

---

## Inhaltsverzeichnis

## FT8

Versionsgeschichte interaktiv durchsuchen  
 Visuell Wikitext

### Version vom 8. Mai 2018, 21:50 Uhr (Quelle anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)  
 (→Digitale Betriebsarten im Detail: FT8)  
 ← Zum vorherigen Versionsunterschied

### Version vom 29. Januar 2022, 15:26 Uhr (Quelle anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)  
 K (→Digitale Betriebsarten im Detail: FT8)  
 Markierung: Visuelle Bearbeitung  
 Zum nächsten Versionsunterschied →

(40 dazwischenliegende Versionen von 2 Benutzern werden nicht angezeigt)

Zeile 2:

[[Kategorie:Kurzwele]]

== Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==

FT8 ist eine **ganz neue** digitale Betriebsart (**beta release** seit Juli 2017), die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten.

FT8 wurde entworfen für multi-hop [https://de.m.wikipedia.org/wiki/Sporadic-E sporadic E], wenn die empfangenen Signale schwach sind und unter Schwund (engl.: fading) leiden, bzw. die Bandöffnungen nur kurzzeitig auftreten.

Zeile 11:

Zeile 2:

[[Kategorie:Kurzwele]]

==Digitale Betriebsarten im Detail: FT8==

FT8 ist eine digitale Betriebsart, **die** seit Juli 2017 **existiert und** die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten. **Diese Betriebsart wurde sehr rasch populär.**

**Die aktuelle Programmversion ist WSJT-X Version 2.5.4 (Stand: 29. Jan. 2022), siehe .[https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsitx-doc/wsitx-main-2.5.0.html WSJT-X 2.5.0 Benutzerhandbuch]**

FT8 wurde entworfen für multi-hop [https://de.m.wikipedia.org/wiki/Sporadic-E sporadic E], wenn die empfangenen Signale schwach sind und unter Schwund (engl.: fading) leiden, bzw. die Bandöffnungen nur kurzzeitig auftreten.

Zeile 13:

Einige Infos finden sich [<http://www.arrl.org/news/new-ft8-mode-included-in-wsjt-x-beta-release> hier] und [<http://www.arrl.org/news/ft8-mode-is-latest-bright-shiny-object-in-amateur-radio-digital-world> hier bei ARRL] sowie als Screenshots

Einige Infos finden sich [<http://www.arrl.org/news/new-ft8-mode-included-in-wsjt-x-beta-release> hier] und [<http://www.arrl.org/news/ft8-mode-is-latest-bright-shiny-object-in-amateur-radio-digital-world> hier bei ARRL] sowie als Screenshots

[<http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/ft8.png> hier auf der K1JT homepage] und in den

[<http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/ft8.png> hier auf der K1JT homepage] und in den

Unterlagen zum Vortrag <b>[[http://www.mafc.at/veranstaltungen-Dateien/FT8%20in%20Theorie%20und%20Praxis\\_ANU\\_NAU\\_V3.pdf](http://www.mafc.at/veranstaltungen-Dateien/FT8%20in%20Theorie%20und%20Praxis_ANU_NAU_V3.pdf)] FT8 in Theorie und Praxis] </b> von Norbert Autengruber [<http://www.qrz.com/db/OE4NAU>] und Andreas Karner OE3ANU, November 2017.

Unterlagen zum Vortrag <b>[[http://www.mafc.at/veranstaltungen-Dateien/FT8%20in%20Theorie%20und%20Praxis\\_ANU\\_NAU\\_V3.pdf](http://www.mafc.at/veranstaltungen-Dateien/FT8%20in%20Theorie%20und%20Praxis_ANU_NAU_V3.pdf)] FT8 in Theorie und Praxis] </b> von Norbert Autengruber [<http://www.qrz.com/db/OE4NAU>] und Andreas Karner [<http://www.qrz.com/db/OE3ANU>] **OE3ANU**], November 2017.

Implementiert wird diese digitale Betriebsart über die Soundkarte eines PC.

Implementiert wird diese digitale Betriebsart über die Soundkarte eines PC.

Zuerst eingeführt wurde FT8 mit Hilfe der Implementierung als Open Source Software [[http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\\_\(Amateur\\_radio\\_software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software)) **WSJT**] v. 1.8.0 (siehe [[https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjsx-doc/wsjsx-main-1.8.0\\_de.pdf](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjsx-doc/wsjsx-main-1.8.0_de.pdf)] deutschsprachiges Benutzerhandbuch)) durch [[http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\\_Hooton\\_Taylor,\\_Jr.\\_Joe\\_Taylor](http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr._Joe_Taylor)] ([<http://www.qrz.com/db/K1JT>] **K1JT**)] und **von** [<https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke> Steven J. Franke], [<https://www.qrz.com/db/K9AN>] **K9AN**].

Zuerst eingeführt wurde FT8 mit Hilfe der Implementierung als Open Source Software [[http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\\_\(Amateur\\_radio\\_software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software)) **WSJT-X**] v. 1.8.0 (siehe [[https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjsx-doc/wsjsx-main-1.8.0\\_de.pdf](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjsx-doc/wsjsx-main-1.8.0_de.pdf)] deutschsprachiges Benutzerhandbuch)) durch [[http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\\_Hooton\\_Taylor,\\_Jr.\\_Joe\\_Taylor](http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr._Joe_Taylor)], [<http://www.qrz.com/db/K1JT>] **K1JT**] und [<https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke> Steven J. Franke], [<https://www.qrz.com/db/K9AN>] **K9AN**].

**FT8 verwendet denselben [[https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code LDPC](https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code_LDPC)] (174,91)-Code wie [[FT4]]. Die Modulation ist eine 8-Ton-Frequenzumtastung (8-[[GFSK]]) bei 12000/1920 = 6,25 Baud. Die Synchronisation verwendet 7×7 [<https://en.m.wikipedia.org/wiki>**

<p>FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.</p>	<p>FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.</p>
<p>Deshalb können QSOs in FT8 viermal schneller als in JT65 und JT9 gefahren werden.</p>	<p>Deshalb können QSOs in FT8 viermal schneller als in JT65 und JT9 gefahren werden.</p>
<p>Diese digitalen Modi verwenden fast identische Nachrichtenstruktur und Quellencodierung: JT65 und JT9 verwenden 72 Informationsbits pro Durchgang, während FT8 drei Informationsbits zusätzlich pro Durchgang definiert (<math>72+3=75</math>). Die Verwendung (Bedeutung) der drei zusätzlichen Informationsbits <b>ist aktuell noch undefiniert (Einladung: „Your considered suggestions for use of these bits are very welcome!“)</b></p>	<p>Diese digitalen Modi verwenden fast identische Nachrichtenstruktur und Quellencodierung: JT65 und JT9 verwenden 72 Informationsbits pro Durchgang, während FT8 drei Informationsbits zusätzlich pro Durchgang definiert (<math>72+3=75</math>). Die Verwendung (Bedeutung) der drei zusätzlichen Informationsbits <b>wurde in WSJT-X Version 1.9 (Mai 2018) definiert ([<a href="http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/FT8 DXpedition Mode.pdf">http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/FT8 DXpedition Mode.pdf</a>] FT8 DXpedition Mode), auch bekannt als "Fox and Hound" oder "F/H" Betrieb).</b></p>
<p>Details zur JT65 und JT9 Quellencodierung wurden veröffentlicht im Artikel "[<a href="http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/JT65.pdf">http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/JT65.pdf</a>] The JT65 Communications Protocol]", der in der Zeitschrift [<a href="http://www.arrl.org/qex">http://www.arrl.org/qex</a> QEX] während 2005 veröffentlicht wurde.</p>	<p>Details zur JT65 und JT9 Quellencodierung wurden veröffentlicht im Artikel "[<a href="http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/JT65.pdf">http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/JT65.pdf</a>] The JT65 Communications Protocol]", der in der Zeitschrift [<a href="http://www.arrl.org/qex">http://www.arrl.org/qex</a> QEX] während 2005 veröffentlicht wurde.</p>

+ **/Costas array Costas-Arrays] am Anfang, in der Mitte und am Ende jeder Übertragung (siehe weiter unten). Übertragene Symbole tragen drei Bits, so dass die Gesamtzahl der Kanalsymbole  $174/3 + 21 = 79$  beträgt. Die insgesamt belegte Bandbreite beträgt  $8 \times 6,25 = 50$  Hz.**

Die Software bietet die Möglichkeit an, die Auswahl der jeweils folgenden Nachricht im FT8 QSO automatisch zu auszuwählen und zu senden. Das ist kein Luxus, weil man nur maximal 1,5s Zeit hat, für einen Mausclick nach der Dekodierung der vorigen Nachricht.

Die Software bietet die Möglichkeit an, die Auswahl der jeweils folgenden Nachricht im FT8 QSO automatisch zu auszuwählen und zu senden. Das ist kein Luxus, weil man nur maximal 1,5s Zeit hat, für einen Mausclick nach der Dekodierung der vorigen Nachricht.

Die folgende Tabelle listet die üblichen Frequenzbereiche für FT8 (Stand **2017**). Die "Dial Frequency" gibt dabei die Frequenz des (unterdrückten) Trägers an. Dies ist also die angezeigte Frequenz am Funkgerät. Das Funkgerät moduliert das obere Seitenband (USB-Modulation).

Die folgende Tabelle listet die üblichen Frequenzbereiche für FT8 (Stand **2018**). Die "Dial Frequency" gibt dabei die Frequenz des (unterdrückten) Trägers an. Dies ist also die angezeigte Frequenz am Funkgerät. Das Funkgerät moduliert das obere Seitenband (USB-Modulation).

-

+

{| class="wikitable"

{| class="wikitable"

|+Dial Frequency

|+Dial Frequency

|-

|-

-

| style="text-align:right;" |2190m

+

| style="text-align:right;" |2190m

-

| style="text-align:right;" |136,130 kHz

+

| style="text-align:right;" |136,130 kHz

|-

|-

-

| style="text-align:right;" |630m

+

| style="text-align:right;" |630m

-

| style="text-align:right;" |474,200 kHz

+

| style="text-align:right;" |**freigegeben in Österreich seit Dez. 2020:** 474,200 kHz

|-

|-

-

| style="text-align:right;" |160m

+

| style="text-align:right;" |160m

-

| style="text-align:right;" |1,840 MHz

+

| style="text-align:right;" |1,840 MHz

|-

|-

-

| style="text-align:right;" |80m

+

| style="text-align:right;" |80m

-

| style="text-align:right;" |3,573 MHz

+

| style="text-align:right;" |3,573 MHz

|-

|-

-

| style="text-align:right;" |60m

+

| style="text-align:right;" |60m

-

| style="text-align:right;" |**?,???** MHz

+

| style="text-align:right;" |**freigegeben in Österreich seit Dez. 2020:** 5,357 MHz

-	-
-  style="text-align:right;"  40m	+   style="text-align:right;"  40m
-  style="text-align:right;"  7,074 MHz	+   style="text-align:right;"  7,074 MHz
-	-
-  style="text-align:right;"  30m	+   style="text-align:right;"  30m
-  style="text-align:right;"  10,136 MHz	+   style="text-align:right;"  10,136 MHz
-	-
-  style="text-align:right;"  20m	+   style="text-align:right;"  20m
-  style="text-align:right;"  14,074 MHz	+   style="text-align:right;"  14,074 MHz
-	-
-  style="text-align:right;"  17m	+   style="text-align:right;"  17m
-  style="text-align:right;"  18,100 MHz	+   style="text-align:right;"  18,100 MHz
-	-
-  style="text-align:right;"  15m	+   style="text-align:right;"  15m
-  style="text-align:right;"  21,074 MHz	+   style="text-align:right;"  21,074 MHz
-	-
-  style="text-align:right;"  12m	+   style="text-align:right;"  12m
-  style="text-align:right;"  24,915 MHz	+   style="text-align:right;"  24,915 MHz
-	-
-  style="text-align:right;"  10m	+   style="text-align:right;"  10m
-  style="text-align:right;"  28,074 MHz	+   style="text-align:right;"  28,074 MHz
-	-
-  style="text-align:right;"  6m	+   style="text-align:right;"  6m
-  style="text-align:right;"  50,313 MHz	+   style="text-align:right;"  50,313 MHz
-	-
-  style="text-align:right;"  4m	+   style="text-align:right;"
-  style="text-align:right;"  70,100 MHz	+   style="text-align:right;"  interkontinentale QSO: [ <a href="http://uksmq.org/ft8-code-of-practice.php">http://uksmq.org/ft8-code-of-practice.php</a> 50,323 MHz]
-	-

-	style="text-align:right;"   <b>70cm</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>???,???</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,100</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>23cm</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,154</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>13cm</b>	+	style="text-align:right;"   <b>2m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>144,174</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>6cm</b>	+	style="text-align:right;"   <b>1.25m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 222,174</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>3cm</b>	+	style="text-align:right;"   <b>70cm</b>
-	style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>432,174</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>1,25cm</b>	+	style="text-align:right;"   <b>70cm</b>
-	style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>432,500</b> MHz
		+	-
		+	style="text-align:right;"   <b>23cm</b>
		+	style="text-align:right;"   <b>1296,174</b> MHz
		+	-
		+	style="text-align:right;"   <b>13cm</b>
		+	style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
		+	-
		+	style="text-align:right;"   <b>6cm</b>

	+	<code>  style="text-align:right;"  ????,???</code> <b>MHz</b>
	+	<code> -</code>
	+	<code>  style="text-align:right;"  3cm</code>
	+	<code>  style="text-align:right;"  ?????,???</code> <b>MHz</b>
	+	<code> -</code>
	+	<code>  style="text-align:right;"  1,25cm</code>
	+	<code>  style="text-align:right;"  ?????,???</code> MHz
<code> }</code>		<code> }</code>
-		Die PC-Uhr <b>muss</b> auf <b>2</b> Sekunden genau sein ( <b>diese Angabe muss noch überprüft werden</b> ).
-	+	Die PC-Uhr <b>sollte</b> auf <b>&lt;0,5</b> Sekunden genau sein. <b>Zu beachten ist die Gesamt-Schaltzeit zwischen Senden und Empfangen, die auch von der Umschaltzeit einer Endstufe, auch der der Gegenstation, abhängt. Bei WSJT-X wird dir die DT (Differenz Time) zu empfangenen Stationen angezeigt. PC Zeit Einstellung z.B. mit Network Time, Kontrolle z.B. mit <a href="https://time.is/">https://time.is/</a></b>
	+	
		In einer Aussendung werden maximal 13 ASCII Zeichen übertragen.
		In einer Aussendung werden maximal 13 ASCII Zeichen übertragen.
		Es werden nur folgende Informationen übertragen: Rufzeichen, Rapport in dB und LOC (4 Stellen).
		Es werden nur folgende Informationen übertragen: Rufzeichen, Rapport in dB und LOC (4 Stellen).
<b>Zeile 104:</b>		<b>Zeile 124:</b>
		<code>{  class="wikitable"</code>
-	+	<code>  style="text-align:right;"  0</code>
-	+	<code>  style="text-align:right;"  0</code>
-	+	<code>  style="text-align:right;"  X</code>
-	+	<code>  style="text-align:right;"  0</code>
-	+	<code>  style="text-align:right;"  0</code>

-  style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-  style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-		-
-  style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-  style="text-align:right;"  X	+	style="text-align:right;"  X
-  style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-  style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-  style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-  style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-  style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-  style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-		-
-  style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-  style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-  style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-  style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-  style="text-align:right;"  X	+	style="text-align:right;"  X
-  style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-  style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-		-
-  style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-  style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-  style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-  style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-  style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-  style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-  style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-  style="text-align:right;"  X	+	style="text-align:right;"  X
-		-
-  style="text-align:right;"  X	+	style="text-align:right;"  X
-  style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0

-	style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-	style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-	style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-	style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-	style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
	-		-
-	style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-	style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-	style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-	style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-	style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-	style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-	style="text-align:right;"  X	+	style="text-align:right;"  X
-	style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
	-		-
-	style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-	style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-	style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-	style="text-align:right;"  X	+	style="text-align:right;"  X
-	style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-	style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
-	style="text-align:right;"  0	+	style="text-align:right;"  0
	}		}
	Daher sieht man im FT8 Signal keinen auffälligen Synchronisierungston bei der niedrigsten belegten Frequenz. Diese Neuerung bringt weitere 1,9 dB Vorteil gegenüber JT65.		Daher sieht man im FT8 Signal keinen auffälligen Synchronisierungston bei der niedrigsten belegten Frequenz. Diese Neuerung bringt weitere 1,9 dB Vorteil gegenüber JT65.
-	Die Dauer eines Tx Durchgangs ist $79 * 2048 / 12000 = 13.48s.$	+	Die Dauer eines Tx Durchgangs ist $79 * \mathbf{[ [ Tel:2048 / 12000   2048 / 12000 ] ]} = 13.48 s.$

Zur Vorwärtskorrektur der Übertragungsfehler kommt ein [<https://de.m.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code> Low Density Parity Check], LDPC(174,87), Code zur Anwendung.

Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [<https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke> Steven J. Franke], [<https://www.qrz.com/db/K9AN> K9AN], und [[https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\\_Hooton\\_Taylor\\_Jr](https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor_Jr). Joseph H. Taylor], [<https://www.qrz.com/db/K1JT> K1JT] in [[http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/FrankeTaylor\\_QEX\\_2016.pdf](http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/FrankeTaylor_QEX_2016.pdf) QEX-2016] veröffentlicht wurde. Dieser Dekoder ist besser als der frühere und wurde nicht patentiert.

Zur Vorwärtskorrektur der Übertragungsfehler kommt ein [<https://de.m.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code> Low Density Parity Check], LDPC(174,87), Code zur Anwendung.

Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [<https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke> Steven J. Franke], [<https://www.qrz.com/db/K9AN> K9AN], und [[https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\\_Hooton\\_Taylor\\_Jr](https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor_Jr). Joseph H. Taylor], [<https://www.qrz.com/db/K1JT> K1JT] in [[http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/FrankeTaylor\\_QEX\\_2016.pdf](http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/FrankeTaylor_QEX_2016.pdf) QEX-2016] veröffentlicht wurde. Dieser Dekoder ist besser als der frühere und wurde nicht patentiert.

Die FT8 Empfangssignale sind erfolgreich dekodierbar bei Signal- zu Rauschverhältnissen bis ca. -20 dB. Dies erlaubt das Arbeiten von Stationen, deren Signale mit dem menschlichen Ohr kaum mehr wahrgenommen werden.

Die FT8 Empfangssignale sind erfolgreich dekodierbar bei Signal- zu Rauschverhältnissen bis ca. -20 dB. Dies erlaubt das Arbeiten von Stationen, deren Signale mit dem menschlichen Ohr kaum mehr wahrgenommen werden.

**Zeile 176:**

Weitere Informationen: [[http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\\_\(Amateur\\_radio\\_software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software)) WSJT (Wikipedia)], [<http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt.html> WSJT], [<http://ac4m.us/jt65.html> AC4M Digital Radio Site], [<http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt.html> WSJT-X] [<https://www.facebook.com/groups/FT8.Digital.Mode/about/> FT8 Facebook Gruppe] und [<http://www.sigidwiki.com/wiki/FT8> Signal Identification Wiki].

**Zeile 196:**

Weitere Informationen: [[http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\\_\(Amateur\\_radio\\_software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software)) WSJT (Wikipedia)], [<http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt.html> WSJT], [<http://ac4m.us/jt65.html> AC4M Digital Radio Site], [<http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt.html> WSJT-X] [<https://www.facebook.com/groups/FT8.Digital.Mode/about/> FT8 Facebook Gruppe] und [<http://www.sigidwiki.com/wiki/FT8> Signal Identification Wiki].

- Siehe auch: [[JT65]], [[JT4]], [[JT9]], [[JT6M]], [[QRA64]], [[MSK144]], [[FSK441]] und [[WSPR]].	+ <b>FT8 und FT4 sind die Betriebsmodi          des allerersten [[https://ww-digi.com          World Wide Digi DX Contest ("WW          Digi")]] 2019.</b>
	+
	+ Siehe auch: <b>[[FT4]]</b> , [[JT65]], [[JT4]], [[JT9]], [[JT6M]], [[QRA64]], [[MSK144]], [[FSK441]], <b>[[FST4]]</b> und [[WSPR]].

**Version vom 29. Januar 2022, 15:26 Uhr**

## Digitale Betriebsarten im Detail\: FT8

FT8 ist eine digitale Betriebsart, die seit Juli 2017 existiert und die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten. Diese Betriebsart wurde sehr rasch populär.

Die aktuelle Programmversion ist WSJT-X Version 2.5.4 (Stand: 29. Jan. 2022), siehe [.WSJT-X 2.5.0 Benutzerhandbuch](#)

FT8 wurde entworfen für multi-hop [sporadic E](#), wenn die empfangenen Signale schwach sind und unter Schwund (engl.: fading) leiden, bzw. die Bandöffnungen nur kurzzeitig auftreten. In diesen Situationen wünscht man sich ein schnelles QSO, das die minimal notwendigen QSO-Details für ein QSL austauscht.

Einige Infos finden sich [hier](#) und [hier bei ARRL](#) sowie als Screenshots [hier auf der K1JT homepage](#) und in den Unterlagen zum Vortrag **FT8 in Theorie und Praxis** von Norbert Autengruber [OE4NAU](#) und Andreas Karner [OE3ANU](#), November 2017.

Implementiert wird diese digitale Betriebsart über die Soundkarte eines PC. Zuerst eingeführt wurde FT8 mit Hilfe der Implementierung als Open Source Software [WSJT-X v. 1.8.0](#) (siehe [deutschsprachiges Benutzerhandbuch](#)) durch [Joe Taylor, K1JT](#) und [Steven J. Franke, K9AN](#).

FT8 verwendet denselben [LDPC \(174,91\)](#)-Code wie [FT4](#). Die Modulation ist eine 8-Ton-Frequenzumtastung (8-[GFSK](#)) bei 12000/1920 = 6,25 Baud. Die Synchronisation verwendet [7x7 Costas-Arrays](#) am Anfang, in der Mitte und am Ende jeder Übertragung (siehe weiter unten). Übertragene Symbole tragen drei Bits, so dass die Gesamtzahl der Kanalsymbole  $174/3 + 21 = 79$  beträgt. Die insgesamt belegte Bandbreite beträgt  $8 \times 6,25 = 50$  Hz.

FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [JT65](#), [JT9](#) und [JT4](#), aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer. Deshalb können QSOs in FT8 viermal schneller als in JT65 und JT9 gefahren werden. Diese digitalen Modi verwenden fast identische Nachrichtenstruktur und

Quellencodierung: JT65 und JT9 verwenden 72 Informationsbits pro Durchgang, während FT8 drei Informationsbits zusätzlich pro Durchgang definiert ( $72+3=75$ ). Die Verwendung (Bedeutung) der drei zusätzlichen Informationsbits wurde in WSJT-X Version 1.9 (Mai 2018) definiert ([FT8 DXpedition Mode](#), auch bekannt als "Fox and Hound" oder "F/H" Betrieb). Details zur JT65 und JT9 Quellencodierung wurden veröffentlicht im Artikel "[The JT65 Communications Protocol](#)", der in der Zeitschrift [QEX](#) während 2005 veröffentlicht wurde.

Die Software bietet die Möglichkeit an, die Auswahl der jeweils folgenden Nachricht im FT8 QSO automatisch zu auszuwählen und zu senden. Das ist kein Luxus, weil man nur maximal 1,5s Zeit hat, für einen Mausklick nach der Dekodierung der vorigen Nachricht.

Die folgende Tabelle listet die üblichen Frequenzbereiche für FT8 (Stand 2018). Die "Dial Frequency" gibt dabei die Frequenz des (unterdrückten) Trägers an. Dies ist also die angezeigte Frequenz am Funkgerät. Das Funkgerät moduliert das obere Seitenband (USB-Modulation).

### Dial Frequency

2190m	136,130 kHz
630m	freigegeben in Österreich seit Dez. 2020: 474,200 kHz
160m	1,840 MHz
80m	3,573 MHz
60m	freigegeben in Österreich seit Dez. 2020: 5,357 MHz
40m	7,074 MHz
30m	10,136 MHz
20m	14,074 MHz
17m	18,100 MHz
15m	21,074 MHz
12m	24,915 MHz
10m	28,074 MHz
6m	50,313 MHz
	interkontinentale QSO: <a href="#">50,323 MHz</a>
4m	in Österreich nicht freigegeben: 70,100 MHz
4m	in Österreich nicht freigegeben: 70,154 MHz
2m	144,174 MHz
1.25m	in Österreich nicht freigegeben: 222,174 MHz
70cm	432,174 MHz
70cm	432,500 MHz
23cm	1296,174 MHz
13cm	????,??? MHz
6cm	????,??? MHz
3cm	?????,??? MHz

1,25 cm	?????,??? MHz
------------	---------------

Die PC-Uhr sollte auf <0,5 Sekunden genau sein. Zu beachten ist die Gesamt-Schaltzeit zwischen Senden und Empfangen, die auch von der Umschaltzeit einer Endstufe, auch der der Gegenstation, abhängt. Bei WSJT-X wird dir die DT (Differenz Time) zu empfangenen Stationen angezeigt. PC Zeit Einstellung z.B. mit Network Time, Kontrolle z.B. mit <https://time.is/>

In einer Aussendung werden maximal 13 ASCII Zeichen übertragen. Es werden nur folgende Informationen übertragen: Rufzeichen, Rapport in dB und LOC (4 Stellen).

Der FT8 Signalrapport für das S/N ist (wie der JT9 Signalrapport) beschränkt auf den Bereich zwischen -50 und +49 dB (diese Angabe muss noch überprüft werden!). In aktuellen FT8 Dekodern (Stand: WSJT-X 1.8.0) ist die S/N Skala in guter Näherung linear, stellt aber keineswegs eine Präzisionsmessung dar.

Moduliert wird mit einer achtstufigen Frequenzumtastung (8-FSK), die Symbolrate entspricht dem Tonabstand von 5.86 Hz. Die Wellenform hat stetige Phasenübergänge und eine konstante Einhüllende, was die Verwendung von nichtlinearen HF-Endstufen erlaubt. Die belegte Bandbreite beträgt 47 Hz. Damit ist die belegte Bandbreite größer als jene für JT9 bzw. etwa 1/4 der Bandbreite von JT65A oder weniger als die Hälfte von QRA64.

Die zeitliche Synchronisierung wird mittels dreier 7×7 [Costas Arrays](#) (zu Beginn, in der Mitte, und am Ende) erreicht. Es gibt 200 verschiedene Costas Arrays der Ordnung 7. Das für FT8 verwendete Costas Array ist die Permutation (2,5,6,0,4,1,3). Die folgende Graphik veranschaulicht die zeitliche Abfolge der 7 Synchronisierungstöne:

0	0	X	0	0	0	0
0	X	0	0	0	0	0
0	0	0	0	X	0	0
0	0	0	0	0	0	X
X	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	X	0
0	0	0	X	0	0	0

Daher sieht man im FT8 Signal keinen auffälligen Synchronisierungston bei der niedrigsten belegten Frequenz. Diese Neuerung bringt weitere 1,9 dB Vorteil gegenüber JT65.

Die Dauer eines Tx Durchgangs ist  $79 * \lceil \frac{12000|2048}{12000} \rceil = 13.48s$ .

Zur Vorwärtskorrektur der Übertragungsfehler kommt ein [Low Density Parity Check](#), LDPC (174,87), Code zur Anwendung. Dieser wird mit dem neuen soft-output *Franke-Taylor* Algorithmus dekodiert, der von [Steven J. Franke, K9AN](#), und [Joseph H. Taylor, K1JT](#) in [QEX-2016](#) veröffentlicht wurde. Dieser Dekoder ist besser als der frühere und wurde nicht patentiert.

Die FT8 Empfangssignale sind erfolgreich dekodierbar bei Signal- zu Rauschverhältnissen bis ca. -20 dB. Dies erlaubt das Arbeiten von Stationen, deren Signale mit dem menschlichen Ohr kaum mehr wahrgenommen werden. Vielleicht kann die Dekodierungsgrenze mittels a posteriori Dekodierung auf -24 dB gedrückt werden (Das ist noch unbekannt).

- Still to come, not yet implemented:\* We plan to implement signal subtraction, two-pass decoding, and use of "a priori" (already known) information as it accumulates during a QSO.

Weitere Informationen: [WSJT \(Wikipedia\)](#), [WSJT](#), [AC4M Digital Radio Site](#), [WSJT-X FT8 Facebook Gruppe](#) und [Signal Identification Wiki](#).

FT8 und FT4 sind die Betriebsmodi des allerersten [[World Wide Digi DX Contest \("WW Digi"\)](#)] 2019.

Siehe auch: [FT4](#), [JT65](#), [JT4](#), [JT9](#), [JT6M](#), [QRA64](#), [MSK144](#), [FSK441](#), [FST4](#) und [WSPR](#).