

Übersetzung der Datei WSPR_mode.pdf (Bestandteil des WSJT7-Pakets) (Quelle : http://www.physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/WSPR_mode.pdf)

Sendeart WSPR unter WSJT7 verwenden

Joe Taylor. K1JT

Schnellstart

Wenn Sie schon mit WSJT und seiner Sendeart JT65 vertraut sind, gebe ich hier einen konzentrierten Überblick über die betriebstechnischen Unterschiede zwischen einem WSPR-QSO und einem QSO unter JT65:

- WSPR verwendet 2-Minuten-Folgen für Senden bzw. Empfang anstatt von einer Minute bei JT65
- Die strukturierten Nachrichten unterscheiden sich geringfügig. In spitze Klammern <...> eingeschlossene Rufzeichen werden als Hash-Code (s.u.) gesendet. Die Signalrapporte laufen von S1 und S9 und werden einer Tabelle entnommen. S1 steht für den von WSJT ausgegebenen S/N-Wert von -30 dB, S2 entspricht -27 dB bis S9, das -6dB und mehr entspricht. Es wird eine Auswahl aus vorgefertigten (canned) oder teilweise vorgefertigten (partly canned) Nachrichten zur Verfügung gestellt. Nachrichten aus freiem Text sind auf 8 Zeichen beschränkt (siehe Tabelle 1).
- Wenn Sie einen rechten Klick das zur Taste Tx6 gehörende Textfeld machen, öffnet sich eine Liste mit Vorlagen für spezielle Nachrichten. Klicken Sie auf die gewünschte Nachricht und editieren Sie sie in dem Fenster oberhalb der Liste. Ersetzen Sie das jeweils kleingeschriebene Wort durch das gewünschte Wort oder eine Zahl. Wenn Sie Shift+F2 auf der Tastatur drücken bekommen Sie eine Auswahl an erlaubten und möglichen Begriffen angezeigt. Mit einem Klick auf OK wird der Text in die Taste Tx6 übernommen. Verwenden Sie NUR die erlaubten Worte und Kombinationen!
- Wie unter JT65 übernehmen Sie aus dem empfangenen Text ein Rufzeichen mit einem Doppelklick und das Fenster „To Radio“ und erzeugen einen Standardtext mit dem Rapport, der aus der Feldstärkeangabe für das empfangene Signal gewonnen wird. Der gleiche Ablauf erfolgt bei einem doppelten Rechtsklick auf ein Rufzeichen, zusätzlich wird aber die Ablaufsteuerung mit „AUTO“ eingeschaltet.

Lesen bitte auch noch den Rest dieses Dokuments und machen Sie QSOs in der Sendeart WSPR. Bitte senden Sie Ihre Kommentare und Vorschläge an k1jt@arrl.net.

Hintergrund

Die Sendeart WSPR wurde im März 2008 geschaffen. Der Name wird wie „whisper“ (Geflüster) ausgesprochen, ein Name, der auf die Sendeart, die für extrem schwache Signale geschaffen wurde, zuzutreffen scheint. Der offizielle Name ist „**Weak Signal Propagation Reporter**“, auf deutsch „Berichterstatter für die Ausbreitung von schwachen Signalen“ und wird sowohl für das Protokoll als auch das Computerprogramm für dieses Protokoll verwendet. Das Protokoll wurde primär für baken-ähnliche Signale von QRP-Sendern im LW-, MW- und KW-Bereichen entwickelt, kann aber auch für QSOs mit sehr schwachen Signalen verwendet werden.

WSPR verwendet strukturierte Nachrichten mit einem hohen Kompressionsgrad, einer strengen Vorwärtsfehler-Korrektur (FEC), einem eingebetteten Synchronvektor, um eine genaue Zeit- und Frequenz-Abstimmung zwischen Sender und Empfänger zu erreichen, und eine 4-Ton-Frequenzumtastung mit 1,46 Baud. Ein Sendedurchgang dauert knapp zwei Minuten. Die vom Signal belegte Bandbreite beträgt etwa 6 Hz, dadurch belegt das Signal nur 1/60 der Bandbreite eines JT65B-Signals oder 1/4 der Bandbreite eines 20 WpM-CW-Signals. Dutzende von WSPR-Signale passen in einen Bereich von 100 Hz ohne sich zu stören. Der Screenshot auf der nächsten Seite zeigt das von WSPR benutzte Segment im 30m-Band.

Das WSPR-Programm sendet während eines bestimmten Teils der zur Verfügung stehenden 2-Minuten-Schlitze und empfängt während des Restes der Zeit, eine typische Einstellung ist eine

„transmitting percentage“ (Sende-Prozentzahl) von 25%. (DM3ML: Dann sendet WSPR alle 8 min für 2 min). Die Nachricht besteht aus Rufzeichen, WW-Lokator und verwendeter Sendeleistung in dBm. Die meisten Stationen verwenden Sendeleistungen zwischen 100 mW (20 dBm) und 5 W (37 dBm). Wie Sie aus dem Bildschirmfoto unten sehen können, dekodiert WSPR Signale mit einem Signal-zu-Stör-Verhältnis von bis zu -29 dB bezogen auf eine Standardbandbreite von 2500 Hz (SSB-Kanal). Wie unter JT65 sorgt eine starke Vorwärtsfehlerkorrektur (FEC) dafür, dass ein Signal entweder vollständig und ‚wie gesendet‘ oder gar nicht dekodiert wird.

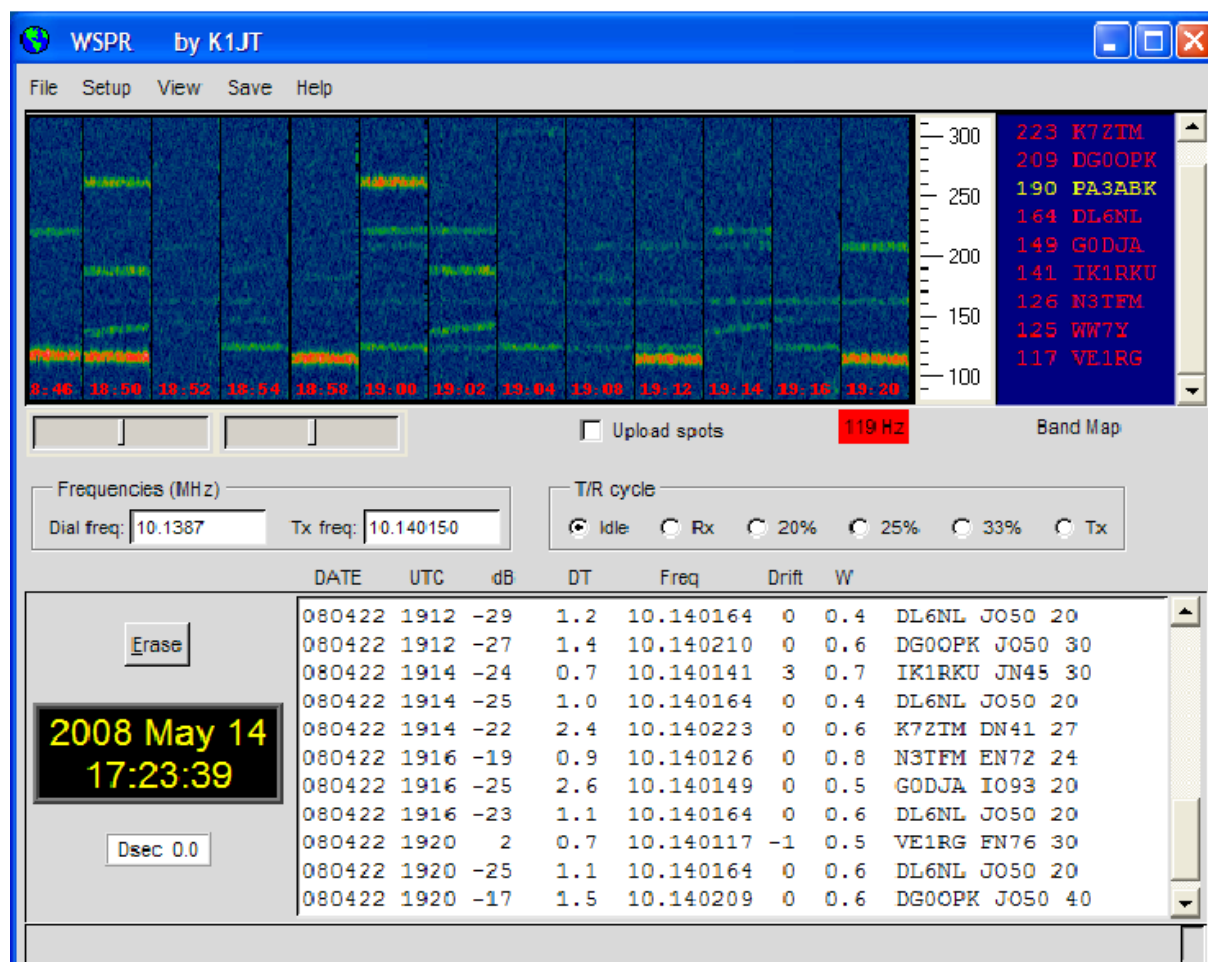


Bild 1: Mitschnitt von Bakensendungen mit WSPR

WSPR unter WSJT

Das WSJT-Protokoll wurde jetzt um einige Nachrichtentypen erweitert, die für 2-Weg-Verbindungen genutzt werden können. Möglichkeiten für solche QSOs wurde in des Programmpaket WSJT7 eingebaut. Diese neuen Nachrichtentypen können Sie der Tabelle 1 entnehmen, die die Möglichkeiten und Beispiele dafür wiedergibt. Alle in Großbuchstaben geschriebenen Zeichenketten erscheinen so wie in der Tabelle. Alle in Kleinbuchstaben geschriebenen Zeichenketten können durch eigene Daten ersetzt werden, z.B. call=K1JT, grid=FN20, rpt=S1 bis S9, name=VICTORIA, wx=SNOW, freetext=CUL JACK und so weiter.

Die Rufzeichen in den WSPR-Nachrichten werden entweder voll kodiert oder als hash-kodierte Rufzeichen gesendet. Rufzeichen, die in Hash-Code gesendet werden, sind in spitze Klammern <...> eingeschlossen und erscheinen so sowohl in den gesendeten als auch in den empfangenen Nachrichten. Da die Hash-Kodierung eine Viel-zu-Eins-Abbildung ist, ist der Prozess nicht umkehrbar. Wenn aber ein vollständig gesendetes Rufzeichen aus einer früheren Sendung dekodiert wurde, dann nimmt der Dekoder an, dass ein empfangenes hash-kodiertes Rufzeichen mit diesem Rufzeichen übereinstimmt. Die Chancen auf eine fehlerhafte Dekodierung innerhalb eine 15-Bit-Hash-Kodes sind sehr gering, vor allem innerhalb eines bestimmten QSOs.

Tabelle 1: Beispiele für Templates (Vorlagen) und realisierte Nachrichten (Example of usage)

<u>Template</u>	<u>Example of usage</u>
CQ call grid	CQ K1JT FN20
CQ p/call	CQ PJ4/K1JT
<call1> call2	<K1JT> W6CQZ
DE call grid	DE W6CQZ CM87
DE p/call	DE PJ4/K1JT
call1 <call2> rpt	W6CQZ <K1JT> S4
QRZ call	QRZ K1JT
p/call rpt	PJ4/W6CQZ S4
call1 <call2> R rpt	K1JT <W6CQZ> R S3
p/call R rpt	PJ4/K1JT R S3
<call1> call2 RRR	<W6CQZ> K1JT RRR
call1 <call2> RRR	W6CQZ <K1JT> RRR
DE p/call RRR	DE PJ4/K1JT RRR
73 DE call grid	73 DE W6CQZ CM87
73 DE p/call	73 DE PJ4/K1JT
TNX name 73 GL	TNX VICTORIA 73 GL
OP name 73 GL	OP HARRY 73 GL
pwr W DIPOLE	5 W DIPOLE
pwr W VERTICAL	10 W VERTICAL
pwr W gain DBD	1 W 0 DBD
pwr W gain DBD 73 GL	1500 W 21 DBD 73 GL
PSE QSY freq KHZ	PSE QSY 1811 KHZ
WX wx temp F/C wind	WX SNOW -5 C CALM
freetext	CUL JACK

Ein Minimal-QSO (DM3ML: entsprechend der Regeln für Meteorscatter und EME) kann so aussehen :

1. CQ K1JT FN20
2. <K1JT> W6CQZ
3. W6CQZ <K1JT> S4
4. K1JT <W6CQZ> R S3
5. <W6CQZ> K1JT RRR
6. TNX JOE 73 GL

Eine dritte Station, die das QSO von Anfang an mitschreibt, sieht die Texte beider Stationen genauso wie die Stationen selbst. Nur wenn sich die dritte Station erst in der Mitte des QSOs einschaltet, kann sie Schwierigkeiten mit den hash-kodierten Rufzeichen bekommen und z.B. die Ausschrift

W6CQZ <...> S4

anstelle beider Rufzeichen auf den Bildschirm bekommen. Sie muss dann einige Zeit auf der Frequenz bleiben, um das fehlende Rufzeichen zu empfangen. Für die beiden Partner des QSOs gibt es dieses Problem nicht, da die benötigten Rufzeichen voll kodiert empfangen worden sind, bevor sie später verkürzt und hash-kodiert gesendet werden.

Die Signalrapporte werden aus dem protokollierten Signal/Rausch-Verhältnis abgeleitet. S1 steht für -30dB, S2 für -27dB, S3 für -24dB bis zu S9=-6dB. Hörbar werden die Signale etwa ab S5 bis S6.

Der Platzhalter **p/** steht für ein zusätzliches Prefix oder Suffix wie ZB2/DF2ZC oder DH7FB/p. Diese Zusatzinformation nimmt den sonst für den WW-Lokator verwendeten oder ein im Hash-Kode gesendetes Rufzeichen ein.

Die in Kleinbuchstaben geschriebenen Zeichenketten **pwr**, **gain**, **temp** und **freq** stehen für Zahlen. Eine 2m-EME-Station kann z.B. senden :

1500 W 21 DBD

d.h. sie sendet mit 1,5 kW an einer Antenne mit 21 dB Gewinn. Eine QRP-Station hingegen sendet z.B.

1 W 0 DBD oder 5 W DIPOLE

Will einer der QSO-Partner seinen Gegenüber auf 80m oder 160m schicken, sendet er z.B.

PSE QSY 1811 KHZ

Für Wetterberichte stehen für **wx** die Zeichenketten **CLEAR**, **CLOUDY**, **RAIN** oder **SNOW** zur Verfügung. Der Platzhalter **temp** kann durch Angaben wie **76 F** oder **-5 C** ersetzt werden, für **wind** kann **CALM**, **BREEZES** oder **WINDY** verwendet werden. Namen können bis zu neun Buchstaben lang sein, der Freitext (**freetext**) kann jede Kombination von maximal acht Zeichen enthalten. Erlaubt sind Buchstaben, Ziffern, Leerzeichen und **+ . / ?**

Die Zwischenräume sind im WSPR-Protokoll für die vorgefertigten (canned) oder teilvorgefertigten (partly canned) Nachrichten im unteren Teil der Tabelle 1 reserviert, nachdem einige Erfahrungen beim QSO-Betrieb gewonnen wurden.

Protokoll-Spezifikationen

Tabelle 2 : Basisangaben zu WSPR und JT65

	WSPR	JT65
Nachrichtenlänge in Bits	50	72
FEC (Vorwärtsfehlerkorrektur)	Faltcode, K=32 r=1/2	RS (63,12)
Kanalsymbole	162	126
Synchronvektor (Bits)	162	126
Modulation	4-FSK	65-FSK
Tastgeschwindigkeit in Baud	1,46	2,69
Länge eines Tones in s	0.6827	0,372
Länge einer Sendung in s	110,6	46,8
Belegte Bandbreite in Hz	5,9	355

Die Tabelle 2 enthält die Basisangaben von WSPR zum Vergleich mit JT65. WSPR kann pro Sendung 50 Bit übertragen. Die meisten Sendungen verwenden 28 Bit für das vollkodierte Rufzeichen und 15 Bit für das hash-kodierte zweite Rufzeichen oder den WW-Lokator. Die übrigen 7 Bit werden für den Rapport, die Bestätigung, die Leistungsangabe oder für spezielle Nachrichten verwendet. Bei speziellen Nachrichten werden die ersten 43 Bits für den bestimmten Zweck genommen. Das WSPR-Protokoll arbeitet mit einer kontinuierlichen Phasenumtastung von 4 Tönen mit einem Abstand und einer Tastrate von $12000/8192=1,46$ Hz. Jede Sendung enthält $(50+K-1)*2=162$ Kanalsymbole und jedes Symbol überträgt ein Datenbit (MSB) und ein Synchronbit (LSB). Die Übertragung dauert $162*8192/12000=110,6$ s.

Bild 2

zeigt ein QSO mit WSPR unter WSJT7. Bitte beachten Sie das extrem schmale Signal im Wasserfall. Das angezeigte Signal liegt etwa 10 dB unter der Hörschwelle

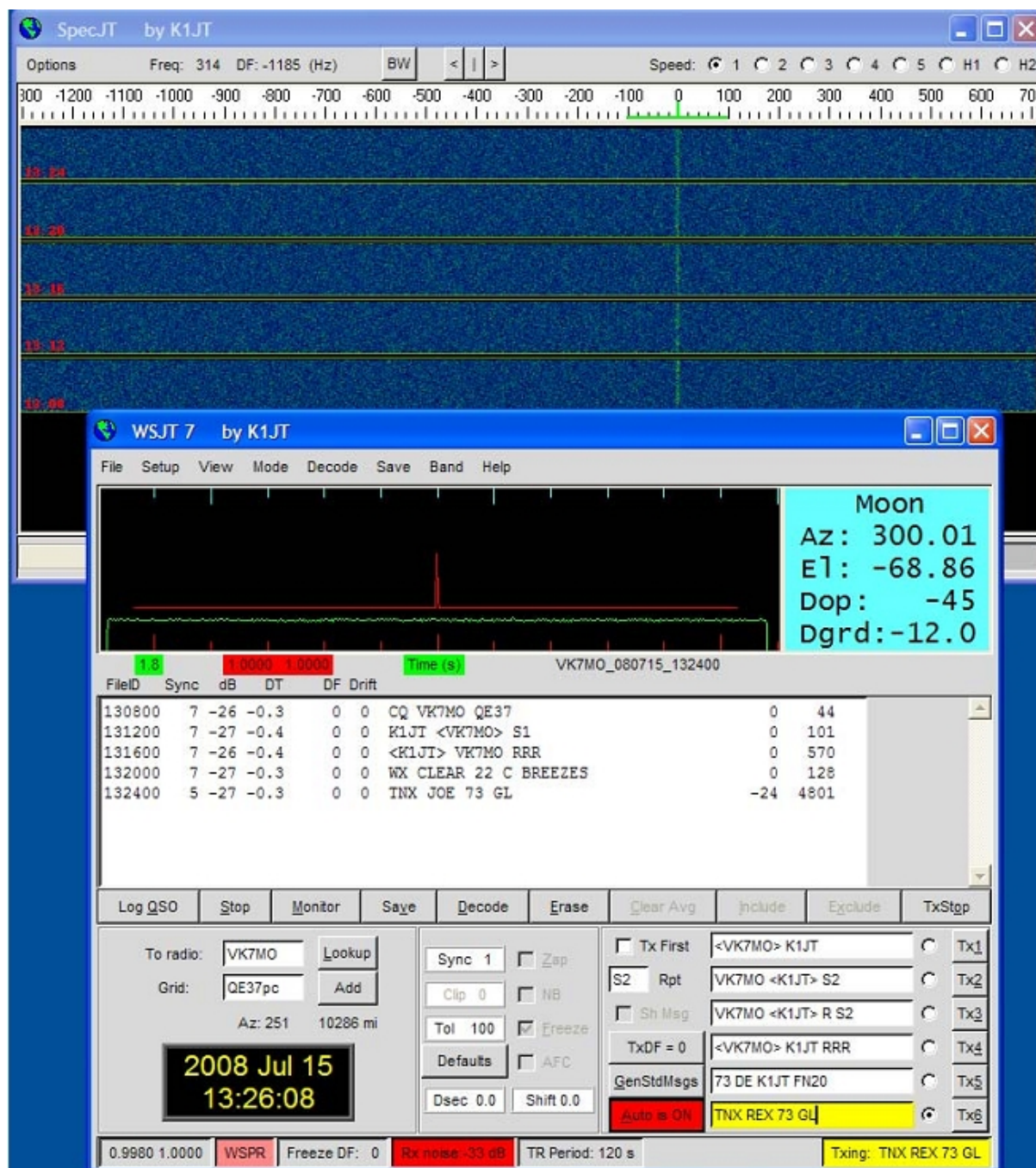
**Empfindlichkeit**

Tabelle 3 enthält einen Vergleich der Empfindlichkeit von WSPR und anderer Verfahren zur Dekodierung von schwachen Signalen. Angenommen sind weißes Rauschen, kein Fading und eine Dopplerverschiebung um weniger als 1 Hz. WSPR erweist sich hier als führend und erreicht einen Signal/Störabstand von -29 dB bezogen auf eine Bandbreite von 2500 Hz bei einer Dopplerverschiebung von weniger als 1 Hz. Solche Ausbreitungswege sind auf LW, MW und den meisten KW-Pfaden anzutreffen, die Amateure interessieren.

Tabelle 3: Angenäherter Empfindlichkeitsvergleich für CW, JT65B und WSPR

	Schwelle S/N in dB
CW (beste menschliche OPs)	-18
JT65B (KV-Dekoder)	-24
JT65B (KV-Dekoder, 3 Durchläufe)	-27
JT65B (Tiefensuche)	-28
WSPR	-29
WSPR (3 Durchläufe)	-32

WSPR wurde primär für LW, MW und KW entworfen, es wurde aber auch auf 144 MHz EME getestet. Es arbeitet auch dort, hat aber gegenüber JT65 beim EME-Betrieb einige Nachteile. Die 2-Minuten-Perioden bedeuten, dass ein QSO doppelt so lange dauert wie bei JT65 und die Endstufe zwei Minuten mit 100% thermisch belastet wird. Ich glaube nicht, dass WSPR effektiv auf 432 MHz und höher eingesetzt werden kann, da sich hier der Dopplereffekt störender bemerkbar macht. Eine potentielle neue Sendeart mit 1-Minuten-Perioden, die ähnliche Ergebnisse wie WSPR liefert, ist momentan in der Erprobung.

Sie finden WSPR und WSJT zum freien Downloaden auf der WSJT-Homepage unter Physics.princeton.edu/pulsar/K1JT

Die Programme sind alle ‚open source‘ und unter **GNU General Public License** lizenziert. Sie können unter Windows, Linux, FreeBSD und OS/X verwendet werden. Erweiterungen dieser Programme durch andere interessierte Amateure seien ermutigt.

Die Quellcodes werden in der offenen Ablage unter developer.berlios.de/projects/wsjt/ gewartet.

Mein Dank geht an G4KLA, VA3DB, W1BW und W6CQZ, die alle einen wesentlichen Beitrag zur Entwicklung von WSPR und WSJT geleistet haben.

Nachtrag zu WSPR-Frequenzen

(Quelle : wspr_intro.pdf von John, N3UE unter http://degood.org/wspr_intro.pdf)

Am Transceiver einzustellende Frequenz (Sendeart USB) :

- 1,8366 MHz
- 3,5926 MHz
- 7,0746 MHz
- 10,1387 MHz
- 14,0956 MHz
- 18,1046 MHz
- 21,0946 MHz
- 24,9246 MHz
- 28,1246 MHz
- 50,293 MHz

Von WSPR verwendete Kenntöne bei DF=0 :

(Quelle : Joe Taylor, K1JT, Instructions for WSPR unter http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/MEPT_Instructions.TXT)

- 1497.803 Hz (#0)
- 1499.268 Hz (#1)
- 1500.732 Hz (#2)

- 1502.197 Hz (#3)

Hinweis DM3ML :

Unter WSPR ergibt sich die zu sendende Frequenz durch Addition der am Transceiver eingestellten Frequenz plus WSPR-Mittenfrequenz 1500 Hz, also für das 30m-Band :

10138700 Hz + 1500 Hz = 10140200 Hz.

Dieser Wert ist in das Feld **TX freq** einzutragen. Um nicht andere Stationen zu stören, sollte man das Band eine Weile beobachten und dann eine mehrere bis zig Hz abweichende Frequenz z.B. 10140220 Hz (20 Hz höher als die Mittenfrequenz wählen. WSPR sendet dann Töne um 1520 Hz herum.

Unter WSJT7 gehen Sie mit dem Mauscursor (Kreuz) in den Wasserfall im Fenster **SpecJT**. Oben links wird die Nennfrequenz des NF-Tones und Frequenzablage DF zur Nennfrequenz 1500 Hz angezeigt. Wenn Sie links in den Wasserfall klicken, wird die Kanalmitte (grünes Band) um diese Ablage DF verschoben. Wenn Sie anschliessend auf die Taste **TxDF** im Hauptfenster **WSJT7** klicken, wird auch Ihr Sendesignal um diesen Betrag aus der Kanalmitte verschoben. Sie können so auf Schwebungsnull mit einem empfangenen Signal senden oder Ihr Sendesignal auf eine freie Stelle im Wasserfall verschieben.

Farbcodierung der Stationen in der WSPR-Bandskala

Quelle : Quick Start Guide for WSPR v1.0 von Joe Taylor, K1JT
http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/WSPR_Quick_Start.TXT :

Mit der Farbcodierung wird angezeigt, wie lange eine Station nicht mehr gehört worden ist . Die Stationen der letzten 15 Minuten sind rot, Stationen von vor 15...30 Minuten werden gelb, von vor 30..45 Minuten hellgrau und von vor 45-60 Minuten dunkelgrau. Ältere Rufzeichen werden aus der Liste entfernt. Die Zahl vor dem jeweiligen Rufzeichen gibt die Empfangsfrequenz in Hz bezogen auf die verkürzte Frequenzskala an.

Übersetzt am 9. und 10.Januar 2009 von Eike, DM3ML
Gut Funk, 73 und viel Spass mit WSPR !