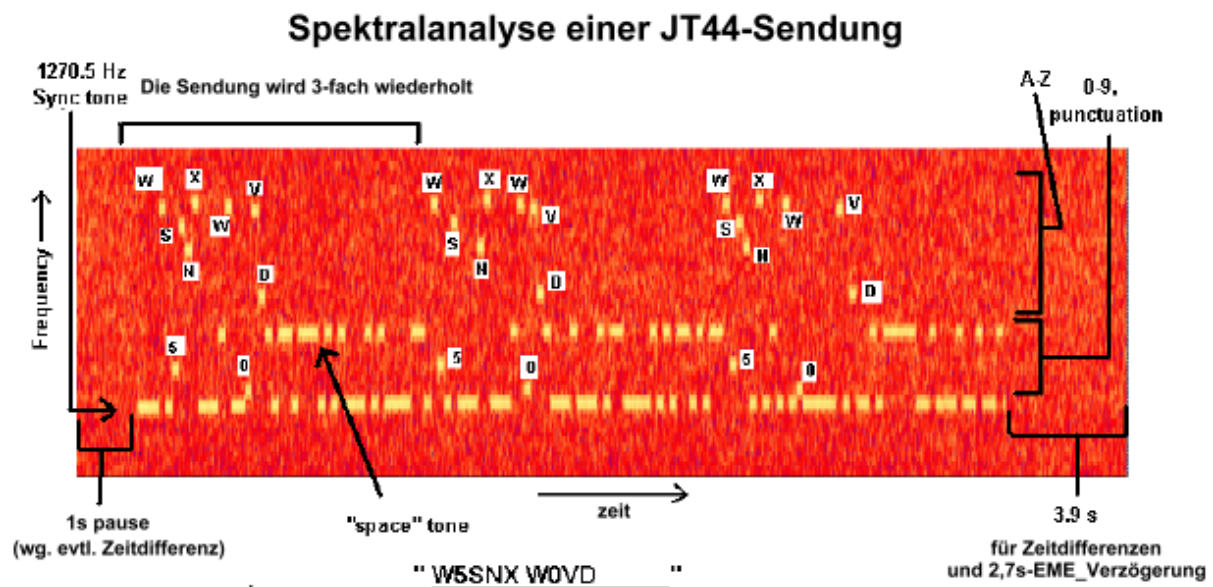
In das Feld **To radio** sollte das Rufzeichen der Gegenstation eingetragen werden. Die Datei, die während der Empfangsperiode die NF-Signale speichert wird nach diesem Rufzeichen benannt.

Unter **T/R Period** legt man fest, wie lang die Sende/Empfangsintervalle sein sollen. Standard ist 30 Sekunden.

Betrieb in JT44

Wie JT44 funktioniert

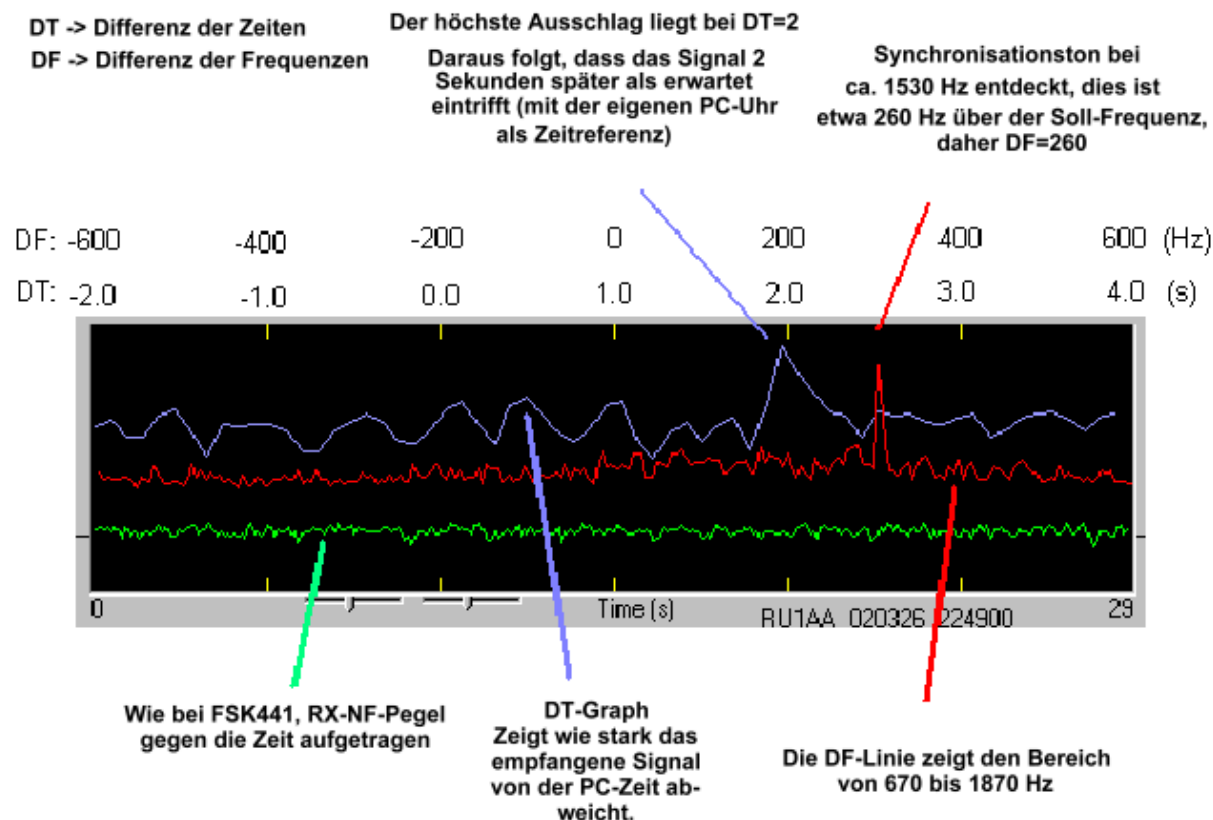
Das Übertragungsformat von JT44 besteht aus 135 einzelnen Intervallen mit einer Länge von je 0.186 s. 69 dieser Intervalle bilden einen Synchronisationston von 1270.5 Hz, die restlichen 66 Intervalle beinhalten eine 22 Zeichen lange Nachricht, welche dreifach wiederholt wird. Jedem der 43 möglichen Zeichen ist ein Ton im Bereich von 1302.8 bis 1755.0 Hz zugeordnet. Um eine sichere Datenübertragung zu gewährleisten, ist es nötig dass die Sende- und Empfangsstation gut miteinander synchronisiert sind. Eine zeitliche Abweichung von einer Sekunde oder weniger ist wünschenswert.



Das obenstehende Bild zeigt ein Spektrogramm, in dem Zeit auf der horizontalen gegen die Frequenz auf der vertikalen Achse aufgetragen ist. Die Farbe des Signals ist abhängig von der Signalstärke, rot entspricht hier dem Rauschpegel, in gelb ist das JT44-Signal dargestellt. Es ist ein recht lautes (hörbar, 10dB S/N bei 2500 Hz) JT44-Signal zu sehen. Die Sendung startet eine Sekunde nach Beginn der TX-Periode und dauert 135 Intervalle, was 25.08 Sekunden entspricht. Die letzten 3,92 Sekunden (abzüglich der TX/RX-Umschaltzeit) der TX-Periode werden in Zukunft evtl. dazu benutzt, eine schnelle Rufzeichennennung in SSB oder CW zu ermöglichen. Zudem wird das System durch die Verzögerung am Ende unempfindlicher gegen kleine Zeitabweichungen zwischen den beiden PC-Uhren.

Nachdem WSJT eine Empfangsperiode aufgenommen hat, wird in der Sounddatei nach dem Synchronisationssignal mit dem besten Signal/Rausch-Abstand in einem Bereich von ± 600 Hz und mit einer möglichen Zeitverschiebungen von -2 bis 4 Sekunden gesucht (s. dazu auch Anhang).

Im oberen Zeichen-Bereich erscheinen nach einer Empfangsperiode verschiedene Linien, welche die Zeit- und Frequenzsynchronisation des empfangenen Signals darstellen, wie in folgender Grafik verdeutlicht wird.



Nachdem WSJT die Zeit- und Frequenzverschiebungen DT und DF richtig erkannt hat, fängt es an, die 22 Zeichen langen Nachrichten zu entschlüsseln. Normalerweise haben die einzelnen Buchstaben einen deutlich schlechteren Signal/Rausch-Abstand (etwa 6,8 dB!), da die einzelnen Buchstaben in viel kürzerer Zeit gesendet werden. Das liegt daran, dass in solch einer geringeren Zeit nicht so viel Energie ausgesendet, wie bei den langen Sync-Impulsen.

Diesen Nachteil kann man jedoch wettmachen, indem man von mehreren Empfangsperioden gleichen Inhalts den Mittelwert bildet, und das entstehende Signal dann auswertet. Jede Verdoppelung der Anzahl der Perioden bewirkt eine Verbesserung des Signal/Rauschabstandes um 1,5 dB. Vier Empfangsperioden ergeben also ein um 3dB besseres Signal, 16 Perioden ergeben 6dB und so weiter.

Ist die Signalstärke relativ beständig und der Synchronisationston gut zu lesen, so kann man in 15 bis 20 Minuten mit einem gut aufzunehmenden Signal rechnen.

Dadurch, dass die Hälfte der Sendung aus dem Synchronisationston besteht handelt man sich natürlich einen Verlust von ca. 1,5 dB ein. Dies scheint jedoch in der Praxis ein guter Kompromiss zu sein, da somit durch die oben beschriebene Methode WSJT sogar noch Signale, die 28 dB bis 29 dB unter dem Rauschen liegen (bei 2500 Hz Bandbreite) erkennen und schließlich in mehreren Durchgängen dekodieren kann! Ein CW-Signal hingegen kann bei der selben Bandbreite nur bis ca. 11 dB unter dem Rauschen, bei 50 Hz Bandbreite dementsprechend bis 6 dB über dem Rauschen empfangen werden!

JT44 kann also unter Bedingungen, bei denen ein normales CW-QSO schon lange nicht mehr möglich ist noch gute Ergebnisse liefern.



Empfang von JT44

JT44 kann nur empfangen werden, wenn Sender und Empfänger zeitlich synchronisiert sind. Daher ist für den JT44-Betrieb **Auto Period** auf **On** zu stellen.

Wie auch bei FSK441 fängt WSJT direkt nach einer Empfangsperiode mit der Dekodierung derselben an. Neben den oben erwähnten grafischen Darstellungen des Signals wird auch der dekodierte Text – falls vorhanden – im zugehörigen Textfeld angezeigt.

Um beide Perioden eines JT44-Kontakts zu beobachten, klickt man auf die Schaltfläche **Monitor**. WSJT erkennt automatisch die verschiedenen QSO-Texte, die von verschiedenen Stationen gesendet werden, und bildet auch getrennt die oben angesprochenen ‚Durchschnitts-Texte‘, die durch Übereinanderlegen mehrerer gleicher Empfangsperioden ermittelt werden.

Soll nur eine Seite eines QSOs beobachtet werden, so ist es möglich unter **Setup | TX Mute** den Sender auszustellen, und **Auto Period** auf ON zu stellen. Dies bewirkt, dass WSJT denkt, es wäre in einem QSO, mit dem kleinen Unterschied, dass nicht gesendet wird, sondern nur jew. die erste oder zweite Periode empfangen wird.

Dekodierter Text

Für den JT44-Betrieb gibt es zwei separate Textfelder, in denen der Empfangene Text dargestellt wird. Die große Box zeigt nach jeder Empfangsperiode den in selbiger dekodierten Text an. Eine typische Zeile eines relativ starken Signals (an der Rauschgrenze) sollte in etwa wie folgt aussehen:

FileID	Sync	dB	DT	DF	
194300	3	-11	-0.2	12	* K0SM K1JT K0SM K1JT

In der Spalte FileID wird die jeweilige Anfangszeit einer Empfangsperiode angezeigt, in diesem Fall 19:43:00 UTC. Diese Zeit wird nebenbei als Dateiname für die WAV-Datei benutzt, in der die Empfangsperiode aufgenommen wird.

Die Spalte Sync gibt auf einer nicht-linearen Skala von 0 bis 10 an, wie gut das Signal synchronisiert ist. Schon ab Sync=1 ist mit einer gültigen Synchronisierung zu rechnen.

Die nächste Spalte gibt die Signalstärke in dB im Vergleich zum Rauschpegel im gesamten RX-Durchlassbereich (ca. 2500 Hz) an. Dabei ist zu beachten, dass die Signalstärke von Signalen, die deutlich über dem Rauschen liegen u.U. nicht genau angezeigt wird.

Die mit DT bezeichnete Spalte gibt an, um wie viele Sekunden zu früh oder zu spät das Signal eintraf. Sind die PC-Uhren bei beiden Stationen exakt eingestellt, sollte der Wert für Direktverbindungen sehr nahe an 0,0 s, für EME-QSOs bei ca. 2,5 s liegen.

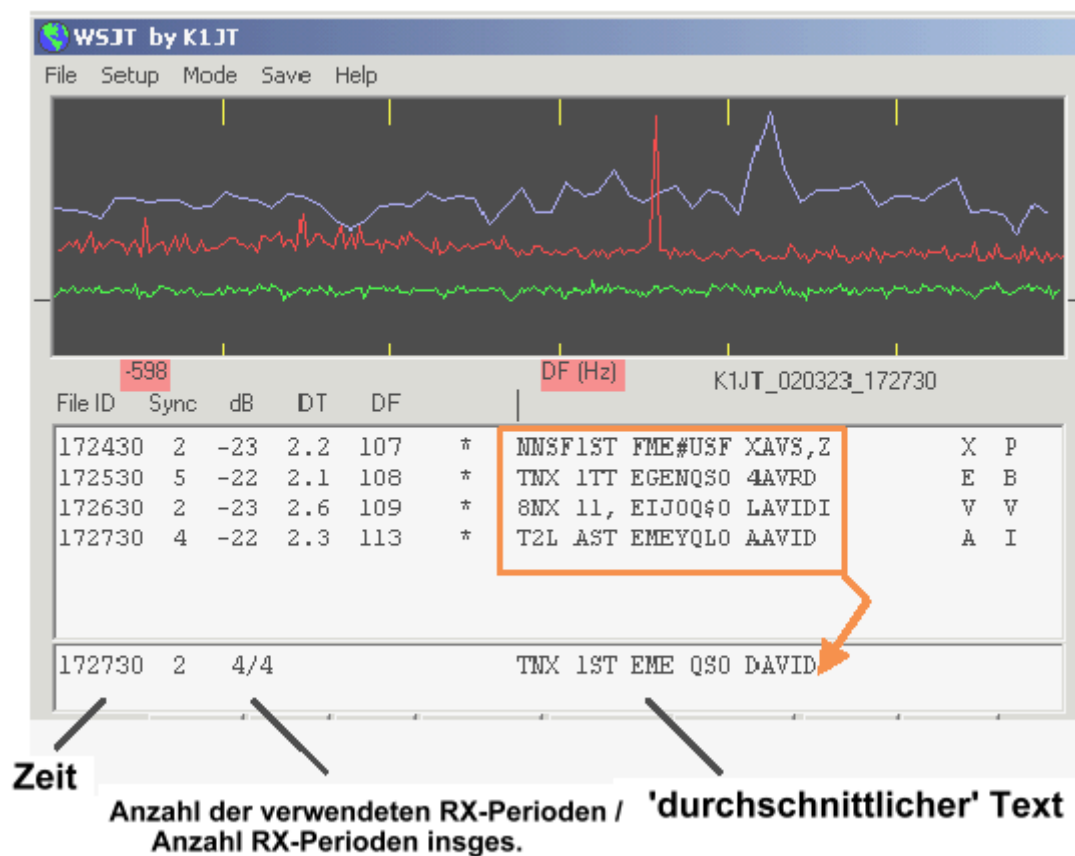
Die Spalte DF gibt – wie schon von FSK441 bekannt – die Frequenzverschiebung des empfangenen Signals im Vergleich zum eigenen Empfänger.

WSJT sucht normalerweise automatisch einen Bereich von ± 600 Hz sowie ein Zeitfenster von -2 bis $+4$ s nach einem JT44-Signal ab.

JT44-Signale sind oft sehr schwach. Das schwächste Signal, welches von WSJT aufgrund der Synchronisationsimpulse als solches erkannt wird, kann beim ersten Durchgang meist nicht einwandfrei gelesen werden, da es bis zu 28 oder 29 dB unter dem Rauschen liegt. Die Synchronisationssignale, die über die gesamte Sendeperiode mit deutlich mehr Energie gesendet werden als die einzelnen Zeichen, können meist einwandfrei gelesen werden während vom Text selbst höchstens ein paar Buchstaben überkommen. WSJT versucht aus mehreren aufeinanderfolgenden Empfangsperioden, deren Synchronisationsqualität (s. o.) über einem bestimmten Wert (vom Benutzer einstellbar, normalerweise **S**=1 oder 2) liegt den Durchschnitt zu bilden, und schließlich den so dekodierten Text im unteren Textfeld zusammenzustellen. Hat sich WSJT dieser Methode bedient, erscheint der Text mit einem Sternchen(*) nach der DF-Spalte.

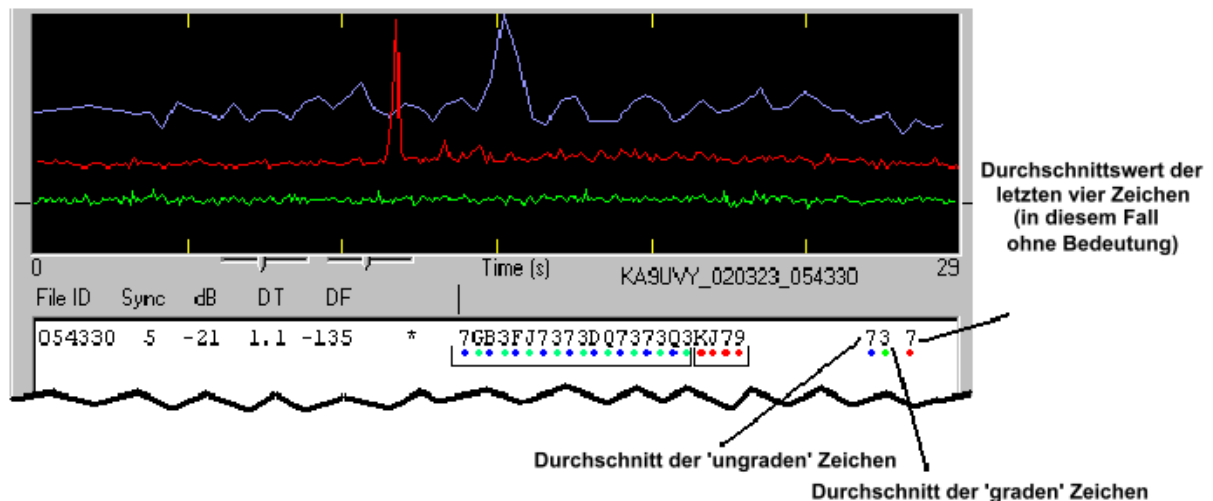
Dieses Prinzip wird anhand des Screenshots auf der nächsten Seite verdeutlicht, der bei GM4JJJ aufgenommen wurde. Man sieht, dass keine der vier Empfangsperioden im oberen Textfeld komplett richtig aufgenommen wurden, jedoch nachdem der Durchschnitt aller vier Perioden errechnet wurde, ein einwandfrei lesbarer Text entsteht.

Es wird nur die jew. letzte Periode grafisch dargestellt, während alle vier Perioden noch in der Textbox vorhanden sind.



Es kann vorkommen, dass ein Signal durch QSB unter den erforderlichen Synchronisations-Pegel rutscht, und WSJT irrtümlicherweise ein anderes Signal als Sync-Signal interpretiert, was sich in einem stark abweichenden DF und DT-Wert bemerkbar macht. Da eine solche Empfangsperiode die Bildung der Durchschnittswerte empfindlich stören würde, ist für diesen Fall die **Exclude**-Schaltfläche vorgesehen. Sie schließt die letzte Empfangsperiode von der Durchschnittsbildung aus. Analog dazu gibt es auch den **Include**-Button, der dafür sorgt, dass die letzte Periode – auch wenn Sie unter dem geforderten Sync-Wert lag – mit in die Durchschnittsberechnungen einfließen zu lassen. Beide Funktionen lassen sich nur während des Empfangsbetriebs aktivieren.

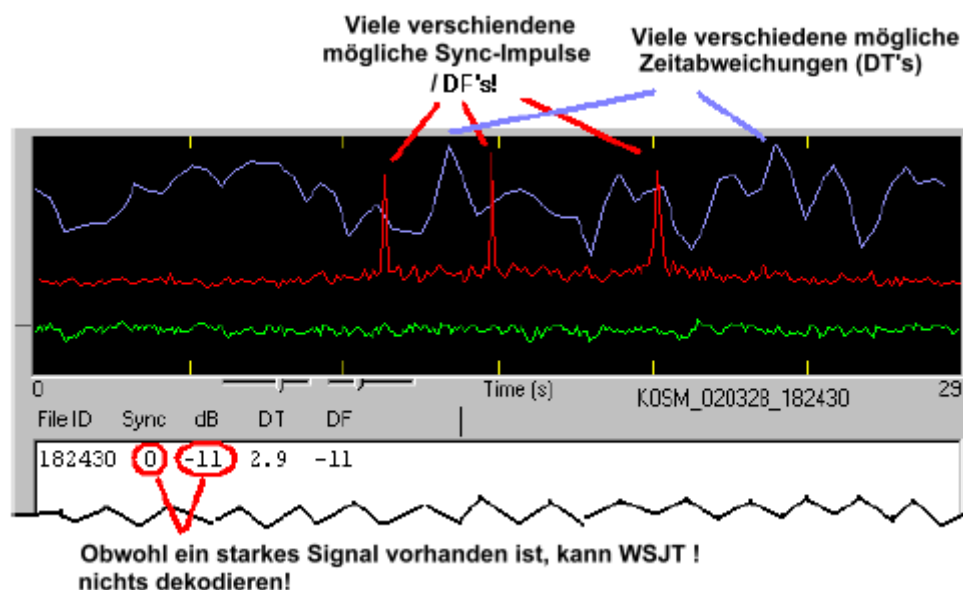
Neben der Möglichkeit den Durchschnitt aus mehreren Perioden zu errechnen, kann WSJT auch innerhalb einer Periode Durchschnittswerte berechnen. Es werden jew. drei zusätzliche Buchstaben rechts neben dem empfangenen Text angezeigt, welche den Durchschnitt der ungeraden Buchstaben (1,3,5..), der geraden Buchstaben (2,4,6..) sowie der letzten vier Buchstaben darstellen. Werden Texte mit sich wiederholenden Inhalten gesendet (siehe dazu auch „Standard QSO Format“ weiter unten), so kann durch diese Methode der Signal-/Rauschabstand um bis zu 6,8dB verbessert werden!



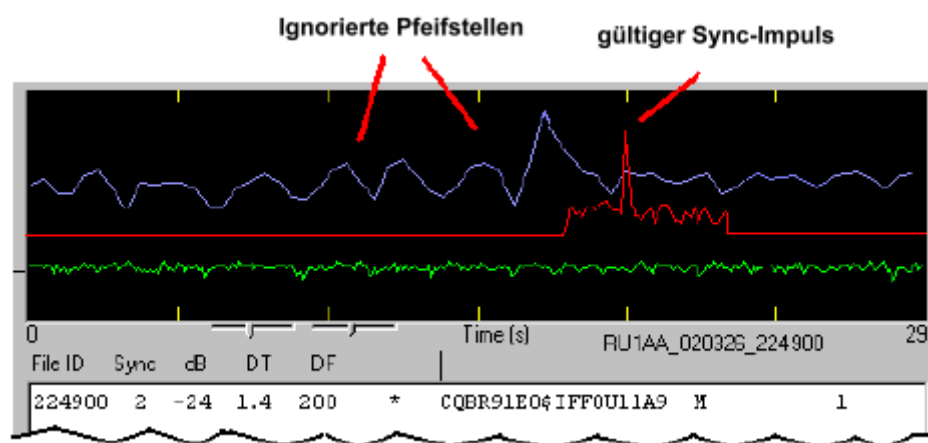
Pfeifstellen

Pfeifstellen sind HF-Signale mit sehr kleiner Leistung, die als stabiler oder wandernder Träger, gepulste Träger oder auch als ‚Rauschen‘ über einige kHz auftreten können. Die Quellen der Pfeifstellen sind vielfältig, angefangen bei Computern und deren Monitoren über Kaffeemaschinen bis hin zum eigenen Funkgerät. Bei der Wahl einer Sked-Frequenz sollte man diese zuerst sorgfältig nach Pfeifstellen absuchen.

Da JT44 die Durchschnittswerte der empfangenen Signale über einen langen Zeitraum bildet, kann es Pfeifstellen entdecken, die mit dem Ohr kaum oder gar nicht mehr wahrzunehmen sind. Eine mögliche Folge können mehrere Spitzenwerte auf der roten Linie in der Grafik sein, welche dazu führen können, dass Verwechslungen mit einem Sync-Signal auftreten. Auch wenn es meist möglich ist, vor dem QSO eine relativ freie Frequenz zu finden, kann es passieren, dass während des QSOs plötzlich eine neue Pfeifstelle innerhalb der Durchlasskurve des Empfängers auftaucht, die das QSO - wie in folgender Illustration gezeigt wird - empfindlich stören kann.



Wie man sieht, zeigt die rote Kurve Pfeifstellen bei $DF = -150$ und $DF = -11$, und ein echtes JT44-Signal (bzw. dessen Synchronisationston) bei $DF = +101$ Hz. Das Programm hat automatisch das stärkste Signal, $DF = -11$ zum dekodieren ausgewählt. Zudem hatte das Programm Probleme die richtige DT (Zeitdifferenz) des Signals zu errechnen, da eine Pfeifstelle mit leicht schwankender Amplitude, die Irrtümlich als Synchronisationssignal behandelt wird viele Ausschläge der blauen Kurve verursacht, während ein richtiges JT44-Signal lediglich einen Ausschlag erzeugen würde. Trotz der hohen Signalstärke konnte WSJT sich mit dem Signal (Pfeifstelle) nicht Synchronisieren (auch zu erkennen am Sync-Wert von 0) und somit keinen Text dekodieren.



Beim nächsten dekodieren der Empfangsperiode konzentriert sich WSJT dann auf einen kleinen Frequenzbereich um die vorher angeklickte Frequenz. Der Bereich kann durch den **Tol**-Parameter bestimmt werden. Der Effekt ist in der obenstehenden Grafik zu sehen. Es handelt sich hier um eine ähnliche Situation wie im vorhergehenden Screenshot, jedoch wird durch den **Freeze**-Befehl nur noch ein 100 Hz breites Fenster nach Signalen abgesucht. Der Sync-Wert ist nun auf 2 gestiegen, und Bruchstücke des gesendeten Texts sind schon lesbar: Ein CQ-Ruf via EME von RU1AA. Der **Tol**-Wert kann bis auf 25 Hz heruntergesetzt werden, jedoch sollte man bei EME-Verbindungen den Doppler-Shift bedenken, ferner gibt es Funkgeräte, deren Langzeit-Frequenzstabilität hierfür zu gering sein mag.

Standard QSO-Format

Beim JT44-Betrieb sind die Sende- und Empfangsperioden immer 30 Sekunden lang und beginnen jeweils zur ganzen oder halben Minute (z.B. 12:00:00 und 12:00:30 UTC). Eine Sendung beinhaltet immer 22 Zeichen, werden diese nicht ganz ausgenutzt, wird mit Leerzeichen aufgefüllt. Sollten mehr als 22 Zeichen in das Sendefeld eingegeben werden, wird ab dem 22. Zeichen abgeschnitten. Während der Sendung kann man nicht zwischen zwei der vorgefertigten Texte umschalten, jedoch kann man schon den Text für die nächste Sendung auswählen, und es ständig möglich Veränderungen an den Texten vorzunehmen (mit Ausnahme des Textes, der gerade gesendet wird).

WSJT bietet für den JT44-Betrieb zwei Standard-QSO-Formate. Beide Formate sind gleichberechtigt und zählen als gültiges QSO. Der Austausch der beiden Rufzeichen, eines Rapportes/Locators und einer Bestätigung ist zwar theoretisch in unendlich vielen verschiedenen Variationen möglich, jedoch erscheint es sinnvoll hier Standards einzuführen. Die beiden Standard-QSO-Formate können durch die ‚Checkbox‘ **EME Msgs** und anschließenden Druck auf **Generate Std Texts** erzeugt werden. Die Wiederholungen innerhalb der Texte 2, 3 und 4 sind mit Bedacht gewählt, da somit die Durchschnittsbildung innerhalb einer empfangenen Periode helfen kann, scheinbar unlesbare Texte zu lesen (s.o.).

Tropo/Ionoscatter: („EME Msgs“ nicht angekreuzt)

1. K0SM K1JT FN20
2. K0SM K1JT FN20 RRRRRRR
3. RRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRR
4. 7373737373737373737373
5. (leer, Benutzerdefiniert)
6. CQ K1JT CQ K1JT K1JT

EME: ("EME Msgs" checked)

-
1. K0SM K1JT K0SM K1JT
 2. K0SM K1JT 000000000000
 3. R0R0R0R0R0R0R0R0R0R0R0R0
 4. RRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRR
 5. 73737373737373737373737373
 6. CQ K1JT CQ K1JT K1JT

Praktische Betriebstipps

Der Schlüssel zum erfolgreichen JT44-Betrieb ist eine gute Synchronisation der Frequenz und der Zeit beider Stationen. Gehen Sie sicher, dass Ihr Funkgerät eine Frequenzgenauigkeit von mindestens ± 600 Hz aufweist, und stellen Sie ihre PC-Uhr so genau wie möglich ein, wenn möglich unter einer Sekunde.

Für Direktverbindungen liegt die maximale Zeitabweichung, die noch verwertbare Ergebnisse liefert bei ± 2 s. Geht die Uhr einer Station um 1,1s vor, die Uhr einer anderen Station um 1,1 s nach, so wird kein QSO mehr zustande kommen!

Im praktischen Betrieb sollte man DT-Werte im Bereich von ± 1 s erreichen. Da jedoch bei EME-Verbindungen noch eine zusätzliche Verzögerung von rund 2,5 s zustande kommt, und WSJT nur DT-Werte bis zu + 4.0 s akzeptiert, ist die sinkt hier maximale Zeitabweichung auf etwa 1,5 s (4s – 2,5 s). Bei EME QSOs ist deshalb ein DT-Wert von 1,7 bis 3,3 s anzustreben, wobei der absolute Grenzbereich bei 1 bis 4 s liegt.

Schaltflächen und Felder

Auto Period ON/OFF schaltet die 30-s-Perioden zum Senden und Empfangen an und aus. Während eines Skeds wechseln sich die QSO-Partner genau so ab, dass die Sendeperiode des ersten genau in der Empfangsperiode des zweiten liegt und umgekehrt. Falls Sie nur Empfangen wollen, können Sie den Sender mit **F3** oder unter **Setup | TX mute** deaktivieren.

Clear Avg. Durch klicken auf diese Schaltfläche wird der Text im kleineren Textfeld gelöscht, der die aus mehreren Empfangsperioden zusammengesetzten Nachrichten enthält. Dies ist sinnvoll, wenn die Gegenstation anfängt einen neuen Text zu senden, oder die bisherigen Ergebnisse in diesem Fenster keinen lesbaren Text ergeben haben.

Decode Again sorgt dafür, dass die letzte Empfangsperiode erneut dekodiert wird, was nach Änderungen an den Dekodier-Parametern oder **Clear Avg** sinnvoll sein kann.

Mit **Dsec** kann man – ohne die Windows-Zeit zu verändern – die von WSJT benutzte UTC-Zeit um einige Sekunden verändern. Die Anzahl der Sekunden, um die verschoben wird, ist unten rechts in der Statusleiste von WSJT ersichtlich.

Durch Ankreuzen von **EME Msgs** werden die Standardtexte, die aus dem CW-EME-Betrieb bekannt sind eingesetzt. Um diese auch in die Sende-Textfelder zu übernehmen muss noch die Schaltfläche **Generate Std Texts** angeklickt werden.

Erase löscht alle empfangenen Daten aus dem Text- und Grafikfeld, nur das kleine Textfeld bleibt erhalten.

Durch **Exclude** wird die letzte Empfangsperiode bei den Durchschnittsberechnungen nicht berücksichtigt. Dies ist sinnvoll, wenn die letzte Periode eindeutig falsch synchronisiert wurde.

Ist die Frequenz der Gegenstation (DF) eindeutig erkannt, kann man mit **Freeze** den Bereich, in dem während der nächsten Empfangsperioden nach dem JT44-Signal gesucht werden soll deutlich einschränken. Die gewünschte Frequenz wird zuerst mit der Mouse angeklickt, danach kreuzt man die **Freeze**-Checkbox an. Der Frequenzbereich, der im folgenden berücksichtigt wird, kann mit **Tol** in HZ eingestellt werden.

Durch Klick auf **Generate Std Texts** werden die Sendetext-Felder anhand der unter **My call, To Radio** eingegebenen Rufzeichen neu belegt. Das Textformat ist von der **EME Msgs**-Checkbox abhängig (s.o.). Zudem wird auch für die nächste Sendung erste Sendetext wieder als Standard gesetzt und der **Tol**-Wert auf 200 Hz eingestellt.

Include sorgt dafür, dass die letzte Empfangsperiode (sofern Sie weniger als 30 dB unter dem Rauschen liegt) bei den Berechnungen der ‚Durchschnitts-Texte‘ berücksichtigt wird, auch wenn die Qualität der Synchronisation (Sync) unter dem im Parameter **S** festgelegten Wert liegt.

Klickt man auf **Lookup**, durchsucht WSJT die Datenbank nach dem in **To Radio** angegebene Rufzeichen, und aktualisiert ggf. den Locator. Zudem werden Azimuth und Elevation berechnet.

Durch einen Klick auf den **Play**-Button gibt WSJT die gesamte letzte Periode durch die Soundkarte wieder aus.

Reset Defaults setzt die Parameter **S** und **Tol** wieder auf ihre Standardwerte.

Der Parameter **S** gibt an, welchen Wert **Sync** (= Qualität) wenigstens haben muss, damit eine Empfangsperiode dekodiert wird. Man sollte diesen Wert nicht zu hoch setzen, da dann keine schwachen, aber evtl. trotzdem noch verwertbaren Texte mehr dekodiert werden. Standardmäßig ist dieser Wert auf 2, bei besonders schwachen Signalen ist jedoch eine Reduzierung auf 1 sinnvoll.

Die **Save Last**-Schaltfläche bewirkt, dass die letzte Empfangsperiode dauerhaft auf der Festplatte gespeichert wird. (Siehe auch **Save | Save all** im Menü.)

Die Schaltfläche **Standard/Custom Texts** schaltet zwischen den oben schon angesprochenen Standard-QSO-Texten und Benutzerdefinierten Sendetexten um. Die Standardtexte können für normale JT44-QSOs benutzt, während die **Custom Texts** z.B. für Kontest-Nummern, den Namen etc. benutzt werden können. Die Benutzerdefinierten Texte bleiben auch nach dem Beenden des Programms gespeichert.

Stop hält die derzeit laufende Empfangsperiode an. (Ähnlich der Stop-Taste an einem Kassettenrecorder.)

Tol stellt die maximal von WSJT akzeptierte Frequenzabweichung ein, während die **Freeze**-Funktion aktiviert ist. Sobald das Signal einer Gegenstation einwandfrei erkannt ist, kann man durch einen Rechtsklick auf den entsprechenden Ausschlag der roten Linie (s.o.) und die **Freeze**-Funktion verhindern, dass Signale außerhalb dieses Toleranzbereiches dekodiert werden, und somit Empfangs-Fehler verringern.

Tol ist zwischen 25 Hz und 200 Hz einstellbar.

Wird die Checkbox **TX First** aktiviert, so legt WSJT die Sendeperioden auf die ersten 30 s einer Minute, und die Empfangsperioden auf die folgenden 30 s. Sonst ist es genau umgekehrt. Wenn Ihr Sked-Partner in der ersten Periode sendet, sollte **TX First** also deaktiviert sein, da es schwierig ist, ein QSO zu führen, wenn beide Stationen zur gleichen Zeit senden ...

TX Stop unterbricht die aktuelle Sendung, jedoch wird in der nächsten Sendeperiode wieder gesendet. Um auch weiterhin nicht zu senden, muss **Auto Period** auf **Off** geschaltet werden. Eine gestoppte Sendung kann man nicht wieder aufnehmen. Wenn es sich nur um einen Irrtum handelte, müssen Sie bis zur nächsten Sendeperiode warten...

Textfelder

Durchschnittstext-Feld. Dieses kleine weiße Textfeld enthält den Text, der aus Durchschnittsberechnungen der vorhergehenden Empfangsperioden errechnet wurde. Es wird zusätzlich die Zeit der letzten benutzten Empfangsperiode, die Anzahl der verwendeten Empfangsperioden sowie die Zahl der Empfangsperioden insgesamt angezeigt.

Das **Decoded Text**-Feld befindet sich etwa in der Mitte des WSJT-Fensters. Jede Zeile ist das Ergebnis einer Empfangsperiode. Die einzelnen Spalten enthalten: Die Anfangszeit der Empfangsperiode, den Sync-Wert, die relative Signalstärke in dB, die Frequenzverschiebung, die Zeitverschiebung und schließlich den dekodierten Text. Hinter dem dekodierten Text können noch die Durchschnittswerte der graden (2,4,6, ...) und ungraden (1,3,5,7,...) Zeichen sowie der letzten vier Zeichen erscheinen (s.o.).

Innerhalb dieses Textfeldes kann man keine Veränderungen vornehmen, jedoch ist es möglich den Text zu markieren und mit Strg+C in die Zwischenablage zu kopieren, um ihn dann mittels Strg+V in einem anderen Programm (Notepad etc.) wieder einzufügen.

Grid. Hier kann der QTH-Locator der Gegenstation eingegeben werden, damit Beamrichtung und Entfernung errechnet werden können. Falls die unter **To Radio** eingetragene Gegenstation in der Datenbank (CALLSIGN.TXT) enthalten ist, kann das **Grid**-Feld auch durch einen Klick auf **Lookup** aktualisiert werden. Sind vom Locator nur die ersten vier Stellen bekannt, so kann man diese gefolgt von einem Leerzeichen eingeben, und WSJT errechnet so gut wie möglich die Beamrichtung/Entfernung.

Status Bar. Die Statusleiste am unteren Fensterrand von WSJT zeigt verschiedene Daten und Parameter an, wie z.B. den aktuellen Dateinamen, die Position in der Datei, den RX-NF-Pegel, sowie die Dekodier-Parameter.

Im **To radio**-Feld sollte man das Rufzeichen der Gegenstation eintragen. Die Dateinamen der aufgenommenen Empfangsperioden werden neben der Zeit auch nach dem Call der Gegenstation benannt.

Menüs

File |

Open Öffnet eine zuvor aufgenommene WAV-Datei, um sie erneut zu dekodieren. Es können nur Dateien, die mit einer Samplerate von 11025 Hz und in 8-bit Mono aufgenommen sind verarbeitet werden.

Delete files in RxWav löscht alle im RxWav-Unterverzeichnis gespeicherten WAV-Dateien. Um versehentliches Löschen zu verhindern, wird Sicherheitshalber vor dem Löschen nochmals nachgefragt.

Save text in file DECODED.CUM speichert alle empfangenen Texte in der Datei DECODED.CUM im WSJT-Verzeichnis. Sind bereits Daten in dieser Datei enthalten, werden die neuen Daten hinten angehängen.

Delete file DECODED.CUM löscht die oben genannte Datei wieder.

Setup |

Options

My call. Hier tragen Sie ihr eigenes Rufzeichen ein.

Grid locator. Hier tragen Sie ihren 6-Stelligen QTH-Locator ein.

UTC offset. Sollte ihre PC-Uhr nicht der UTC-Zeit entsprechen, geben Sie hier die Verschiebung zwischen UTC und Lokalzeit in Stunden an. Befinden Sie sich östl. von Greenwich, so muss der Wert negativ sein.

RX delay erzwingt eine bestimmte Mindestzeit zwischen dem Ende einer Sendung und der Wiederaufnahme des Empfangs. Hiermit sollen Schäden durch kurzzeitig undefinierte Zustände und Spannungsspitzen verhindert werden.

The screenshot shows a window titled 'Options' with a blue title bar. It contains two main sections: 'Station Parameters' and 'FSK441 message formats'.

Station Parameters:

- My call:** DJ1YFK
- Grid locator:** JO32qg
- UTC offset (h):** 0
- RX delay (s):** 0.7
- TX delay (s):** 0.2
- ID Interval (m):** 0
- FSK441 amplitudes:**
 - A: 1.000
 - B: 1.000
 - C: 1.000
 - D: 1.000

Min 0.000
Max 1.000
- Com Port:** 2
Change on Setup menu
- Audio Output:**
 - ☐ Left
 - ☐ Right
 - ☒ Both

FSK441 message formats:

- Buttons: NA defaults, EU defaults, NA
- TX 1:** %T %M <
- TX 2:** %T %R %M %R %R <
- TX 3:** R %R <
- TX 4:** RRR <
- TX 5:** 73 <
- TX 6:** CQ %M <
- Legend:**
 - %M - My Call
 - %T - To Radio
 - %R - Report
 - Everything else sent as is.
- Freq MHz:** 144

TX delay erzwingt eine Verzögerung zwischen dem durchschalten der PTT-Leitung und dem ersten Ton der ausgesendet wird. Somit wird das Schalten unter Last verhindert, was die Antennenrelais schont, und Vorverstärker vor zu viel HF schützt...

ID Interval legt fest, in welchen Abständen das eigene Rufzeichen in SSB oder CW beim FSK44-Betrieb gesendet werden soll. Dazu muss die Sound-Datei ID.WAV im WSJT-Verzeichnis enthalten sein, welche das Rufzeichen entweder als CW-Ton (am besten um 440 Hz) oder auch ‚gesprochen‘ enthält. Setzt man den Wert auf 0, wird das eigene Rufzeichen nicht gesendet. Im JT44-Betrieb ist diese Funktion automatisch abgeschaltet.

NA/EU Defaults. Mit diesen Schaltflächen kann man wählen, ob die QSO-Texte, die durch **Generate Standard Texts** entstehen dem NA oder EU-Standard entsprechen. Auch diese Textkan kann man hier noch verändern, um z.B. ein /P an das Rufzeichen anzuhängen etc.

FSK441 Amplitudes. Diese Werte geben die relativen Amplituden der vier FSK441-Töne zueinander an. Siehe dazu auch **TX NF Pegel** weiter oben. Eine Pegelanpassung in JT44 ist derzeit noch nicht implementiert.

Audio output. Hier kann man wählen, ob der rechte, der linke oder beide Kanäle der Soundkarte das TX-Signal ausgeben sollen.

Freq MHz. Hier wird die Betriebsfrequenz in MHz angegeben, um korrekte Dopplershift-Berechnungen sowie Temperatur-Angaben für den JT44-EME-Betrieb zu erhalten.

Set COM port ermöglicht es einen beliebigen COM-Port für die Sende- / Empfangsumschaltung einzusetzen. Soll die Umschaltung per VOX erfolgen, kann hier „0“ eingegeben werden.

DTR, RTS. Sind die Bezeichnungen für zwei Ausgänge der seriellen Schnittstelle. Für die Sende- / Empfangsumschaltung können Sie hier wählen, welcher Ausgang benutzt werden soll. Eine Bauanleitung für ein simples Interface gibt es im Internet unter www.qsl.net/k0sm/interface.gif.

Adjust RX/TX Volume controls. Hiermit wird der Window-Soundmischer aufgerufen, um den TX-Pegel oder die Eingangsempfindlichkeit der Soundkarte zu verändern.

Alternate graphical pointer. Der Mauszeiger wird beim FSK441-Betrieb zu einem Kreuz, sobald er über die Zeichenfläche (Wasserfalldisplay etc.) bewegt wird. Klickt man auf **Alternate graphical pointer**, so verändert sich der Zeiger nicht.

Mode |

WSJT bietet derzeit zwei Übertragungsmodi, FSK441 und JT44, zwischen denen man in diesem Menü (oder auch alternativ mit **F7** und **F8**) umschalten kann. Ein geplanter Modus zum untersuchen eigener EME-Echos ist in WSJT Version 2.00 noch nicht eingebaut.

Save |

Save All. Ist Save-All aktiviert (Haken vor Save-All), so werden alle Empfangsperioden im Unterverzeichnis RxWav gespeichert.

Help |

Durch Aufruf von **Help** gelangt man zu einem Hinweise **diese** Bedienungsanleitung zu lesen.

About WSJT zeigt eine kurze Beschreibung des Programms und deren Version sowie Copyright-Informationen.

Anhang: Spezifikationen der Übertragungsprotokolle

FSK441

FSK441 benutzt sequentiell vier verschiedene Tonfrequenzen (es wird immer nur ein Ton zu einer Zeit gesendet) mit einer Geschwindigkeit von 441 Baud. Die Frequenzen der NF-Töne sind 882, 1323, 1764, und 2205 Hz. Jedes kodierte Zeichen benötigt drei Töne, was zu einer benötigten Zeit von $3/441$ s (in etwa 2,3 ms) pro Zeichen führt. FSK441 benutzt ein aus 43 verschiedenen Zeichen bestehendes Alphabet, welches auch die von Robert Larkin, W7PUA entwickelte Betriebsart PUA43 benutzt. Die Zuordnungen der Zeichen ist aus der untenstehenden Tabelle ersichtlich. Die vier Töne von 882 Hz bis 2205 Hz wurden in aufsteigender Reihenfolge mit 0 – 3 bezeichnet. Der Buchstabe „T“ beispielsweise wird durch die Tonfolge 1764 Hz, 1323 Hz und 882 Hz dargestellt.

Ein Leerzeichen wird als 003 gesendet, und es gibt keine Zeichen, die mit Ton 3 beginnen. Folglich kann jede beliebige Sequenz, die wenigstens ein Leerzeichen enthält eindeutig synchronisiert werden. Dies ist einer der ‚Schlüssel‘ zum Erfolg von FSK441 für effizienten MS-Betrieb.

FSK441 Zeichenkodierung

1	001	H	120
2	002	I	121
3	003	J	122
4	010	K	123
5	011	L	130
6	012	M	131
7	013	N	132
8	020	O	133
9	021	P	200
.	022	Q	201
,	023	R	202
?	030	S	203
/	031	T	210
#	032	U	211
space	033	V	212
\$	100	W	213
A	101	X	220
B	102	Y	221
C	103	Ø	223
D	110	E	230
F	112	Z	231
G	113		

Die vier möglichen Zeichen, die komplett aus einem Ton bestehen (000, 111, 222 und 333) sind für besondere, immer wiederkehrende Nachrichten reserviert. Beim senden dieser Zeichen wird effektiv ein purer Sinuston ausgesendet, wodurch es sowohl für das menschliche Ohr als auch für die Software einfacher zu erkennen ist. Derzeit sind die Voreinstellungen dieser vier Nachrichten respektiv „R26“, „R27“, „RRR“ und „73“.

JT44

JT44 ist ein 44-Ton-Übertragungsverfahren mit einer Geschwindigkeit von $11025/2048 \approx 5.38$ Baud. Eine gesendete Nachricht besteht immer aus 135 Intervallen mit einer Dauer von 2048 Audio-Samples (Die Soundkarte nimmt während eines Intervalls 2048 Werte auf). 69 dieser Impulse dienen zur Synchronisierung und liegen auf $118 \cdot 11025/1024 \approx 1270.5$ Hz. Die übrigen 66 Intervalle beinhalten die 22-Zeichen-Nachricht, welche dreifach wiederholt wird. Jedes Zeichen wird durch einen Ton der Frequenz $11025 \cdot (N+121)/1024$ dargestellt, wobei N eine Ganzzahl zwischen 0 und 42 ist. Das Alphabet umfasst die Ziffern 0 – 9, die Buchstaben A-Z und die Zeichen .,/#?\$ sowie das Leerzeichen.

Die Betriebsart JT44 erfordert eine zeitliche Synchronisation zwischen Sender und Empfänger. Die Sende- und Empfangsperioden sind je 30 Sekunden lang, und starten jew. zur vollen Minute und zur dreißigsten Sekunde einer Minute, Referenz ist UTC. Die tatsächliche Sendung beginnt eine Sekunde nach Beginn des Intervalls und dauert $135 \cdot 2048$ Samples (=kleinstes Zeitintervall, dass von der Soundkarte verarbeitet werden kann, abh. von der Samplerate) bei einer Samplerate von 11025 Hz, was 25,08 s entspricht. Die letzten 3,92 Sekunden einer Sendeperiode (abzüglich der Zeit, die zur Sende/Empfangsumschaltung benötigt wird) werden zukünftig für eine Rufzeichnennennung in CW benutzt (noch nicht in WSJT 2.00 implementiert). Zudem wird diese Zeit genutzt, um die EME-Verzögerung von rund 2,5 Sekunden und/oder Ungenauigkeiten der PC-Uhren tolerieren zu können.

Die 69 Synchronisierungsimpulse und die 66 Zeichen-Intervalle sind so auf die zur Verfügung stehende Zeit verteilt, so dass die Sync-Frequenz ein scheinbar zufälliges Muster erzeugt, welches jedoch bei genauerer Betrachtung die wünschenswerte Eigenschaft hat, dass man anhand dessen die Position innerhalb einer Sendung errechnen kann, auch wenn nur Bruchstücke empfangen werden. Durch Auswerten dieses Musters kann WSJT sich also Signalen anpassen, die eine relativ hohe Frequenz- (bis zu ± 600 Hz) und Zeitverschiebung (von -2 bis 4 s) haben. Die maximale Zeitverschiebung wurde aufgrund der EME-Zeitverzögerung asymmetrisch gewählt.

Die folgende Tabelle zeigt die Zuordnungen der Zeichen zu den Frequenzen:

Nr.	Zeichen	Frequenz
	<sync>	1270.5
0	0	1302.8
1	1	1313.5
2	2	1324.3
3	3	1335.1
4	4	1345.8
5	5	1356.6
6	6	1367.4
7	7	1378.1
8	8	1388.9
9	9	1399.7
10	.	1410.4
11	,	1421.2
12		1432.0
13	/	1442.7
14	#	1453.5
15	?	1464.3
16	\$	1475.0
17	A	1485.8
18	B	1496.6
19	C	1507.3
20	D	1518.1
21	E	1528.9
22	F	1539.6
23	G	1550.4
24	H	1561.2
25	I	1571.9
26	J	1582.7
27	K	1593.5
28	L	1604.2
29	M	1615.0
30	N	1625.8
31	O	1636.5
32	P	1647.3
33	Q	1658.1
34	R	1668.8
35	S	1679.6
36	T	1690.4
37	U	1701.1
38	V	1711.9
39	W	1722.7
40	X	1733.4
41	Y	1744.2
42	Z	1755.0

Das pseudo-‘Zufallsmuster’ des Sync-Signals, anhand dessen man die aktuelle Position innerhalb einer Sendung errechnen kann, stellt sich wie folgt dar. Eine „1“ steht hier für einen Sync-Intervall, eine „0“ für ein gesendetes Zeichen.

Intervall # 1 = Sync-Signal, 0 = Zeichen

1-20:	1, 1, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0,
21-40:	1, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 1,
41-60:	1, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0,
61-80:	0, 0, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 0,
81-100:	1, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0,
101-120:	1, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0,
121-135:	1, 1, 1, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 0

Die folgende Tabelle vergleicht die Signalstärken der minimal aufnehmbaren Signale in CW und JT44, einmal bei 50 Hz und 2500 Hz Bandbreite. 50 Hz entspricht dabei der Bandbreite für CW-Empfang, 2500 Hz für JT44-Empfang. Die in WSJT gemachten Angaben zur Signalstärke beziehen sich allesamt auf 2500 Hz!

Der Unterschied zwischen den beiden Werten beträgt $10 \cdot \log(2500/50) = 17,0 \text{ dB}$.

Art des Signals	S/N in 50 Hz Bandwidth (dB)	Reported WSJT level (dB)
Schwächstes hörbares CW-Signal	+6.0	-11.0
Beliebige JT44-Nachricht	-6.1	-23.1
Dto, nach 4 Durchschnittsberechnungen	-9.1	-26.1
JT44 RORORORORORORORORORORORORO-Nachricht	-11.3	-28.3
JT44 RRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRR-Nachricht	-12.8	-29.8
JT44 Grenze zur Synchronisation	-12.9	-29.9

Die Durchschnittsberechnungen gehen davon aus, dass die Signalstärke über die gesamte Zeit relativ konstant bleibt. Starkes QSB über mehrere Minuten oder gar schneller verringern sich die Vorteile von JT44 gegenüber CW ein wenig, da ein guter CW OP die ‚Spitzen‘ des QSB aufnehmen wird.